

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу  
С.А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### ОГСЭ.01 ОСНОВЫ ФИЛОСОФИИ

Специальность

#### 15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Философии и культурологии

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

*(подпись)*

Беляев В.П.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 07.09.2022

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

горно-механического факультета

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*

Осипов П. А.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 10 от 1 от 13.09.2022

*(Дата)*

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>№</b>	<b>КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ</b>	<b>Стр.</b>
	<b>ТЕМЫ</b>	
	<b>Тема 1. Философия, ее предмет, структура и специфика</b>	<b>6</b>
	<b>Тема 2. Становление философии.</b>	<b>13</b>
	<b>Тема 3 . Античная философия.</b>	<b>21</b>
	<b>ТЕМА 4. Философия Средних веков</b>	<b>30</b>
	<b>ТЕМА 5. Европейское Возрождение как историческая эпоха</b>	<b>39</b>
	<b>ТЕМА 6. Философия нового времени и Просвещения</b>	<b>41</b>
	<b>ТЕМА 7. Немецкая классическая философия</b>	<b>47</b>
	<b>ТЕМА 8. Развитие философии в России</b>	<b>52</b>
	<b>ТЕМА 9. Философия XX века и современность</b>	<b>57</b>
	<b>ТЕМА 10. Философская картина мира. Онтология</b>	<b>65</b>
	<b>ТЕМА 11. Диалектика. Основные законы и категории диалектики как учения о развитии</b>	<b>72</b>
	<b>ТЕМА 12. Проблема сознания в философии. Происхождение сущности, структура, функции</b>	<b>80</b>
	<b>ТЕМА 13. Познание, творчество, практика. Научное и вненаучное знание</b>	<b>87</b>
	<b>Тема 14. Природа, человек, общество. Общество как система, его структура</b>	<b>95</b>
	<b>Тема 15. Человек и исторический процесс.</b>	<b>104</b>
	<b>Тема 16. Будущее человечества. Глобальные проблемы.</b>	<b>110</b>
	<b>Глоссарий</b>	<b>121</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Приступая к изучению дисциплины «Основы философии», многие могут припомнить имена знаменитых философов (Гераклита, Сократа, Платона, Аристотеля, Конфуция и т. п.), могут даже в первом приближении определить предмет философии, выделив из ряда житейских, производственных, научных вопросов те, что носят философский характер. Откуда же у людей это представление? Дело в том, что с раннего детства, осваивая окружающий мир, накапливая конкретные знания о нем, обычно все мы время от времени с волнением думаем о тайнах мироздания, о судьбах человечества, о жизни и смерти, о горе и счастье людей. Думаем и о смысле собственного существования. И в сознании каждого человека постепенно складываются определенные обыденные представления по тем вопросам, над которыми издавна размышляли многие поколения философов.

Как устроен мир? Хаотичен он или упорядочен? Какое место занимает в нем закономерность и случайность? Конечен или бесконечен мир? Что есть истина и как ее отличить от заблуждения и лжи? Что такое совесть, честь, долг, ответственность, справедливость, добро и зло? В чем смысл человеческой жизни?

К этим "вечным" вопросам сегодня добавляются новые: как оценить современную эпоху? Куда мы сегодня движемся? Как предотвратить нависшие над человечеством смертельные опасности? Как защитить гуманистические идеалы, демократические ценности?

На протяжении многих столетий подобные вопросы человеческого бытия обсуждались в рамках особой духовной деятельности, которую со временем стали называть философией. Что же такое философия? Почему именно ей отводится роль в решении вечных, постоянно тревожащих человечество вопросов.

Философия - одна из древних и увлекательнейших областей человеческого знания, духовной культуры. Зародившись в VII-VI веках до н.э. в Индии, Китае, Древней Греции, она стала устойчивой формой общественного сознания на все последующие века. Призванием философов сделались постановка мировоззренческих вопросов и поиск ответов на них. Уяснение таких вопросов имеет для людей жизненно важное значение. Это особенно ощутимо в переломные эпохи с их сложным сплетением проблем - ведь именно тогда происходит и перестройка мировоззрения. Так в истории было всегда.

Но, пожалуй, никогда еще время не ставило столь остро задач философского осмысления всего происходящего, отказа от старых схем, обновления мировоззрения, как на переживаемом сейчас отрезке истории.

Сама философия есть мировоззрение, т.е. совокупность взглядов на мир в целом и на отношение человека к этому миру. В одном ряду с философией находятся другие формы мировоззрения: мифологическое, религиозное, художественное, натуралистское, обыденное. Философия отличается от иных форм

мировоззрения тем, что относится, прежде всего, к научной сфере общественного сознания.

Сущность философии – в размышлениях над всеобщими проблемами в системе «мир – человек».

Философия выступает в двух ипостасях: 1) как информация о мире в целом и отношении человека к этому миру и 2) как комплекс принципов познания, как всеобщий метод познавательной деятельности.

Цель данной лекции состоит в том, чтобы на определенном философском и историческом материале показать круг проблем философии как мировоззренческой дисциплины.

Овладение основами философских знаний - важное условие формирования духовной культуры личности, составляющее фундамент общекультурной и общетеоретической гуманитарной подготовки специалиста любого профиля.

В современных условиях необходимо глубже использовать аналитические возможности человека с целью повышения качества работы, что позволяет сделать философия, которая развивает навыки мышления, анализа и синтеза полученной информации.

## Тема 1. ФИЛОСОФИЯ, ЕЕ ПРЕДМЕТ, СТРУКТУРА И СПЕЦИФИКА

1. *Философия. Происхождение философии.*
2. *Мировоззрение. Исторические типы мировоззрения: миф, религия, философия.*
3. *Функции философии.*
4. *Структура философского знания.*
5. *Основные проблемы и предмет философии.*
6. *Основной вопрос философии.*

### 1. Философия. Происхождение философии

Всякая философия начинается с вопросов, которые человек задает сам себе: «Кто я такой?» «Зачем я живу?» «Как мне жить?». В широком смысле слова размышления над этими вопросами и можно назвать философией. Человек является продуктом общественного воспитания, познает самого себя и общество, в котором он живет. Сущность философии состоит в том, что она является самосознанием личности и общества. Познавая себя, человек познает общество; познавая общество, человек познает себя.

Термин «философия» греческого происхождения. Образован он соединением двух слов: *philos*, что означает любовь, или *philia* - дружба, привязанность, симпатия; и *sophos*, что переводится как ученый муж, мудрец, или *sophia* - мудрость, знание, искусство, талант. Краткая этимологическая расшифровка звучит как «любовь к мудрости». Первым, кто употребил это слово, был Пифагор. Он не отважился назвать себя мудрецом, поскольку мудрец, в его понимании, - это только Бог, мудрость только у Бога. Отсюда и один из первых символов философии-мудрости - Ирида, радуга как мостик между землей людей и небом богов.

#### Происхождение философии

Философия зародилась в середине первого тысячелетия до нашей эры одновременно в трех местах (Др. Греция, Др. Индия, Китай).

#### Исторические предпосылки:

1. появление частной собственности и в результате выделения личности из коллектива;
2. разделение умственного и физического труда;
3. образование государства и появление потребности в разработке рациональной государственной идеологии.

#### Идейные предпосылки:

1. зачатки научных знаний о природе. В основе этих знаний лежало понятийное логическое мышление.
2. мифологическое мышление (мифология) – это система мировоззрения первобытного общества; стиль мышления людей до классового общества.

**В современном представлении философией называется область теоретических знаний о мире в целом, о месте человека в этом мире и о принципах взаимоотношения человека с этим миром.**

Важнейшими чертами философии являются научность, критичность и фундаментальность.

## **2. Мировоззрение. Исторические типы мировоззрения: миф, религия, философия.**

**Мировоззрение** – это система взглядов на объективный мир и место в нем человека, на отношение человека к окружающей его действительности и самому себе, а также сложившиеся на основе этих взглядов убеждения, идеалы, принципы познания и деятельности, ценностные ориентации.

Основными структурными элементами мировоззрения являются: 1) знания о мире, 2) ценности, с позиций которых человек осмысливает мир, 3) убеждения, которые определяют поступки человека.

### **Основные типы мировоззрения.**

#### **Мифологическое мировоззрение.**

**Мифология** (греч. *mythología*, от *mýthos* — предание, сказание и *lógos* — слово, рассказ, учение), фантастическое представление о мире, свойственное человеку первобытнообщинной формации, как правило, передаваемое в форме устных повествований — мифов, и наука, изучающая мифы. Это наиболее древний тип мировосприятия. Его характеризуют эмоционально-образная форма, очеловечивание природы, некритичность, утилитарная направленность. Первоначальными формами мифологии были:

- фетишизм (когда одушевлялись отдельные вещи, или, вернее, мыслилось полное неотделение вещи от «идеи» самой вещи),
- тотемизм (фетишизация данной общины или племени, выраженная в образе того или другого основателя этой общины или племени).
- анимизм, как более высокая ступень развития мифологии, когда человек стал отделять «идею» вещи от самой вещи.

**Религиозное мировоззрение.** Близким к мифологическому, однако, в отличие от мифа, религия не «смешивает» земное и сакральное, а глубочайшим и необратимым образом разводит их на два противоположных полюса. Творческая всемогущая сила – Бог – стоит над природой и вне природы. Бытие Бога переживается человеком как откровение. Как откровение, человеку дано знать, что душа его бессмертна, за гробом его ждет вечная жизнь и встреча с Богом.

Специфика религии обуславливается тем, что основным элементом религии является культовая система, т. е. система обрядовых действий, направленных на установление определенных отношений со сверхъестественным. И поэтому всякий миф становится религиозным в той мере, в какой он включается в культовую систему, выступает в качестве ее содержательной стороны.

Главные различия мифологии и религии:

- удвоение мира: кроме природы существует другой мир (есть мир естественный и сверхъестественный);
- вера – это безоговорочное, бездоказательное, полное принятие религиозных догматов;
- идея Бога является абсолютом; в идеологическом плане – первооснова мира, ни отчего не зависящее и всемогущее; в гносеологическом плане Бог не познаваем с помощью разума, но раскрывается в своих творениях; Бог – совершенный носитель и выразитель высших нравственных ценностей – добра, красоты и справедливости.

**Философское мировоззрение** – это теоретическая форма осмысления мира и человека. Философия – это такая форма общественного и индивидуального сознания, которая постоянно теоретически обосновывается, обладает большей степенью научности, чем просто мировоззрение, скажем, на житейском уровне здравого смысла, наличествующего у человека, порой даже не умеющего ни писать ни читать.

Философия – мировоззренческая форма сознания. Однако не всякое мировоззрение можно назвать философским. У человека могут быть достаточно связные, но фантастические представления об окружающем мире и о себе самом.

### 3. Функции философии

1. **познавательная** – состоит в разработке методологии научного познания окружающего мира. Философия не дает ответов на все вопросы, не заменяет собой конкретные науки, но она дает метод познания, с помощью которого и можно получить ответы на все житейские вопросы.

2. **мировоззренческая** – состоит в том, что философия систематизирует взгляды человека на окружающий мир и решает главный вопрос мировоззрения «Об отношении человека к окружающему миру и его место в нем».

3. **воспитательная** – состоит в том, что философия создает гуманистические ценности и идеалы и прививает их человеку и обществу, рационально обосновывает такие понятия как «добро», «счастье» и разрабатывает систему правильных путей достижения счастья.

#### **Специфика философии как науки**

Философия – это наука о мышлении и познании. Специфика философии отражается в четырех основных чертах:

1. Философия является **рефлексивной наукой** – это значит, что мышление можно познавать только с помощью мышления. Мышление о мышлении, познание о познании называется рефлексией. В этом и трудность философии.

2. Философия является **мировоззренческой наукой**. Ее интересует ни человек, ни мир сам по себе, а отношения между миром и человеком. Поэтому задача философии не в том, чтобы описать, как устроен мир, а в том, чтобы,

опираясь на знания построения мира, определить смысл жизни и место человека в этом мире.

3. **Философия - открытая наука.** Открытость означает, что по любой философской проблеме существуют не один, а несколько вариантов ответа, из которых ни один нельзя ни доказать, ни опровергнуть. Если открытость имеет объективные основания, то это и делает философию наукой. Причиной открытости является разделение общества на социальные классы, группы, слои, каждый из которых занимает свое место в системе общественных отношений, имеет свои объективные интересы и систему взглядов, отражающих место данного класса и его интересы.

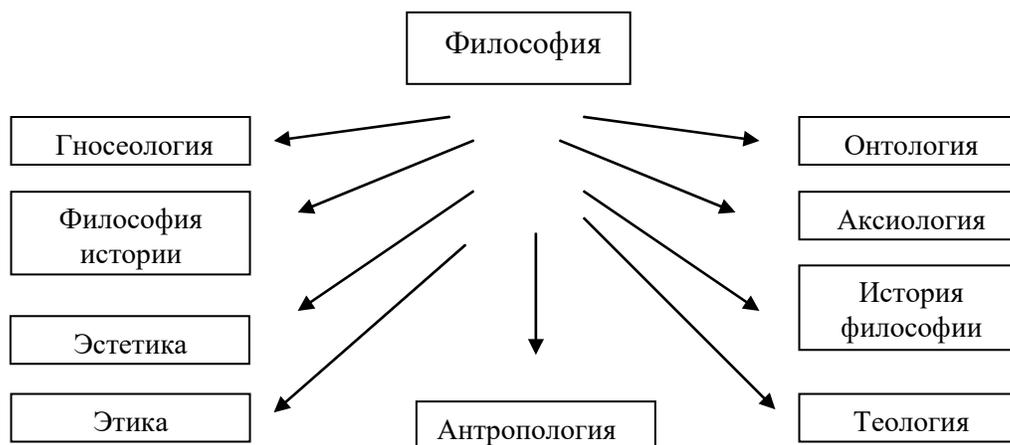
4. Философия является **исторической наукой.** Исторически не существует и не может быть истинной для всех времен и народов философии. Каждая историческая эпоха имеет свою философию. Каждая новая эпоха, каждое новое поколение должны заново решать свои проблемы, опираясь на существующую философию.

Несмотря на четыре специфические черты, философия является объективной, строгой и точной наукой, потому что законы мышления и познания носят объективный, хотя и исторический, характер.

#### 4. Структура философского знания

Философское знание имеет определенную структуру, то есть внутри него выделяются отдельные разделы, различающиеся своей тематикой. Структура философского знания не остается неизменной. Она меняется в зависимости от характера исторической эпохи и от особенностей культуры общества.

Современная структура философии включает ряд разделов.



**Философская онтология** – учение о бытии. Главный вопрос онтологии: что существует подлинно, а что - кажется, является иллюзией? Онтология создает философскую картину мира, которая позволяет составить представление о мире в

целом, выявить его скрытую сущность и глубинные причины. Исходная категория онтологии – бытие.

**Гносеология** - учение о познании, рассматривает особенности процесса познания человека внешнего мира. Гносеология отвечает на вопросы: как человек познает окружающий мир? Каковы этапы познания? Что такое истина?

Теория познания как особая отрасль философского знания возникла в 17-19 вв. В конце 19 в., особенно в 20 в. интенсивно стала развиваться **философия науки (эпистемология)**, которая занимается, главным образом, логико-методологическими основаниями научного познания.

**Логика** – учение о формах правильного, то есть связного, доказательного мышления.

**Философская антропология** – раздел философского знания, занятый осмыслением человека. В центре ее внимания его универсальные характеристики, проблемы человеческой природы и человеческого бытия, категории человеческого существования.

**Социальная философия** – раздел, изучающий наиболее общие характеристики общественной жизни, её развитие и функционирование.

Общественная жизнь подчиняется собственным закономерностям. Общество – это совместное бытие людей. Основной вопрос социальной философии: в чем основы бытия общества? Каковы фундаментальные основания общественной жизни, её системообразующие факторы? Как соотносятся общество и личность?

**История философии** рассматривает историческое развитие философии. Она изучает философское творчество мыслителей прошлого и современности, выделяет эпохи в развитии философии, анализирует связь философии с культурой и особенностями общества.

**Этика** – учение о нравственности. Главная тема этических теорий – добро и зло. Этика осмысливает вопросы о природе зла, о свободе воли человека, о добродетелях (качества человека, оцениваемые положительно) и пороках, о счастье, справедливости, общественном благе.

**Эстетика** – учение о красоте (прекрасном). Главный предмет рассуждений – прекрасное и безобразное. В число категорий эстетики входят возвышенное и низменное, комическое, трагическое, драматическое и др. Эстетика осмысливает проявление эстетического в жизни и искусстве.

**Философия истории** – изучает вопросы, связанные со смыслом и целью общественной истории, с ее движущими причинами и силами.

## 5. Основные проблемы и предмет философии

### 1. Проблема субстанции (первоначала) включает три вопроса:

- что было в начале и с чего все произошло?
- как произошел мир?
- как устроен этот мир, его основные законы и устройство?

Учение о бытии называется **онтологией**. Часть онтологии, которая занимается изучением происхождения и строения Вселенной называется **космология**.

2. **Проблема познания** решает вопросы:

- о принципиальной познаваемости мира, т.е. способен человек познать мир или нет; об истине или о том, как проверить истинность наших знаний.
- о методе или способе познания.

**Гносеология** - раздел философии, в котором изучаются проблемы познания.

**Методология** - раздел гносеологии, который занимается проблемой метода познания.

3. **Проблема человека** рассматривает вопросы:

- о происхождении и сущности человека. Раздел философии, который занимается этим вопросом, называется **философской антропологией**.

4. **Проблема общества** изучает вопросы о строении и законах развития общества, его движущих силах, взаимодействие общества и человека, общества и природы. Раздел философии, который изучает эти вопросы, называется **социальной философией**;

- о смысле жизни, об идеальном обществе. Часть философии, которая занимается этим вопросом, называется **этикой**.

В процессе исторического развития философии на первый план выходили различные философские проблемы. На ранних этапах развития человечества философов занимала проблема первоначала – это продолжалось до 17 века. С 17 до 20 вв. в центре внимания оказалась проблема познания. В современное время – это проблема человека и общества.

В процессе развития конкретные естественные науки, зародившись в недрах философии, постепенно отделялись и становились самостоятельными (физика, химия, математика, биология).

В 20 в. начался еще один процесс - от философии начали отделяться и конкретные социальные науки (социология, культурология, политология).

Базовым ядром философии является учение о познании – это раздел философии, который никогда от нее не отделится.

### **Основные философские направления**

Основные философские направления - это типовые или логически возможные варианты решения основных философских проблем. У каждой философской проблемы существуют свои специфические направления:

1. По проблеме **субстанции**:

- **материализм** – это признание первоначалом материи, физического, объективного.
- **идеализм** – это учение признающее первоначалом некую духовную сущность (бог, разум, дух, душа, идея). Самый яркий представитель этого направления Гегель.

- **дуализм** (материализм и идеализм) – это учение о признании существования двух равноправных независимых друг от друга начал (материи и духа);

- **пантеизм** – это учение признающее два, неразрывно взаимосвязанных начала (дух и материя);

- **агностицизм** – это учение, считающее вопросы первоначала неразрешимыми.

2. По проблеме **познания** существует два основных направления:

- **оптимизм** – это учение признающее первоначальное познание мира.

- **пессимизм** – это учение не признающее принципиальное познание мира.

- **агностицизм** – это учение, отрицающее познание мира;

- **скептицизм** – это учение, сомневающееся в познании мира.

3. По проблеме **человека** все философские учения можно разделить на два направления:

- **гуманизм** – это учение, согласно которому каждый человек имеет право на достойную жизнь, согласно которому общество должно создать каждому человеку возможность для его всестороннего развития и возможностей для удовлетворения человеческих потребностей;

- **антигуманизм** – это учение, противоположное гуманизму.

## 5. Основной вопрос философии

**Основной вопрос философии - Отношение сознания к материи, а духа к природе.**

**Первая сторона:** Онтологическая сторона. задает вопрос: «Что первично, дух или материя?»»

**Материализм** – это признание первоначалом материи, физического, объективного.

**Идеализм** – это учение признающее первоначалом некую духовную сущность (бог, разум, дух, душа, идея). Самый яркий представитель этого направления Гегель.

**Дуализм** (от лат. dualis – двойственный) – философское учение, утверждающее равноправие двух первоначал: материи и сознания, физического и психического.

**Монизм** (от греч. monos – один, единственный) – философская концепция, согласно которой мир имеет одно начало. Таким началом выступает материальная или духовная субстанция.

**Плюрализм** (от лат. pluralis – множественный) – предполагает несколько или множество исходных оснований и начал бытия.

**Вторая сторона:** Гносеологическая сторона. Задает вопрос: «Познаваем ли мир?»»

Часть философов признают безусловную познаваемость мира для человека. Существуют философские направления, представители которых в принципе отвечают на этот вопрос отрицательно. Философское учение, считающее, что мир принципиально непознаваем, называется **агностицизмом** (от греческого а – не, gnosis – знание).

Деление философов по вопросу познаваемости мира не совпадает с их размежеванием на материалистов и идеалистов, ибо часть идеалистов признавала познаваемость мира. Тем не менее, последовательный материализм неразрывно связан с признанием познаваемости мира. Кроме того, незначительная часть философов является скептиками, отказываясь однозначно ответить на вопрос о познаваемости мира.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие исторические типы мировоззрения известны человечеству? В чем состоит их отличие и сходство?
2. Уступает ли философия религии в нравственном отношении?
3. В чем состоит специфика философского познания, каковы особенности языка философии, ее познавательных средств?
4. Как соотносятся мировоззрение и философия, мировоззрение и наука, наука и философия? Все ли люди обладают мировоззрением?
5. Можно ли философию свести к науке, к искусству, к идеологии, к общественному знанию, к гуманитарному знанию?
6. Может ли философия изменить мир? Каким образом? Возможно ли исчерпывающее понимание мира без философской рефлексии?
7. Каковы основные черты философского мировоззрения?
8. Нужна ли философия специалисту (учителю, экономисту, юристу, нотариусу, актеру и т.д.)?

## **Тема 2. СТАНОВЛЕНИЕ ФИЛОСОФИИ**

***1. Культурно-исторические предпосылки рождения философии.***

***2. Философия Древнего Востока. Древнеиндийская философия: чарвака, джайнизм, буддизм.***

***3. Философские школы в древнем Китае: конфуцианство, даосизм, моизм.***

Философия возникла примерно в одно и то же время (VIII-VII вв. до н. э.) в трех культурных центрах - Древнем Китае, Древней Индии и Древней Греции. Древнекитайская культура развивалась под знаком нерасторжимого единства философии, морали и политики, философии и житейской мудрости. Для древнеиндийской культуры была характерна органическая сращенность философии

с религией. Древнегреческая же культура поощряла и развивала непосредственную связь философии с научным знанием, его критериями, нормами, идеалами. Вот эта ориентация на научное, так или иначе проверяемое знание, демократизм общественной (полисной) жизни, а также безусловная талантливость народа Эллады и были, видимо, теми обстоятельствами, которые обусловили появление первых классических форм философствования в данном, древнегреческом, центре мировой истории. Именно в Древней Греции впервые произошло выделение философии в особую, предметно самостоятельную сферу духовно-культурной деятельности человека.

### **Древнеиндийская философия**

Древняя индийская философия представлена множеством традиций, школ, доктрин, концепций. Определяющая черта ее характера - переплетение и взаимопроникновение религиозных, моральных и собственно философских идей. Религия занимала здесь особое место. Именно религиозно-мифологическое мировоззрение задавало древним индийцам их видение мира, их высшие жизненные ценности и ориентации. Так же, как и древнекитайская, древнеиндийская философия отличалась умозрительностью, слабой связью с научным, опытным знанием, приверженностью традициям, однажды изобретенным правилам и схемам.

Все школы древнеиндийской философии различаются в зависимости от того, принимают или отвергают они духовный авторитет Вед. То или иное отношение к Ведам было принципиальным, культурно - и социально-дифференцирующим. Недаром в «Законах Ману» - древнеиндийском сборнике религиозных заповедей и предписаний сказано, что «тот дважды рожденный, который, опираясь на логику, презирает их (Веды.- П.Г.), должен быть изгнан как безбожник».

В древней Индии первые философские системы возникают на основе ведической литературы, опираются на авторитет вед и осмысливают поставленные в них проблемы. Веды обширные многослойные тексты, записанные на языке Ариев – ведическом санскрите. В целом веды представляют собой священные тексты – шрути, которые были результатом откровения мудрецов – риши и выражали идеологию брахманизма, а затем индуизма.

Веды состоят:

1. **Ригведа и Самаведа** – (самхиты) сборники гимнов в честь богов
2. **Яджурведа и Атхарваведа** – жертвенные формулы и изречения магических заклинаний и заговоров на все случаи жизни
3. **Брахманы** – мифологические, ритуальные и др. объяснения к самхитам
4. **Араньяки**, непосредственно примыкавшие к Брахманам - «лесные книги» - поучения для лесных отшельников, «ставших на путь знания»
5. **Упанишады**, примыкавшие к Араньякам и Брахманам – тексты эзотерического знания.

Школы и системы индийской философии разделяются на два больших лагеря:

1. **Ортодоксальные (астика)**
2. **Неортодоксальные (настика)**

К первой группе принадлежат шесть главных философских систем:

1. веданта
2. санкхья
3. йога
4. ньяя
5. вайшешика
6. миманса.

Они считаются ортодоксальными не потому, что допускают наличие бога, а потому, что признают авторитет вед. Гораздо последовательнее философская мысль в Индии представлена в послеведический период ее развития, когда философское мировоззрение сталкивается с мифологией и религией. Большое внимание получают неортодоксальные системы философствования как:

1. джайнизм
2. буддизм
3. чарвака – локаята.

**Чарвака (чарвака-локаята)** - пожалуй, самая неортодоксальная школа древнеиндийской философии. Как школа, даршана, т. е. доктрина с последователями, чарваки конституировались приблизительно в середине 1-го тыс. до н. э. Основателем считается полупоупендарный мудрец Брихаспати. Прямая расшифровка термина «локаята» звучит как «ограниченность миром опыта простых людей».

Чарваки высмеивали религиозные обряды жрецов-брахманов, показывали нелепость жертвоприношений. Они не верили в реальность Брахмана и Атмана, закона Кармы, рая и ада, вообще любого другого мира. Соответственно отрицали они и существование души после смерти:

Единственно реальным чарвака-локаята признавала только этот чувственный материальный мир. Он, полагала она, образовался из спонтанного соединения четырех первоначал (первоначала - махабхуты, «великие сути»): земли, воды, воздуха (ветра), огня (света). В дальнейшем некоторые представители этой школы к четырем названным первоначалам добавляли пятый - эфир. Первоначала изначально активны и самостоятельны. Каждая вещь, по учению чарваков, обладает индивидуальной природой или сущностью - свабхавой. Свабхава делает любую вещь уникальной и самодетерминированной. Внешние воздействия, чуждые природе данной вещи, бессильны изменить ее судьбу. Все, что происходит или случается в этом мире, непременно должно было произойти вне зависимости от того, хотим мы этого или нет.

Душа отождествлялась чарваками с органами чувств и умом. Вместе со смертью тела, а это не что иное, как распадение его на исходные первоэлементы, исчезает и душа.

Все знание чарваки выводили из чувств. В этом смысле они были сенсуалистами. Чарваки разработали два вида умозаключений:

1) умозаключения, основанные на данных чувственного восприятия - они доказательны, им можно доверятью

2) умозаключения, не опирающиеся на данные чувственного восприятия и потому лишенные доказательной силы, по сути ложные. (Например, брахманистское доказательство бытия Бога и бессмертия души).

Чарваки были гедонистами: смысл жизни в счастье, а счастье в наслаждении. Они прославляли естественные чувства и радости людей.

**Джайни зм** («победитель») – древняя дхармическая религия, появившаяся в Индии приблизительно в VI веке до н.э. Основателем учения считается кшатрий Вардхамана или Джина Махавира. Джайнизм проповедует ненанесение вреда всем живым существам в этом мире. Философия и практика джайнизма основаны на самосовершенствовании души для достижения всеведения, всеисилия и вечного блаженства. Всякая душа, преодолевшая телесную оболочку, оставшуюся от прежних жизней, и достигшая нирваны, называется джиной. Приверженцы системы джайнизма отвергают точку зрения чарваков, которые достоверным источником познания считают только восприятие. Они кроме восприятия допускают в качестве источников достоверного познания, логические выводы и свидетельства. Достоверное знание мы получаем тогда, когда они подчиняются логическим законам определенности. Джайнисты не верят в бога. Практикующие джайны следуют учениям 24 особых джинов, которые известны как тиртханкары («создатели переправы», «те, кто нашел и показал путь к спасению»).

**Будди зм** («Учение Просветлённого») — религиозно-философское учение (дхарма) о духовном пробуждении (бодхи), возникшее около VI века до н. э. в южной Азии. Основателем учения был Сиддхартха Гаутама.

В основе буддизма лежит учение о Четырёх Благородных Истинах:

1. Жизнь есть страдание;
2. Причиной страданий является желания;
3. Есть путь избавления от страданий;
4. Путь, ведущий к уничтожению страданий.

Предложен срединный, или Восьмеричный Путь достижения Нирваны. Этот путь напрямую связан с тремя разновидностями возвращивания добродетелей: нравственностью, сосредоточением и мудростью — праджней. Духовная практика прохождения по этим путям приводит к истинному прекращению страдания и находит свою наивысшую точку в нирване. Вслед за джайнизмом буддизм сосредотачивает свое внимание на освобождении от страданий, которыми переполнен мир. Будучи практически нравственно-этическим учением, буддизм указывает путь, ведущий к умиротворенности и к избавлению от страданий. Нужно познать благородные истины и следовать им в целях просветления и достижения сверхзнания.

### 3. Древнекитайская философия

Древняя китайская философия весьма специфична. Определяется это прежде всего ее подчиненностью политической и моральной практике. Вопросы этики, ритуала, управления страной, построения идеального общества, упорядочения отношений между «верхами» и «низами» и т. п. были в ней доминирующими.

«Знание - действие – нравственность» - эта цепочка в Древнем Китае составляла одну из главных линий философствования. Высшее знание - знание о добродетелях и правилах поведения великих людей.

В общих чертах древнекитайская космогоническая картина выглядит следующим образом: вначале был тай цзи («великий предел» - хаотически недифференцированное состояние мира, бытия); из него выделились инь и ян (две упорядочивающие силы: темное и светлое, женское и мужское, земное и небесное); закон их жизни - дао (взаимопревращение, или постоянная смена чередование инь и ян). Инь и ян вместе с опосредующим их цзы образуют триадическую спираль Дао: инь - цзы - ян. Отсюда, кстати и объяснение, почему все древнекитайские философы называются цзы: Лаоцзы, Кунцзы, Мэнцзы и т. д. Они занимают срединное, «детское» (цзы буквально - дитя) положение и являются мудрецами «центра».

Основой картины мира было учение о «пяти первостихиях» (воде, огне, металле, земле, дереве). В «Шу цзин» («Книге истории») говорится: «Первое начало - вода, второе - огонь, третье - дерево. Четвертое - металл и пятое 12; земля. [Постоянная природа] воды - быть мокрой и течь вниз; огня - гореть и подниматься вверх; дерева - [поддаваться] сгибанию и выпрямлению; металла - подчиняться [внешнему воздействию] и изменяться; [природа] земли проявляется в том, что она принимает посев и дает урожай».

К специфике древнекитайской философии следует отнести и ее сущностную обращенность к прошлому, в прошлое, идеализация глубокой древности, «золотого века» совершенномудрых правителей - Яо, Шуня и Вэнь-вана. Ярким выражением этой обращенности был культ предков, состоявший в признании влияния умерших, их духов, на жизнь и судьбы потомков.

Для китайской древней философии характерна также тесная связь с мифологией, мифами. Важным, системообразующим элементом мифологии была божественная сила неба. Древние китайцы свято верили в то, что все в мире зависит от предопределения или воли неба. Земля, мир для них всегда - Поднебесная. Сыном неба перед своими подданными выступал государь, правитель. Его почитали как высшего посредника между людьми и небесными духами. К особенностям древнекитайской философии необходимо причислить также слабую разработку вопросов логики, равно как и сознания, мышления, познания. Дополнительным препятствием на пути выработки и развития логико-философской терминологии был иероглифический характер китайской письменности.

Расцвет древнекитайской философии приходится на VI-III вв. до н. э., которые по праву называют золотым веком китайской философии. Здесь целое созвездие

имен: Лаоцзы, Кунцзы (Конфуций), Моцзы, Чжуанцзы, Мэнцзы, Сюньцзы, Шан Ян и Хань Фэйцзы. Мы остановимся только на первых двух -Лаоцзы и Конфуции как наиболее представительных, репрезентативных, для всей древнекитайской философии.

### **Конфуцианская философская традиция**

Конфуций (551-479 до н. э.), конфуцианство - визитная карточка китайской философии в целом. Главная работа великого Кунцзы (так в Китае называют Конфуция) – «Лунь юй» («Беседы и высказывания»), представляет собой собрание нравственных поучений, записанных и систематизированных, кстати, его учениками. Эту книгу всякий образованный китаец стремился знать наизусть. Высшая сила, сила судьбы для Конфуция - Небо. Оно следит за справедливостью на земле, определяет для каждого человека его место и роль в обществе, в частности принадлежность к «благородным» или «низким». Только при соблюдении воли Неба государство может быть сильным, а общество - богатым. Первейшая обязанность человека - постигать и выполнять волю Неба. Сам Конфуций познал волю неба в 50 лет, что и сделало его проповедником.

В центре внимания конфуцианства - вопросы воспитания, нравственно-духовного роста человека. Индивид должен жить в согласии с людьми и с самим собой, быть человеколюбивым, соблюдать «золотую середину», пролегающую где-то между несдержанностью и осторожностью. Человеколюбие, золотая середина и взаимность составляют вместе «правильный путь» - дао, которому должен следовать всякий, кто хочет жить счастливо.

Важное качество воспитанного человека - благопристойность, состоящая в соблюдении приличий, ритуалов. Учитель настаивал: «На то, что не соответствует ритуалу, нельзя смотреть; то, что не соответствует ритуалу, нельзя слушать; то, что не соответствует ритуалу, нельзя говорить; то, что не соответствует ритуалу, нельзя делать». К ритуальности, ритуалистике сведено во многом и человеколюбие: «Сдерживать себя, с тем, чтобы во всем соответствовать требованиям ритуала, - это и есть человеколюбие». Главное моральное правило конфуцианства – «не делай другому того, чего не желаешь себе».

Идеалом морального и воспитанного человека, т. е. личностью нормативной, для Конфуция был «благородный муж» (т. е. муж благородный, следует долгу и закону, живет в согласии с другими людьми, но не следует слепо за ними). Он противопоставлялся простолюдину или «низкому человеку», который думает только о том, как бы получше устроится да извлечь выгоду, следует во всем за другими, но не живет в согласии с ними. О первом нельзя судить по мелочам и ему можно доверять большие дела, второму же нельзя доверять большие дела, но о нем можно судить по мелочам.

При всех отклонениях от традиции, нормы следует в точности к ним возвращаться. Государь всегда должен быть государем, сановник - сановником, отец

- отцом, сын - сыном. Во 2 в. до н. э., в эпоху Хань, конфуцианство обрело статус официальной идеологии. Этот статус оно сохраняло до 1949 г. Мощное мировоззренческое влияние конфуцианства на культуру китайцев остается фактом и сегодняшнего дня.

**Леги зм** — философская школа эпохи Чжаньго (Воюющих царств), известная также как «Школа законников». Крупнейший представитель раннего легизма и основоположник учения — Шан Ян (ок. 390—338 гг. до н. э.) — инициатор знаменитых реформ, узаконивших в стране частную собственность на землю. Основной идеей школы было равенство всех перед Законом и Сыном Неба. Любой простолюдин имел право дослужиться до первого министра. Легисты прославились тем, что когда они приходили к власти, то устанавливали крайне жестокие законы и наказания.

Легизм противопоставил конфуцианскому «ли» закон «фа», воспитанию и убеждению – наказание и принуждение. Человек злое существо, от рождения стремящееся к выгоде и превосходству. Доброе и гуманное отношение к нему толкают его на преступления. Поэтому условием общественного порядка являются жестокие карательные меры даже за мелкие проступки, всеобщая разобщенность, подозрительность, доноительство. Злая человеческая природа, по Хан-Фэй-цзы, не может быть изменена к лучшему, а только обезврежена с помощью карательных законов.

В II в. до н.э. легизм сливается с конфуцианством, возведенным на уровень официальной государственной идеологии Китая. В этом неоконфуцианстве сливаются, воедино «ли» и «фа», этикет и закон, убеждение и принуждение.

### **Философия древних даосов**

Основателем даосизма считается Лао-цзы (VI-V вв. до н. э.) - старший современник Конфуция. Его основная работа – «Дао дэ цзин» («Книга о дао и дэ»).

Само название школы - даосизм - говорит о том, что ключевое понятие здесь «Дао». Как представление «Дао» возникло в мифологическом лоне древнекитайской философии. Дао - это начало и конец всех вещей, всеобъемлющий закон мироздания, принцип бытия космоса, общества и человека. Оно бестелесно, едино, вечно и безымянно. В нем не только начало, но и конец всего сущего. Все вещи совершают круг развития (бытие - небытие - снова бытие), и этот круг - результат метаморфоз или трансформаций Дао. Дао - путь, по которому должно следовать все сущее, включая самого человека. Иными словами, оно управляет миром и жизнью людей. Дао первично по отношению ко всему существующему, даже Богу. «Я не знаю, - говорит Лао-цзы, - чье оно порождение, я лишь знаю, что оно предшествует небесному владыке».

На уровне вещей Дао сопровождает Дэ. Дэ - это благая мощь (дэ буквально переводится как «добродетель») Дао, посредством которой оно являет себя миру.

Знание о Дао состоит в молчании: «...Тот, кто знает, не говорит. Тот, кто говорит, не знает». Такое, «молчаливое», знание доступно не всем, а только совершенномудрым. За борьбой им видится гармония, за движением - покой, за бытием - небытие. Главное качество даоса-мудреца - победоносное недеяние или деяние без борьбы. Мудрец такого масштаба «не борется, но умеет побеждать». Недеяние - высший принцип даосской доктрины управления. Мудрый правитель - тот, кто предоставляет всему идти своим чередом, спонтанным и естественным путем. Он ни во что не вмешивается, он не мешает Дао. О совершенномудром правителе «народ знает лишь то, что он существует». «Когда правительство спокойно, - читаем мы в «Книге о дао и дэ», - народ становится простодушным. Когда правительство деятельно, народ становится несчастным». Спонтанное и естественное идет всегда с частицей «не»: недеяние, неслужение, незнание, ненасилие и т. д.

**Мои зм** - древнекитайская философская школа, разрабатывала программу усовершенствования общества через знание. Основатель философской школы — древнекитайский мыслитель Мо-цзы (490/468 – 403/376 гг. до н.э.).

Учение философа дошло до нас в трактате «Мо-цзы». Своеобразие учения Мо-цзы заключается в принадлежащей ему универсалистской этической доктрине, утверждающей принцип равной и всеобъемлющей любви. Если Конфуций проводил различие между любовью к семье и родителям и любовью к иным ближним, Мо-цзы призывал одинаково любить всех без различия. Зло, царящее в мире, проистекает из всеобщего разъединения – из противопоставления своих чужим, из господства сильных над слабыми, умных над глупыми. Для того, чтобы изменить положение и достигнуть всеобщей гармонии и счастья надлежит изменить первоначальный принцип, порождающего все прочее зло – надлежит научиться относиться к другим как к своим, любить чужого как своего. Таково конечное стремление Неба, которое в своем каждодневном проявлении реализует этот всеобщий принцип, всем равно посылая свет и тепло, пропитание и надежду. Правители, осознав истинный принцип, должны с помощью наград и наказаний побудить людей возлюбить ближних своих как самих себя, чужих как своих.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как понимали природу человека древнекитайские философы? В чем суть расхождений по данной проблеме между конфуцианцами и легистами? В чем состоит отличие «фа» легистов от «ли» конфуцианцев?
2. Почему даосисты противопоставили идеал «совершенно мудрого человека» конфуцианскому идеалу «благородного мужа»?
3. Как следует понимать основополагающий принцип буддизма: «Жизнь – страдание, причина страданий-желание»?
4. В чем видели смысл жизни чарваки? Можете ли вы согласиться с таким пониманием смысла жизни? Кто и как может достичь состояния нирваны?

5. В чем смысл индийского дуализма? В чем состоит противоположность понятий «праkritи» и «пуруша»?

### Тема 3. Античная философия

*1. Космоцентрический характер древнегреческой философии.*

*2. Учение о бытии и проблема начала в античной философии. Милетская школа и пифагореизм.*

*3. Период классической философии античности.*

*4. Основные направления философии эллинизма: эпикуреизм, стоицизм, скептицизм и неоплатонизм.*

#### 1. Космоцентризм и натурфилософия древних греков

Античной называют философию Древней Греции и Древнего Рима. Античная философия возникла как стихийно-диалектическая натурфилософия. У античной, греко-римской древности много общего с восточной (китайской и индийской). Греко-римскую философию отличает прежде всего **историзм**. Она более быстро и менее болезненно переходила от одного этапа своего развития к другому, оставаясь все время открытой критике, поиску нового и оригинального. Ее отношение к прошлому было уважительным, но не апологетичным.

Античная философия стремилась быть как можно более свободной от мифа, веры и фантазии, всецело полагаясь (в тенденции, конечно) на разум (логос) и рациональный метод познания. Было все это и на Востоке, но только в зачаточном, эмбриональном виде, скажем мягче и точнее, не в таких развитых формах. Ориентация на разум-логос подкреплялась здесь активной разработкой законов и форм правильного мышления, рациональной аргументации, т. е. логики. Основателем этой науки, науки Логике по праву считается Аристотель - один из величайших умов Древней Греции. Его логические построения по-прежнему современны, хотя им уже более двух тысяч лет.

Античная культура не знала священных книг, канонизированных текстов, а значит догм и образцов, строго и ревностно охраняемых кастой жрецов. Священные тексты для греков, в меньшей степени римлян, заменяли «Илиада» и «Одиссея» Гомера, а также «Труды и дни» и «Теогония» Гесиода. Отсутствие догм, или непреложных истин, и их хранителей позволяло философии оставаться свободным, ничем и никем искусственно не ограниченным занятием.

Возникновение античной философии связано с кризисом мифологического сознания. Относится к 7-6 в до н. э.

Причины кризиса:

- Разложение родовых и возникновение рабовладельческих отношений;
- Невозможность с помощью мифологии ответить на следующие вопросы, ставшие перед людьми.
- Происходит переход от традиционного мышления к самостоятельному;

- Вместо образов стали мыслить абстрактными понятиями.

### **Черты античной философии:**

- Сильная связь с мифологией;
- Космоцентризм, т.е. мир – это единый космос, кроме него и вне его ничего нет, всё находится в нём, даже Боги; он никем не сотворён, всегда был и всегда будет; Космос мыслится по аналогии с человеком, он имеет тело, душу и разум.

Античные философы были заняты поисками первоосновы мира, его вечного и неизменного начала. Таким началом у Фалеса была вода, у Анаксимена – воздух, у Гераклита – огонь и т.д. Подобные взгляды получили название натурфилософии. В наиболее развитом виде античная натурфилософия представлена в атомистическом учении Демокрита и Эпикура.

### **Периодизация античной философии**

Античная греческая и Греко-римская философия имеют более чем тысячелетнюю историю, начиная с VI в. До н.э. и до 529 г. н.э., когда император Юстиниан закрыл языческие школы, разогнав их последователей. Выделяют следующие периоды:

**1. VII-V вв. до н.э. – этап становления древнегреческой философии (эпоха «натуралистов»), с его проблемами физиса и космоса, где действуют ионийцы, пифагорейцы, элеаты, плюралисты и физики-эκλεκтики.** На этом этапе формулируется философское мышление, возникают первые философские школы. Милетская школа – (Фалес, Анаксимен, Анаксимандр); пифагорейская (Пифагор, Филолай); элейская (Парменид, Зенон Элейский); философия Гераклита из г. Эфеса; философия Демокрита из г. Абдеры.

**2. V-IV вв. до н.э. – классическая философия эпохи расцвета Древней Греции, так называемый гуманистический, герои которого – софисты и в особенности Сократ, впервые попытавшего определить сущность человека.**

**3. Классический период большого синтеза Платона и Аристотеля, характеризующийся открытием сверхчувственного и органической формулировкой основных философских проблем.**

Второй, третий этапы: Сократ, Платон, Аристотель – время наивысшего расцвета греческой философии, очень короткий период – примерно полтора столетия.

**4. III в. до н.э. – V в. н.э. (центр перемещается из Греции в Рим) – эллинистически-римский период в развитии античной философии, эпохи завоеваний Александра Македонского и до конца языческой эры – кинизма, эпикуреизма, стоицизма, скептицизма и, наконец, эклектицизма.**

**5. Религиозный период античной языческой мысли – возрождающегося неоплатонизма и его модификаций.** В сферу философских проблем добавляется проблема религии.

**6. Христианская мысль в ее зарождении и попытке рационально сформулировать догму новой религии в свете категорий греческой философии**  
**Четвертый, пятый, шестой этапы: Сенека, Эпикур, Плотин,...**

Наиболее оригинальные философские течения этой эпохи:

1. стоицизм (Зенон Стоик, Сенека, Марк Аврелий);
2. эпикуреизм (Эпикур, Лукреций Кар);
3. скептицизм (Пиррон, Тимон, Секст Эмпирик);
4. неоплатонизм (Плотин).

**2. Учение о бытии и проблема начала в античной философии.**

**Милетская школа и пифагореизм.**

Первые философы-досократики были натуралистами не в том смысле, что первооснову они не отселяли от мира, но в том, что, по их мнению, оно есть сущность мира, т.е. оно является понятием пантеистического типа.

**Фалес Милетский** из Ионии, с которого начинается греческая философия жил в конце VII и в начале VI вв. до н.э. Философ, ученый, политик. Он полагал первопричиной всего **воду**. Праоснова, то из чего истекает все сущее и то, во что все разрешается, Фалесом была обозначена термином **«физис»**, в первоначальном смысле – первично и постоянно в противоположность тому, что вторично, производно и преходяще.

Не стоит думать, что вода Фалеса то, что мы пьем. Фалес мыслил воду как **«физис»** - жидкий, текущий, а то, что мы пьем, - лишь одно из его состояний.

**Анаксимандр** известен как ученик **Фалеса**. Известен фрагмент из его трактата «О природе», первого в западной философии традиции научного сочинения в прозе. Термин, употребляемый Анаксимандром, - **апейрон**, - означает нечто, лишённое границ, дает начало другим вещам, ограничивая их различным образом. **Апейрон** обнимает и окружает, управляет и поддерживает все в качестве детерминирующего; все вещи производятся им, сосуществуют с ним и в нем. Это бесконечное начало выступает как божественное, ибо оно бессмертно и неразруσιμο.

В том же Милете в IV в. до н.э. жил Анаксимен, ученик Анаксимандра.

Анаксимен полагал, что первоначало бесконечно, но это бесконечное – **воздух**-безграничная субстанция.

**Между VI и V веками до н.э. в Эфесе жил Гераклит**. Он написал книгу «О природе». В двух его известных фрагментах читаем : «Нельзя войти в одну и ту же реку дважды и нельзя тронуть дважды нечто смертное в том же состоянии, но, по причине неудержимости и быстроты изменения, все рассеивается и собирается, приходит и уходит»; «Мы входим и не входим в одну и ту же реку, мы те же самые и не те же самые». Гераклит первым делает глубокий и смелый вывод; к становлению как непрерывному переходу от одной противоположности к другой: холодные вещи раскаляются, горячие охлаждаются, влажные высыхают, сухие

увлажняются, юнец дряхлеет, живой умирает и так далее. Между противными сторонами вечно идет война. Но речь идет о такой войне, которая в какой-то момент есть мир, т.е. контраст, который вместе с тем и гармония. Вечное течение вещей и универсальное становление раскрываются как гармония контрастностей, как вечное умиротворение воюющих сторон, примирение спорщиков, и наоборот.

Гераклит полагает огонь фундаментальным началом, а все остальное рассматривает как трансформация огня. Огонь наиболее явным образом воплощает характеристики вечного изменения, контраста и гармонии.

**Пифагор родился на Самосе.** Расцвет его жизни приходится на 530-е годы до н.э., а смерть – на начало V века до н.э. После многих лет странствий он обосновал школу, о которой Аристотель говорил: «Пифагорейцы стали первыми математиками...».

Пифагорейцы утверждали, что число – начало всех вещей. Число они понимали, как нечто реальное, более того, оно реальнее, нежели вещи, и лишь в этом смысле понимаемо как начало, образующее вещи. Следовательно, число не есть аспект, который мы умственно извлекаем из вещей, но реальность, «физис» вещей.

Открытие того, что в основе всего лежит математическая регулярность: звуки и музыка, которой они много занимались как средством очищения, катарсиса, переводимы в числовые соотношения: разность звуков, вызываемых ударами молоточков, зависит от разности их веса (определяемого в числах), разница звучания разных струн музыкального инструмента зависит от разницы длин этих струн. Были открыты числовые пропорции в универсальных феноменах: год, сезон, месяцы, дни и так далее. Инкубационные периоды зародышей животных, циклы биологического развития, оказывалось, также регулируются числовыми законами.

Блестящим завершением поиска первосущностей, "корней вещей" стал атомизм

Левкиппа и Демокрита. Мир, настаивали эти философы, состоит из атомов и пустоты. Все изменения в нем происходят вследствие соединения, разъединения, различных положений, притяжений и отталкиваний атомов. Атомы неделимы (atomos по гречески неделимый), непроницаемы, неизменны, вечны и невидимы по причине своей малости. Число их бесконечно. Гладкие, сферические, легко воспламеняющиеся атомы образуют душу. Познание совершается в результате того, что атомы тел испускают флюиды, которые улавливаются нашими органами чувств.

Учение атомистов легло в основу позднейшего европейского научного мировоззрения, стало неотъемлемой чертой самого образа науки.

### **3. Период классической философии античности.**

#### **Нравственная философия Сократа**

Сократ (469 - 399 гг. до н. э.) - звезда первой величины на небосклоне Древней Греции. Философский интерес Сократа к проблематике человека и человеческого познания знаменовал собой поворот от прежней натурфилософии к философии практической, моральной. Сократа мучает другая проблема: «В чем природа и

последняя реальность человека?». В молодости Сократ посетил Дельфы и его поразило изречение, начертанное над входом в храм Аполлона: «Познай самого себя» Этот призыв Сократ сделал своим девизом. Познай самого себя, а через это - смысл, роль и границы человеческого познания вообще, по сути, весь мир и свое место в нем.

Сократ считал, что он мудрее других не потому, что он действительно мудр, а потому, что он знает, что его мудрость ничего не стоит перед мудростью Бога. Отсюда его знаменитое изречение: «Я знаю, что я ничего не знаю». Истинное знание - знание в сущности божественное, от Бога. Оно не имеет ничего общего с мнением толпы, случайными влечениями и переменчивыми чувствами. Человек не может сравняться с Богом в мудрости, но и того, что ему доступно, достаточно для нравственной жизни. Добро и зло, по Сократу, - следствие наличия или отсутствия знания, познания.

Сократом сформулирован вопрос: «Что есть сущность человека?» Его ответ: сущность человека – его душа (разум), которую надо совершенствовать через познание. Под душой он понимает наш разум, мыслящую активность и нравственно ориентированное поведение. Если сущность человека - это его душа, то в особой заботе нуждалось не столько его тело, сколько душа и высшая задача воспитателя – научить людей возвращению души. Сократ разработал метод познания – диалектику, которую он понимал, как искусство отстаивать истину в споре с оппонентом. Сократ утверждал, что добродетель всегда следствие знания, а порок – следствие невежества.

Из тезисов Сократа следуют выводы, часто называемые «парадоксами», которые здесь уместно будет прояснить.

1. Добродетель (мудрость, справедливость, постоянство, умеренность) есть всегда знание, порок – это всегда невежество.

2. Никто не грешит сознательно, а кто совершает зло, делает это по незнанию.

Эти два положения получили название «сократовского интеллектуализма», который сводит моральное благо к факту сознания, из чего еще не ясно, почему можно знать добро и не делать его.

3. До Сократа общепринятым было представление о различных добродетелях в их множественности. Одна справедливость, другая – честность, третья – воздержанность, четвертая умеренность, пятая – мудрость и т.д. Более того, добродетели воспринимались как основанные на привычках, обычаях и как принятые в обществе. Сократ же попытался подчинить все, относящееся к человеческой жизни и ее ценностям, власти разума.

Диалектика как метод Сократа связана с его открытием сущности человека как «психэ», ибо замечательным образом был найден способ освободить душу от иллюзий знания. По целям метод Сократа имеет этическую природу (воспитание души) и лишь во вторую очередь он логический и гносеологический. беседовать

(быть в диалоге) с Сократом означало держать «экзамен души», подвести итог жизни, выдержать именно «моральный экзамен». Диалектика Сократа состоит из двух существенных моментов: «опровержения» и «майевтики». Чтобы осуществить это, Сократ применяет маску «незнания» и наводящее страх оружие – иронию (симуляцию).

### Учение Платона об идеях

После казни Сократа один из его лучших учеников Аристокл, получивший за свои широкие плечи прозвище **Платон** («широкоплечий» или «широколобый»), надолго покинул Афины. Тяжело переживая смерть учителя, Платон (427-347 д.н.э) 12 лет странствовал по Средиземноморью, общаясь с крупнейшими учеными и философами. За это время он испытал и почести, и унижения. И даже был продан в рабство. Но после того как его выкупили, он приехал в Афины и в 386 году до и. э. основал свою школу-Академию (сущ. более 900 лет), а члены школы стали называться академиками.

Философское наследие Платона обширно. Оно составляет 34 произведения, которые почти целиком сохранились и дошли до нас. 23 из них, бесспорно, принадлежат Платону, авторство же остальных у историков философии вызывает дискуссии. Эти произведения написаны в основном в форме диалога, а главным действующим лицом в них по большей части является Сократ.

Платон стал первым греческим философом, создавший целостную концепцию объективного идеализма, суть которого состоит в том, что **мир идей, понятий, мыслей признается им в качестве первичного по отношению к миру вещей**. Он полагал, что существует сверхчувственный мир, который представляет собой идеальную целостность и постигается только понимающим умом. Этот мир есть «идеи в себе и для себя», которые находятся поверх физического космоса. Мир идей вечен (т.е. не порождён) и неизменен (неразложим). Мир идей, по Платону, иерархизирован таким образом, что на вершине его находится идея Блага. Свои идеи Платон поместил в «место над небесами»; названное им **Гиперуранией**.

Материальное бытие создается Творцом. Этим Демиургом является разум, творческий ум. Он создал учение об идеях – бестелесных сущностях (образах) классов вещей и явлений. Конкретные вещи представляют собой лишь слабые копии (тени) совершенных идей, пребывающих в наднебесных сферах. Наивысшей идеей является идея блага. Демиург создаёт физический мир по идеальным образцам (идеям) и приводит вещи из беспорядка в порядок. Идея — это чистая форма Прекрасного в себе, гармоничный и совершенный образ. Материальный мир создается из мира необходимости, хаоса, бесформенного движения, которые противоположны идеям и самому Демиургу.

Теория познания Платона - «врождённые идеи», припоминая которые, он открывает для себя мир. Прежде чем познать вещь во всех проявлениях следует знать смысл вещи, т. е. нужно умом созерцать идеи.

Ложь есть то, чего нет, т. е. она — небытие. Знать же небытие невозможно. Отсюда, если мы не знаем, что такое ложь, то мы не можем знать и то, что такое истина.

### Учение Аристотеля о материи и форме

Аристотель - самый универсальный ум античности, в известном смысле ее вершина. Он жил с 384-го по 322-й г. до н. э. Родной город (полис) Аристотеля - Стагира. Отец Аристотеля Никомах - врач на службе у македонского царя Аминты, отца Филиппа. Сам Аристотель с 343-го по примерно 340-й г. до н. э. был воспитателем сына царя Филиппа Македонского - Александра. Впоследствии крупнейший полководец и государственный деятель древнего мира скажет: «Я чту Аристотеля наравне со своим отцом, так как если отцу я обязан жизнью, то Аристотелю тем, что дает ей цену».

Семнадцати лет Аристотель прибыл в Афины и вступил в Академию Платона, где пробыл в течение 20 лет - как слушатель, затем преподаватель и равноправный член содружества философов-платоников. В 335 г. до н. э. Аристотель основал в Афинах собственное учебное заведение, названное Ликеем. Обучение происходило во время прогулок по тенистому саду, поэтому школа Аристотеля называлась «перипатетической» (т. е. «прогулочной»), а члены школы – «перипатетиками», т. е. «прогуливающимися».

Аристотель был, несомненно, самым гениальным из всех учеников Платона. Он высоко ценил, но отнюдь не повторял, более того - критиковал своего великого учителя. «Платон мне друг, но истина дороже» - это изречение Аристотеля вошло в общее употребление, стало крылатым. Аристотель отвергает учение об идеях как сверхчувственных умопостигаемых предметах.

**Сущность (субстанция)** - единичное, обладающее самостоятельностью, в отличие от состояний и отношений, которые являются изменчивыми и зависят от времени и места, от связей с другими сущностями. Аристотель создает первую в истории систему логики - **силлогистику**, главная задача которой становление правил получения достоверных выводов из определенных посылок. Для логики Аристотеля характерно убеждение в том, что сущность первичнее отношений.

Вопрос о том, что такое бытие, Аристотель предлагал рассматривать путем анализа высказываний (по греч. категорий) о бытии - здесь очевидна связь теории силлогизма и аристотелевского понимания бытия.

В учении о познании Аристотель отличал знание достоверного (аподейктика) от знания вероятного, относящегося к области –мнения|| (диалектика).

Аристотель разделял науки на три больших раздела:

1. теоретические науки, т.е. те, которые ведут поиск знания ради него самого;
2. практические науки, которые добиваются знания ради достижения морального совершенствования;

3. науки продуктивные, цель которых – производство определенных объектов.

По критерию ценности и достоинства выше других стоят науки теоретические, образованные из метафизики, физики, психологии и математики.

Что же такое метафизика? Известно, что термин «метафизика» введен он либо перипатетиками, либо в связи с изданием сочинений Аристотеля Андроником Родосским в 1 веке до н.э. Сам Аристотель употреблял выражение «первая философия» или «теология» в отличие от второй философии как физики. «Первая философия» - это наука от реальности по ту сторону физической». Собственно аристотелевский смысл этого понятия означает любую попытку человеческой мысли выйти за пределы эмпирического мира, чтобы достигнуть метаэмпирической реальности.

Итак, метафизика – это исследование первых причин.

Аристотель признавал 4 причины:

- 1) материю
- 2) форму
- 3) начало движения
- 4) цель.

Материя (от греч. – лес как строительный материал) - пассивная возможность (потенция) становления. Материю должна ограничить форма, которая и превращает нечто лишь потенциальное в актуально сущее.

Форма - активное начало, начало жизни и деятельности, а потому - это субстанция в полном смысле слова. Материя - начало пассивное. Материя бесконечно делима, она лишена в самой себе всякого единства и определенности, форма же есть нечто неделимое и, как таковая, тождественна с сущностью вещи. Аристотель делит сущности на низшие (состоят из материи и формы), каковы все существа чувственного мира, и высшие - чистые формы. Вся природа - последовательные переходы от материи к форме и обратно, живая связь всех единичных субстанций, определяемая чистой формой, составляющей начало движения, причину и конечную цель всего сущего. Целесообразность (телеология) - фундаментальный принцип онтологии Аристотеля.

По Аристотелю бытие имеет много смыслов и сгруппировал по четырем позициям:

1. бытие как категории (или бытие в себе),
2. бытие как акт и потенция,
3. бытие как акциденция,
4. бытие как истина (небытие как ложь)

Категории представляют главную группу значений бытия, или, высшие роды бытия. Их десять:

1. Субстанция, или сущность.
2. Качество.

3. Количество.
4. Отношение.
5. Действие.
6. Страдание.
7. Место.
8. Время.
9. Иметь.
10. Покоиться.

В учении об обществе Аристотель считал государство не просто средством обеспечения безопасности индивидов и регуляции общественной жизни с помощью законов, но видел высшую цель государства в достижении добродетельной жизни, следовательно, счастливой. Признавал необходимость и законность рабовладения, доказывал, что отношения рабовладения укоренены в самой природе.

В учении о душе Аристотель дает типологию различных уровней души - растительная, животная и разумная. Низшая - растительная - ведаёт функциями питания роста и размножения, общими для всех живых существ. Разумной душой обладает только человек, ей присущи высшие способности - рассуждение и мышление. Разум по Аристотелю вечен и неизменен, он один способен к постижению вечного бытия и составляет сущность высшей формы, которая свободна от материи. Разум - вечный двигатель, которым движется все живое в мире. Этот высший разум по Аристотелю - деятельный, созидательный. В человеке бессмертен только разум: после смерти тела он сливается с вселенским разумом.

### **Другие школы античной мысли: киники, эпикурейцы, стоики**

Киники (супісі), наиболее значительная сократическая школа греческой философии. Главные представители кинийской школы – Антисфен и Диоген Синопский. Согласно учению киников конечная цель человеческих устремлений – добродетель; она совпадает со счастьем. Добродетель заключается в умении довольствоваться малым, избегать зла: добродетели научаются, однако для этого нужно не столько знание, сколько сила воли; проявляется добродетель в поступках. Умение довольствоваться малым обеспечивает независимость, считают киники. Но независимость киников означала и отрицание культуры, искусства, семьи, государства, имущества, науки и обществ.

Эпикур (342-270 гг. до н. э.) родился на острове Самос, затем переехал в Афины, где организовал философскую школу, названную Садам (она действительно располагалась в саду на окраине Афин, вдали от шума городской жизни).

Эпикур - представитель античного атомизма. Принимая исходные положения Демокрита, Эпикур стремился доказать, что причинная необходимость всех явлений, как на том настаивал Демокрит, не отрицает возможности человеческой свободы. Эпикур полагает, что движение обусловлено внутренним свойством атома - его тяжестью. Но главное из того нового, что внес Эпикур в атомистическое

учение Демокрита, - это идея самопроизвольного отклонения атомов от прямолинейного пути, вертикального падения в пустоте. Идея самодвижения атомов, особенно атомов души - необходимое условие человеческой свободы. Спонтанное «уклонение» атома от объективно свойственного ему прямолинейного движения можно рассматривать как физическое обоснование свободы воли.

Теория познания Эпикура сенсуалистична. Чувства не ошибаются, заблуждения «всегда лежат в прибавлениях, делаемых мыслью», т. е. они проистекают из произвольного толкования ощущений.

Зенон из Китиона 4 в. до н. э. основал школу стоиков. Проводил свои лекции в некоем Портике – в переводе с греч. «Стоя». У стоиков мир есть единое тело, пронизанное одушевляющим его огневидным дыханием – «пневмой», Логосом, Богом. «Бог - созидатель, разумный огонь, временами порождающий космос, содержащий в себе семена разумные всех вещей, согласно которым рождается все», - гласит один античный источник. Как видно уже из приведенной цитаты, стоики полагали, что развитие мира происходит циклически. Каждый цикл начинается с космического воспламенения. Мир, сгорая, очищается, остается лишь пламя. На пепле возрождается новый мир, все повторяется сначала.

Бог - во всем и Бог - все, считали стоики. Быть в Боге, значит, быть заодно с миром, космосом. Перед нами ничто иное, как пантеизм.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Почему первые философы опровергают традиционный, мифологический взгляд на мир и место человека в нем?
2. Объясните смысл слов Гераклита: «В ту же реку вступаем и не вступаем, существуем и не существуем».
3. Кто, почему и как доказывал неизменность бытия и мышления?
4. Как вы понимаете призыв Сократа «Познай самого себя»? В чем сущность взглядов Сократа?
5. В споре софистов и Сократа на чьей стороне находятся ваши симпатии и почему?
6. В чем состоит коренная противоположность взглядов Демокрита и Платона?

### **Тема 3. ФИЛОСОФИЯ СРЕДНИХ ВЕКОВ**

1. **Средневековая западная философия. Патристика и схоластика.**
2. **Спор о природе общих понятий: реализм и номинализм.**
3. **Философия исламского мира: мутазилизм, калам, суфизм, перипатетизм.**

#### **1. Средневековая западная философия. Патристика и схоластика**

Средневековье - это целое тысячелетие, начала и концы которого имеют очертания конкретных исторических событий: падение Рима (476 г.) и падение Византии (1453).

Культурной доминантой средних веков была религия. Средневековое мышление, в т. ч. и мышление философское, обладало рядом отличительных особенностей. Главная из них - **теоцентризм**. Все определяет в конечном счете Бог, а не природа, физис, как в античности (античность в этом плане была космо- или природоцентрична). Религия, церковные догмы были исходным пунктом и основой всякого мышления. Авторитетом истины становилось только то, что было освящено Библией и трудами святых отцов. Истину не надо было искать и открывать - она уже дана в Священном Писании, ей нужно только причаститься, полагаясь при этом не столько на ум, сколько на сердце. **Философия выступала служанкой теологии**. Служанка эта, правда, была не во всем послушна. Под внешним религиозным смирением нередко кипели отнюдь не религиозные страсти.

Средневековое мышление отличалось также **психологической самоуглубленностью**. «Не блуждай вне, но войди вовнутрь себя», - призывал Аврелий Августин в своей книге «Исповедь».

К типологическим чертам средневекового мышления определенно относится **историзм** (правда, эсхатологический), вызванный уникальностью факта явления Христа как начала истории. Средневековье было проникнуто ожиданием страшного суда, размышлениями о конечной цели земной судьбы человека, мира в целом.

**Символизм**: Все явления мира - знак и символ божественного присутствия, творения и неоставления. Постигание смысла божественных символов - основная задача любого - и «светского», и религиозного - мыслителя. Главные символы были представлены текстом Библии. Предельной реальностью для средневекового человека был Бог, ближайшей - его Слово. «Вначале было Слово...».

Поскольку Слово лежало в основании мира и было общим для всего сотворенного, то оно предопределило рождение проблемы существования этого общего, иначе называемой **проблемой универсалий** (от лат. *universalia* - всеобщее). В решении этой проблемы обозначились три подхода: **реализм, номинализм и концептуализм**. **Реалисты** настаивали на существовании общего (универсалий) до и вне отдельных вещей - в форме мыслей-слов самого Бога. Средневековый реализм продолжал по существу линию Платона в решении вопроса о соотношении идей и вещей. В противоположность реалистам **номиналисты** стремились доказать, что общее (универсалии) - это всего лишь имена, словесные метки, что в действительности или реально существуют только единичные вещи. «Универсалии» - общие понятия, это - слова и даже «звуки голоса», - «номена» (*nomina*). Отсюда и «номинализм». Крайности реализма и номинализма по своему пытались преодолеть **концептуализм**. Концептуалисты исходили из того, что общее существует в самих вещах и выделяется нашим умом, когда мы эти вещи изучаем, в виде концепта (лат. *conceptus* - понятие), выражаемого словом (именем). То есть общее (универсалии) не

обладает самостоятельным существованием, однако оно реально существует в сфере ума в качестве категорий, или общих понятий, представляющих собой результат его, ума, абстрагирующей (обособляющей и обобщающей) деятельности.

Сквозная тема средневековой философии - **соотношение знания и веры**. Тут наблюдается развитие от «верую, чтобы понимать», через «понимаю, чтобы верить», до двойственной или двойной истине (взаимная независимость истин философии и богословия). В 1512 г. 5-ый Латеранский собор римской католической церкви «положил конец» дискуссии о двух истинах, провозгласив принцип «истина истине не противоречит».

Средневековая философия квалифицируется в целом как схоластическая. **Схоластика** - это тип религиозной философии, характеризующейся соединением догматики с рационалистической методикой, прежде всего ее формально-логическим инструментарием. Буквальный же смысл термина «схоластика» - «школьная, учебная» философия, преподаваемая в университетах и школах. Все, кто занимался науками и особенно философией в средние века, были «схоластиками».

Философия западноевропейского Средневековья возникла и развивалась в течение четырех исторических периодов:

1) **Подготовительный этап (II–VIII вв.)**, в течение которого постепенно формируется культура и философия Средневековья.

2) **Ранняя схоластика (IX–XII вв.)**, в которой знание и вера практически не разделены, хотя происходит четкое осмысление специфической ценности и таких же результатов деятельности рассудка.

В этот период Абельяром был создан основной схоластический метод познания истины («да и нет»), сводящийся к тому, что при решении любой проблемы мы должны сначала выслушать авторитетов, говорящих «за», потом – авторитетов, выступающих «против», и позднее принять решение.

3) **Средняя схоластика (XIII в.)**, в которой происходит окончательное отделение философии и других наук от теологии, а также включение в западное философское мышление учения Аристотеля. Создается философия францисканского, доминиканского и других орденов, а также философские системы Альберта Великого, Фомы Аквинского, Дунса Скота и др.

4) **Поздняя схоластика (XIV–XV вв.)** отличалась рационалистической систематизацией получаемых знаний, дальнейшим формированием естественнонаучного и натурфилософского мышления, созданием логики и метафизики иррационалистического направления, окончательным отделением эзотерики (мистики) от церковной теологии.

## 2. Спор о природе общих понятий: реализм и номинализм

У истоков средневековой философии стоит фигура Аврелия Августина – «Святого», «Блаженного» (354-430).

В вопросе «разум или вера?» у Августина не было колебаний: конечно, вера, а точнее - превосходство веры над разумом. Вера должна предшествовать пониманию («верь, чтобы понимать») и быть критерием всех доступных нам истин. Истину надо искать в Боге, а не в науках. Разум подкрепляет положения веры, но сам истину найти не может. Истины разума ограничены, неполны. Истину можно найти только «влечением сердца», т. е. верой, которая важнее разума.

Проблема всех проблем для Августина - человек, но не сам по себе, а как образ и подобие Бога. Тайну этого образа и подобия разгадает «лишь тот, кто познал самого себя». Но что такое зло, и что - добро, благо? Августин считает, что в сущности своей зло - это любовь к самому себе, а благо - любовь к Богу, служение Христу.

«Две разновидности любви, - пишет Августин, - порождают два града: любовь к себе, вплоть до презрения к Богу, рождает земной град; любовь к Богу, вплоть до полного самозабвения, рождает град небесный. Первая возносит самоё себя, вторая - Бога. Первая ищет людскую славу, вторая устремлена к высшей славе Бога». Град земной, основателем и царем которого является сам дьявол, состоит из тех, кто видит цель своего существования только в здешней, земной жизни. Град небесный составляют, помимо ангелов и самого Бога - царя этого града, люди праведного, богоугодного образа жизни, странники, пилигримы, те, кто культивирует внеземные ценности и идеалы, кто готов ограничиться как можно меньшим числом земных вещей и благ, кто принимает их лишь как предмет пользования, но не любви или наслаждения. Праведники не увлекаются земными благами и не забывают о своих обязанностях перед Богом.

Человеческая история, по Августину, есть история борьбы града небесного и града земного.

**Учение о Боге.** Бог - высшее бытие, творец мира. Он же - творец, двигатель истории. В нем пребывают вечные и неизменные идеи, обусловившие мировой порядок. Бог сотворил мир из ничего по своей воли, а не в силу необходимости. Бог стоит над природой. Смысл и предначертание истории философ и богослов видел во всемирном переходе людей от язычества к христианству.

**Учение о мире как второй реальности.** Мир - вторичен, его создал Бог. Божественное предопределение - источник двух противоположных царств - божьего и земного. Земное держится на войнах и насилии, божье - формируется с помощью церкви.

**Учение о предопределении (человеке).** Хотя субъективно человек действует свободно, но все, что он делает, делает через него Бог. Каждый человек несет полную меру ответственности за свои дела и поступки, так как Бог дал человеку способность свободно выбирать между добром и злом

### **Христианская философия Фомы Аквинского**

Вершину средневековой мысли представляет Фома Аквинский (1224-1274). Фома - это по-гречески, а по латыни - Thomas. Отсюда и название его учения -

томизм. Томизм есть своеобразное сочетание философии Аристотеля с христианской мыслью, - сочетание, в котором вера и разум, по замыслу, дополняют и поддерживают друг друга. Там же, где этой взаимоподдержки нет, разум, как утверждалось, впадает в греховное любопытство, губящее человека. Истина, по убеждению Фомы, одна - это Христос и его учение. Но к этой истине можно идти двумя путями: путем веры, откровения - короткий непосредственный путь; путем разума, науки - длинный путь со многими доказательствами. Философия - премула веры, и она автономна от теологии. Ее инструменты и методы имеют свою, отличную от теологии значимость и ценность.

Ф. Аквинский разработал проблему соотношения веры и разума в познании. Он сформулировал принцип гармонии веры и разума, которые в идеале не должны противоречить друг другу:

1. Между методами познания с помощью веры и с помощью разума много общего; ведь в конечном итоге вера и разум познают один и тот же предмет – Бога и созданный им мир.

2. Истины разума и истины веры дополняют друг друга, ибо первые опираются главным образом на абстракции, а вторые основываются на чувствах, желаниях, воле.

3. Оба источника познания являются в конечном счете созданиями Бога, а Бог сам себе противоречит не может.

Однако, вера все-таки оказывается выше разума, так как вера – это «божественный, сверхъестественный свет», исходящий прямо от Бога, а разум – это все-таки человеческий, а значит ограниченный инструмент.

По-своему решает Фома Аквинский и спор средневековых номиналистов и реалистов. «Общее», в его понимании, существует вполне реально, но - в Боге и через Бога. Бог есть общая полнота бытия – «общее в чистом виде».

Государственная власть может принимать различные формы, но обязательно формы общественного блага.

Фома - сторонник монархии. Монарх, с его точки зрения, наилучшим образом обеспечивает стабильность, мир и благополучие в обществе. Власть монарха, по убеждению Фомы, должна быть в согласии с вечным правом, т.е. с принципами и положениями божественного руководства миром. «Делай добро и избегай зла» - главный из таких принципов. И государство, и церковь для Аквината - божественные установления. Если государству и светской власти подчинены тела людей, то церкви - их души, духовная жизнь людей. Бог - единственный творец и верховный руководитель всего человеческого мира.

Судьба учения Фомы Аквинского по-своему примечательна - оно стало официальной доктриной католической церкви.

### **3. Философия исламского мира: мутазилизм, калам, суфизм, перипатетизм**

Арабская философия - философское осмысление мусульманского богословия, религиозной философии ислама, исторически развивающееся с начала VII в. и вплоть до современности в пределах арабоязычного (мусульманского, или арабо-исламского) мира. Для арабской философии характерны следующие черты: 1) опора на коранические концепции картины мира и человека в исламе; 2) критический анализ христианской и иудейской религиозной философии; 3) развитие идей перипатетиков (аристотелизм).

Опора на Коран как священный текст объединяет различные направления арабской философии: даже в мистических ее течениях существует понимание текстовой реальности мусульманского мира (концепция вселенной как Корана). Арабская философия во многом восприняла идеи аристотелизма и неоплатонизма. Безличный мировой ум (нус) в аристотелевском понимании рассматривается арабской философией как единая субстанция, общая для всего человечества и влияющая на отдельные души людей извне. Тесно связана с этим теория «единства интеллекта», привлекающая внимание современной западной философии: разум, будучи множествен и индивидуален в своих проявлениях, является в своей основе единой нематериальной субстанцией. Направление Фалсафа представляет собой восточный перипатетизм в средневековой арабской философии, в более общем смысле являясь философией средневекового ислама, основанной на античной философии. Арабский аристотелизм (как комментарии к Аристотелю и развитие его философских идей применительно к своеобразию религиозно-философской мысли ислама) создавался в учениях Ал-Кинди (800 - предположительно до 879), АльФараби (878 - 950), Бируни (973 - 1048), Ибн Рушда (латинизиров. произношение - Аверроэс, 1126 - 1198) и в аверроизме.

**Аверроизм** - направление арабской, а затем и западноевропейской средневековой философии, разрабатывавшее идеи Аверроэса (Ибн Рушда), арабского мыслителя XII в. В более общем смысле аверроизм развил материалистические тенденции аристотелизма Ибн-Рушда и его последователей. Идеи арабских философов о смертности души, о вечности и, как следствие, несотворенности материального мира, разработанные Ибн Рушдом, и его теория двойственной истины были материалистически осмыслены аверроэсовской школой. Знание истины противопоставлялось вере, тем самым философия отделялась от теологии. Это наметило создание основы антитеологических тенденций в аверроизме, отдельные тезисы которого противостояли религиозной философии католицизма.

Рационалистическое направление в религиозно-философских учениях ислама - калам (термин средневековой мусульманской литературы, первоначально обозначавший любое логическое рассуждение на религиозно-философскую тему, в т. ч. и рассуждения христианских и иудейских теологов) - отражалось в религиозно-философских учениях мутакаллимов, мутазилитов и ашаритов (последователей Ал-

Ащари) как распространенных течениях национальной средневековой арабской философии.

Мистическое направление средневековой и современной арабской философии представляет суфизм, выделившийся из религиозной философии мусульманской духовной культуры благодаря работам Аль-Газали (1058 - 1111) и Ибн Араби (1165-1240) и благодаря разветвленной структуре суфийских орденов и братств распространенный во всем исламском мире. Суфизм является течением арабской философии, учением о трансцендентном единении с Богом, мистическим направлением мусульманского богословия, развивающимся в духе аскезы и иррационального самопознания как познания Бога. Существует две версии относительно происхождения этого слова. Одна версия связывает его с араб. словом «суф» - шерсть, грубая шерстяная ткань (суфи - букв. означает «носящий шерстяные одежды»), отсюда власяница как атрибут аскета). Вторая версия называет греч. «Софию» - мудрость (в частности, так считал Бируни). Существуют предположения, что еще до возникновения ислама на Ближнем Востоке суфиями называли странствующих христианских монахов, сказителей и проповедников различных сект. Основными понятиями суфизма являются: таухид - аскетическая жизнь суфия в признании строгого единобожия и в трансцендентном единстве с Богом; тарикат - суфийский мистический путь до момента слияния с Богом; хакикат - мистическое постижение Истины в Боге (в отличие от словесного доказательства единственности Бога в мусульманском богословии как строгом монотеизме); зикр - постоянное ритмичное поминание Бога для достижения состояния духовной сосредоточенности, иногда практикуемое в мистическом танце или физических упражнениях с использованием психотехники и аутотренинга; зухд - аскетическое воздержание, самоотречение, отречение от всего земного.

Отличием философской мысли суфизма от абстрактных мусульманских богословских рассуждений являются антропоцентризм, концепция «совершенного человека», сотворенного «по образу и подобию Бога», анализ духовного мира человека, морально-этических норм и духовных структур. В трактатах общества суфизм тяготеет к идеям социального и имущественного равенства арабской философии, что ярко проявлялось во влиянии социально-философских суфистских идей на сознание беднейших масс арабского Востока.

В рамках арабской философии философия истории разрабатывалась в работах Ибн Хальдуна (1332 - 1406), идеи которого о циклическом характере социального развития государств и обществ развивались как в Античной философии, так и в европейской философии (существует близость его идей об историческом развитии исламского мира идеям О. Шпенглера о развитии европейской цивилизации). Кроме того, учение Ибн Хальдуна о распределении мульк (т. е. собственности - араб.) развивалось в мусульманской философии права (Фикх), а его общеполитические работы – «Пролегомены» - многократно переиздавались в арабском мире. Кроме историкофилософского и социологического учения Ибн Хальдуна можно отметить

труды Ат-Табари по истории, а также Улугбека (труды по истории и астрономии), Ибн Сины (латинизиров. Авиценна, 980 - 1037) и Ал-Хорезми (780 - 847), заложивших основы арабской натурфилософии и философии арабской науки как предшественницы современных теории алгоритмов (от Ал-Хорезми) и алгебры. Например, задолго до европейских ученых Омар Хайям (1040 - 1123) в алгебраическом трактате описал полную теорию решения уравнений и, в особенности, кубических уравнений. Именно естественнонаучные труды формировали основу пантеистической философии и поэзии Хайяма; как разрушителя веры, материалиста и пантеиста характеризовали его в XIX в. такие известные европейские исследователи, как Ренан и Мюллер.

Западноарабские философы Ибн Баджа (ум. в 1138 г.), Ибн Туфайль (1110 - 1185) и Ибн Рушд (1126 - 1198) являются представителями рационалистической философии арабской Испании, оказавшей влияние на развитие западноевропейской философии (см. «Аверроизм») и еврейской философии (в частности, влияние Ибн Туфайля испытывал известный еврейский философ Моисей Маймонид). Столица арабо-исламской Испании - Кордова - была одним из величайших и богатейших городов Европы, с полумиллионным населением, роскошными дворцами и библиотеками, со знаменитым университетом и большим количеством школ.

Университет Кордовы был важнейшим центром развития арабской философии в ее полемике с иудейской философией и с религиозной философией католицизма соседних западноевропейских стран. С XI в. арабоисламский университет Кордовы, а также переводчики Гренады, Малаги, Толедо стали распространять переводы древнегреческих, персидских, сирийских, арабских и среднеазиатских философов с арабского языка на латинский в Западной Европе.

Направления арабской философии отражают деление духовной структуры исламского мира на три основных течения, различающихся по составу и роли признаваемых ими нормативных источников мусульманского права (Фикх) и, прежде всего, по подходу к наследованию имама как духовного (иногда и социально-политического) руководителя мусульманской общины. Эти направления - **суннизм, шиизм и хариджизм.**

**Суннизм** является ортодоксальным (и наиболее распространенным) течением мусульманского богословия; для него характерно признание источником для решения религиозно-философских проблем, наряду с Кораном, «обычая пророка» - сунны.

Отличие суннитского направления от шиитского проявляется в отношении к наследованию духовной власти: имама-халифа (преемника Мухаммеда) как светского и духовного главу мусульман должны избирать члены исламской общины. При этом, в отличие от социальных уравнивательных тенденций хариджизма, в суннизме права имама намного шире как в духовной, так и в светской сфере. Источником права в суннизме, наряду с Кораном, является сунна.

**Шиизм** - направление мусульманского богословия, религиозно-философское и социально-политическое движение в мире ислама, название которого происходит от «шиат Али» (араб. «партия Али» - родственника и преемника пророка Мухаммада, - религиозно-политическая группировка, образовавшаяся в середине VII в.). Уступая ортодоксальному суннизму во влиянии, шиизм обладает более широкими возможностями в плане духовных поисков новых идей в религиозной философии ислама. Шиизм развивает мистические представления о верховной власти и о духовном наследовании в роде Али и Мухаммада, преемничестве имамов как носителей «божественной субстанции» - в противоположность суннитам и хариджитам, провозгласившим выборность главы мусульманской общины.

Наиболее распространенные направления шиизма - различающиеся по признанию седьмого «скрытого» имама **имамиты и исмаилиты** (карматы) - последователи Исмаила. Их общей основой служит шиитская идея пришествия махди, что роднит их с бабитами («баб» - «врата» скрытого имама) и бахаизмом. Хариджизм (от араб. «хаваридж» - вышедший, отделившийся) отличается отношением к духовной власти (в т. ч. и в социальной структуре) только как к выборной и требованием соблюдения интересов общины с возможностью смещения (и даже лишения жизни) имама халифа.

Современная арабской философии во многом восприняла идеи панисламизма конца XIX - начала XX в., развивавшегося в учении Ал-Афгани, в стремлении найти собственный путь и сохранить своеобразие единой духовной культуры ислама в отличие от технократического индивидуализма Запада. При этом предпринимаются многочисленные попытки модернизировать религиозную философию ислама в арабской философии с использованием последних научных открытий и концепций. В частности, в описании возникновения Вселенной проводится креационистский анализ концепций «перво взрыва»; используются пробелы в научном описании возникновения и развития жизни на Земле, сложности создания искусственного интеллекта и т. д., и т. п. Причинами возникновения и развития религиозно-философских тенденций, формировавшихся в арабской философии, являются углубленные духовные и идейные искания, взаимообмен с другими религиозно-философскими системами (с зороастризмом в Иране, с индуизмом в Индии и буддизмом в Индокитае, Малайзии и на Филиппинах и, прежде всего, с христианством и иудаизмом), социально-политические проблемы арабо-исламского мира, приведшие к возникновению эскапистских настроений, уходу человека во внутренний духовный мир.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы философские истоки монотеизма? Каковы философские истоки теоцентризма? Имеет ли креационизм научное обоснование?
2. Почему философия в средневековье получила прозвище «служанки богословия»?

3. Спор об универсалиях, в чем его философский смысл? Какая позиция более приемлема? Почему и поныне не утихает спор между номиналистами и реалистами?

4. Онтологическое доказательство бытия божия Ансельма Кентерберийского. Доказательства Фомы Аквинского. Кажутся ли они вам убедительными?

5. Чьими усилиями была установлена гармония веры и разума? Возможна ли такая гармония сегодня?

## **ТЕМА 5: ЕВРОПЕЙСКОЕ ВОЗРОЖДЕНИЕ КАК ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭПОХА**

*1. Характерные черты философии эпохи Возрождения.*

*2. Основные идеи эпохи Возрождения.*

### **1. Характерные черты философии эпохи Возрождения**

**Эпоха Возрождения** – это переходная эпоха от феодализма к капитализму. Ее характеризуют переход к городскому образу жизни, развитие промышленности, кругосветные путешествия и географические открытия, освобождение человека от сословных ограничений, начало второй глобальной естественнонаучной революции (гелиоцентрическая система Коперника). Свое название эта эпоха получила благодаря возрождению античного искусства с его идеалами телесной красоты и жизнеутверждающим мировосприятием. Великие представители этой эпохи были людьми всесторонне развитыми. (Данте, Эразм Роттердамский, Леонардо да Винчи, Микеланджело, Монтень, Сервантес, Шекспир и мн.др.)

В философии Возрождения теоцентризм уступил место **антропоцентризму** и **гуманизму**. Антропоцентризм таких мыслителей как Николай Кузанский, Джордано Бруно, Леонардо да Винчи и др. состоял в том, что свой главный философский интерес они обратили на человека, его природу и место во Вселенной. Их гуманизм проявился, прежде всего, в реабилитации естественной природы человека, важнейшей чертой которого становится благородство, понимаемое как доблесть духа, как свобода творчества. Социальные мыслители этого времени – Макиавелли, Мор, Кампанелла – создавали проекты идеального государства, выражавшие прежде всего интересы нового общественного класса – буржуазии.

### **2. Основные идеи эпохи Возрождения**

**Натурфилософия Н. Кузанского.** Николай Кузанский, кардинал и епископ эпохи Возрождения. В философии природы он обосновывал три положения: 1) бог содержит в себе все вещи, т.е. всю природу, 2) бог во всех вещах, т.е. во всей природе, 3) бог, как единство всех вещей, проявляет себя во множественности этих вещей. Бог не находится где-то вне мира, он находится в единстве с этим миром. Мир является бесконечным шаром, который не имеет определенного центра. В

теории познания Н. Кузанский выдвинул тезис «**ученого незнания**», суть которого в том, что конечный человеческий ум способен только приближаться к познанию бесконечного.

**Учение Д. Бруно. Гелиоцентризм.** Философ эпохи Возрождения Джордано Бруно исходил из того, что нельзя представлять бога как что-то изолированное от мира. Бог везде и во всем, он ест мировое поле. Из этого следует, что движение содержится в самом мире. Пантеизм Д. Бруно (отождествление бога с природой) стал теоретической основой его гуманизма – возвеличивания личности.

Вдохновленный гелиоцентрической системой Коперника, которая превратила Землю в одну из планет, вращающихся вокруг Солнца, Д. Бруно создал свое космологическое учение: пространство бесконечно и кроме нашего мира существует еще множество обитаемых миров. Вселенная вообще не имеет никакого центра.

### **Социально-политические идеи эпохи Возрождения**

Социально-политические идеи эпохи Возрождения представлены в трудах Николло Макиавелли, Томаса Мора и Томазо Кампанеллы. Н. Макиавелли считал, что в мире людей всегда одинаково много добра и зла. Мораль подчинена целям политики. Религия – неотъемлемая часть общественной жизни. Национальное государство – это цель, которая спасет отечество. Для достижения цели допустимы варварские средства. Т. Мор в книге «Утопия» изобразил наилучшее устройство государства, в котором нет частной собственности, все граждане трудятся, разумно отдыхают. Т. Кампанелла в книге «Город Солнца» дал описание общественного устройства на принципах утопического социализма. Главой государства народ избирает выдающегося по знаниям человека. Все граждане трудятся минимум 4 часа в день, все продукты распределяются по потребностям. Образование для всех обязательное и бесплатное.

### **Философско-политический реализм Никколо Макиавелли**

Один из самых заметных переходов от Средних веков к Новому времени, в рассматриваемом нами плане, обозначен творчеством великого флорентийца Никколо Макиавелли (1469-1527). Им были заложены основы нового подхода к политике и политической мысли - как к чему-то автономному, свободному от философских спекуляций (традиций Аристотеля, Цицерона, Аквината), религии, морали. Макиавелли - сторонник политики как политики или даже «политики для политики». Согласно Макиавелли, государь в своих действиях должен исходить из «злой» природы человека, из того, что люди «неблагодарны и непостоянны, склонны к лицемерию и обману, что их отпугивает опасность, влечет нажива». Государство для того, собственно, и создается, чтобы насильственным образом обуздать этот природный эгоизм человека, обеспечить порядок в обществе. В установлении такого государства Бог, естественно, никакого участия не принимает. Государство, по Макиавелли, - дело рук человеческих, главным образом мудрого (хитрого как лис и сильного как лев) государя. Государство - высшее проявление

человеческого духа; в служении ему Макиавелли видит цель и счастье человеческой жизни. Церкви в данной связи отводится роль лишь духовного утешителя народа. На место «страха Божьего» новый государь ставит страх и трепет перед олицетворяющим им Государством.

Сила для Макиавелли - основа правления и права. Сила призвана наказывать, где нужно - сокрушать, но и исправлять, воспитывать, поднимать. Вообще надо сказать, что жестокость государя, по Макиавелли, во многом вынужденная. Конечно, было бы хорошо, чтобы его любили и боялись, чтобы он был в одно и то же время и обожаемым и внушающим страх. «Любовь, - пишет Макиавелли, - поддерживается благодарностью, которой люди, будучи дурны, могут пренебречь ради своей выгоды, тогда как страх поддерживается угрозой наказания, которой пренебречь невозможно». Вместе с тем государь должен внушать страх, не навлекая на себя ненависти.

Политический идеал Макиавелли - государство, в котором перемешаны «все три правительственных начала»: монархическое (самодержавное княжество), аристократическое и демократическое (народное собрание). Жесткость и бескомпромиссность социально-политических идей Макиавелли, а именно: прагматизм и активизм, пронизанные принципом «цель оправдывает средства».

### **Вопросы для самопроверки**

1. Чем арабоязычная философия отличается от христианской апологетики?
2. Объясните содержание теории «эманации» арабских мыслителей, «теории двойственной истины».
3. Проблема бессмертия души. Как она решалась Ибн-Рушдом?
4. Почему XV – XVI века европейской истории называют эпохой Возрождения?
5. Кто и как обосновывал свободу и достоинство человека в эпоху Возрождения? Почему мировоззрение эпохи Возрождения стало антропоцентрическим?
6. Найдите различия в таких понятиях, как теизм, деизм, пантеизм.

## **Тема 6. ФИЛОСОФИЯ НОВОГО ВРЕМЕНИ И ПРОСВЕЩЕНИЯ**

1. *Характеристика эпохи Нового времени.*
2. *Материализм Ф. Бэкона, Д. Локка и Т. Гоббса. Дуализм и рационализм Р. Декарта, его учение о врожденных идеях. Идеализм Лейбница. Агностицизм Д. Беркли и Д. Юма.*
3. *Философия французского просвещения*

**1. Характеристика эпохи Нового времени. Проблема метода познания в философии (Ф. Бэкона, Р. Декарта)**

**Новое время** – это время буржуазных революций в Европе, развития промышленности и торговли, становления и развития капитализма. В этот период достигла вершины вторая глобальная естественнонаучная революция, получившая название ньютоновской. Ориентация естествознания на чувственный опыт, количественный рост научных знаний, технический прогресс поставили перед философией задачу создания целостной картины мира, изучения сущности самого процесса познания, что определило основные направления философской мысли в Новое время.

Основные направления и отличительные особенности философии нового времени:

**Эмпиризм** (от греч. *empeiria* – опыт) (Бэкон, Гоббс, Локк), – направление философской мысли, ориентированное на опытное естествознание, считавшее источником знания и критерием его истинности опыт, и прежде всего научно организованный опыт или эксперимент.

**Рационализм** (от лат. *ratio*- разум) (Декарт, Лейбниц, Спиноза)

– направление философской мысли, ориентированное на математику, рассматривавшее разум как главный источник знания и высший критерий его истинности.

К отличительным особенностям развития западноевропейской философии XVII в. обычно относят следующее:

- Ориентация на гносеологические проблемы; главной задачей философии считается разработка методологии науки;
- В онтологии центральной оказывается проблема субстанции (Декарт, Спиноза, Лейбниц);
- В области взаимоотношений с религией большинство философов переходит на позиции пантеизма и деизма;
- Поставив в центр своих философских систем мыслящего субъекта, философы XVII в. начали утверждать приоритет человеческого разума не только в познании, но и в области нравственности, политики, права и других социальных образований.

## **2. Материализм Ф. Бэкона, Д. Локка и Т. Гоббса. Дуализм и рационализм Р. Декарта, его учение о врожденных идеях. Идеализм Лейбница. Агностицизм Д. Беркли и Д. Юма.**

### **Ф. Бэкон и теория экспериментирующего знания**

У истоков методологии опытной науки Нового времени стоял английский философ Френсис Бэкон (1561-1626). Он был страстным сторонником научного прогресса и непримиримым врагом схоластики. Стержень бэконовской методологии - постепенное индуктивное обобщение фактов, наблюдаемых в опыте. Бэкон различал два вида опыта: плодоносный и светоносный. Плодоносным он называл

опыт, цель которого - непосредственная польза; светоносным же - опыт, который имеет целью познание законов явлений и свойств вещей.

Главные интересы Френсиса Бэкона были сосредоточены на практике и науке. Науку он рассматривает как высшую ценность. Он доказывает, что наука не может быть целью сама по себе, мудростью ради мудрости, что она имеет первостепенное практическое значение, что ее цель - изобретения и открытия, приносящее пользу человеку, улучшающее его жизнь. Его девиз: «Что в действии полезно, то и в знании истинно». Для получения истинных знаний необходимо, во-первых, опираться на чувственный опыт, эксперимент, во-вторых, очистить познающий разум от предрассудков, «призраков», в-третьих, найти правильный метод. Эксперимент, наблюдение и опыт Бэкон сделал основой научного исследования.

При использовании правильного метода наука и философия способны добывать истину. Однако человек подвержен заблуждениям (идолам или призракам), источником которых являются особенности самого познающего субъекта. Всего Бэкон выделяет 4 типа «идолов» разума, искажающих познание:

1. **Идолы рода** – это зависимость ума от силы впечатлений, любовь к абстракциям, антропоморфизм – т.е. стремление человека истолковывать природу по аналогии с самим собой, а не на аналогии мира. Ум человека уподобляется неровному зеркалу, которое, примешивая к природе вещей свою природу, отражает вещи в искривленном и обезображенном виде.

2. **Идолы пещеры** порождены волей и страстями человека, -это индивидуальные заблуждения, возникающие оттого, что каждый человек смотрит на мир как бы «из своей пещеры». Это происходит или от особых прирожденных свойств, или от воспитания и бесед с другими, или от чтения книг и от авторитетов и т.д.

3. **Идолы рынка** проистекают из речевого общения людей. Вместе с языком мы бессознательно усваиваем все предрассудки прошлых поколений. Люди объединяются речью. Слова же устанавливаются сообразно разумению толпы. Поэтому плохое и нелепое установление слов удивительным образом осаждает разум.

4. **Идолы театра** – это идолы, которые вселились в души людей из разных догматов философии, а также из превратных законов доказательств. Здесь имеется в виду не только общие философские учения, но и многочисленные начала и аксиомы наук, которые получили силу вследствие предания, веры и беззаботности.

Причинами заблуждения Бэкон считает софистику, эмпирику и суеверия.

### **Рационалистическое сомнение Рене Декарта**

Основы альтернативной эмпиризму рационалистической традиции были заложены французским философом Рене Декартом.

Рене Декарт (1596-1650) - основатель философии Нового времени или, как его еще называют, отец современной (modern) философии. С точки зрения Декарта,

недостаточно иметь хороший ум, гораздо важнее - хорошо, правильно применять его. С целью научиться хорошо применять ум он и разработал свой метод. В нем четыре правила.

**Первое правило** - правило очевидности, которое Декарт формулирует следующим образом: «Никогда не принимать за истинное ничего, что я не признавал бы таковым с очевидностью, т. е. тщательно избегать поспешности и предубеждения и включать в свои суждения только то, что представляется моему уму столь ясно и отчетливо, что никоим образом не сможет дать повод к сомнению».

**Второе правило** - это правило анализа: «Делить каждую из рассматриваемых ... трудностей на столько частей, сколько потребуется, чтобы лучше их разрешить».

**Третье правило** - правило синтеза, заключающееся в том, чтобы «располагать свои мысли в определенном порядке, начиная с предметов простейших и легкопознаваемых, и восходить мало-помалу, как по ступеням, до познания наиболее сложных, допуская существование порядка даже среди тех, которые в естественном ходе вещей не предшествуют друг другу».

**Правило четвертое** - правило контроля, которое Декарт определяет так: «Делать всюду перечни настолько полные и обзоры столь всеохватывающие, чтобы быть уверенным, что ничего не пропущено». На этом этапе проверяется полнота анализа и корректность синтеза.

С помощью сомнения он ищет несомненное. И находит его в истине «я мыслю, следовательно, я существую» (*cogito ergo sum*). И действительно: можно сомневаться во всем, но нельзя сомневаться в том, что сомневаешься. Сомнение - акт мышления. Поскольку я сомневаюсь, я мыслю. Существование моего сомнения доказывает реальность или существование моего мышления, а через это и меня самого.

Достоверные знания можно получить лишь дедуктивным путем, т.е. путем умозаключений от общего к частному. Из тезиса «я мыслю, следовательно, я существую» Р. Декарт делал вывод о существовании двух субстанций – материальной (телесной, протяженной) и духовной (мыслящей). Такая философская установка получила название дуализма. Сопряженность этих двух субстанций объясняется наличием Бога.

Душа обладает врожденным, то есть не приобретенным в опыте, идеями. К числу таких идей Декарт относил идею бога, идеи чисел, и т.д.

Тело имеет протяжение в длину, ширину и глубину. Мировая материя по Декарту не имеет предела, в мире нет пустоты, все тела находятся в единстве, и он делимы до бесконечности.

### **Философия Б. Спинозы. Пантеизм**

Бенедикт Спиноза, нидерландский философ-рационалист (1632-1677 гг.), сделал центральным пунктом своего учения о бытии тождество Бога и природы

(пантеизм). Он нашел общее между двумя субстанциями Декарта - это природа. Природа является вечной и бесконечной субстанцией, которая имеет множество атрибутов (свойств), из которых человеческому уму раскрываются два – протяжение и мышление. Эти две самостоятельные субстанции, Спиноза рассматривает в качестве атрибутов, неотъемлемых свойств единой субстанции. Спиноза полагал, что одушевлены все вещи, но в различной степени. Он был убежден, что весь мир представляет собой механическую систему, в которой отсутствует случайность и которая может быть познана до конца геометрическим способом. Единственный источник достоверного знания – понимание, которое противостоит чувственному познанию. Наиболее глубоко может проникнуть в суть вещей интуиция – третий вид познания. Истины, усматриваемые интеллектуальной интуицией, не опосредованы доказательствами. Они непосредственно созерцаются умом. Такими истинами являются дефиниции и аксиомы, которые он называет адекватными идеями.

### **Сенсуализм учения о познании Д. Локка**

Английский философ Джон Локк (1632-1704 гг.) подверг критике теорию врожденных идей Декарта. По убеждению Локка, сознание новорожденного – это «чистая доска», которая наполняется содержанием в первую очередь благодаря ощущениям. Исходным, первым является чувственное знание, в котором Д. Локк выделяет первичные и вторичные качества. Первичные качества (протяженность и фигура) существуют в самих вещах и воспринимаются органами чувств человека, вторичные (цвет, запах, вкус и т.п.) существуют только в познающем субъекте. Сложные идеи возникают путем комбинирования простых идей тремя способами. Первый способ – это суммирование, соединение «простых» идей, образование «сложных» идей. Второй способ – сопоставление и сравнение «простых» идей. Этим путем получают идеи отношений. Третий способ – это обобщение через предшествовавшую абстракцию, когда суммируются идеи, предварительно извлеченные из предметов данной группы.

Идеи, которые возникают на основе внешнего опыта, т.е. путем воздействия окружающего мира на чувственные органы, Дж. Локк называет «сенситивными», или чувственными, идеями. Идеи, возникающие на основе наблюдения, «которому ум подвергает свою деятельность и способы ее проявления», Дж. Локк определяет как рефлексии. Рефлексия вторична и возникает на основе чувственного опыта.

### **Субъективный идеализм Д. Беркли. Агностицизм Д. Юма**

Английский философ Джордж Беркли (1685-1753 гг.), основываясь на точке зрения сенсуализма (все знания из ощущений), пришел к выводу, что человек имеет дело только со своими ощущениями, источником которых является бог. Вещи – это комбинации наших ощущений, существовать – значит быть воспринимаемым. Общие идеи, прежде всего, идея субстанции, в лучшем случае бесполезное удвоение мира, в худшем – это химеры разума, отвращающие его от бога.

Другой английский философ Дэвид Юм (1711-1776 гг.) утверждал, что наши ощущения – это предел человеческих возможностей, ибо мы не можем заглянуть за них и ответить на вопрос: что или кто порождает ощущения? Все знания (за исключением математических) могут быть оценены не с точки зрения их достоверности, а с точки зрения их практической полезности. Это философия агностицизма, т.е. философия принципиальной непознаваемости мира.

### **3. Философия французского просвещения**

Философия XVII-XVIII вв. была преимущественно рационалистической. В XVIII в. сначала во Франции, потом и в других странах Западной Европы широко и мощно заявило о себе социально-философское движение Просвещение. Для французских просветителей (Ламетри, Гольбах, Гельвеций, Руссо, Вольтер, Дидро), идеологически подготовивших Великую французскую буржуазную революцию, основой человеческого разума выступала природа. Под природой они понимали совокупность движущихся атомов, из которых образуются тела. Взаимодействие атомов происходит по законам необходимости, случайность – это следствие нашего незнания. По своей природе все люди равны и имеют одинаковое право на счастье. Природа во всем оправдывает человека, задача человеческого разума – понять природу и действовать в соответствии с ней, т.е. стать естественным человеком. Вольтер выступал за «естественную религию», под которой он понимал общечеловеческие принципы морали, Гельвеций – за «естественную нравственность» - разумный эгоизм, Руссо – за «естественное право» - «общественный договор», который позволит преодолеть неравенство, Дидро – за искусство, отражающее природу человека. Французские просветители были убеждены, что миром правит мнение, они стремились воздействовать на общество, изменив массовое сознание.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Каково философское значение открытий Галилея и Ньютона? Чем объясняется качественное обновление философской мысли в Новое время?
2. В чем состоит сущность теории «очищения» разума?
3. Почему Декарта считают дуалистом, а Лейбница плюралистом?
4. Какое состояние называли «естественным состоянием» Т. Гоббс, Д. Локк?
5. Чем отличается идеалистический сенсуализм от материалистического?
6. В чем суть просветительской трактовки человека?
7. Чем объясняется метафизический характер философии XVII -XVIII вв.?
8. Почему материализм XVIII в. называется «механистическим»?

## Тема 7. НЕМЕЦКАЯ КЛАССИЧЕСКАЯ ФИЛОСОФИЯ

1. *Философские позиции И. Канта, его понимание чистого и практического разума. Моральный закон - основа кантовской этики.*
2. *Философская концепция Г. Гегеля. Идеалистическая диалектика. Противоречие метода и системы гегелевской философии.*
3. *Антропологический материализм Л. Фейербаха, гуманизм и атеизм его философии.*
4. *Карл Маркс и наука об обществе*

С последней четверти XVIII в. и до середины XIX в. на передний край в области философского творчества выходит Германия. Эта страна стала родиной великих художников и мыслителей: Канта, Гете, Фихте, Гегеля, Бетховена, Шиллера, Шеллинга, Гейне, Фейербаха и мн.др. Выдающейся теоретической заслугой классической немецкой философии были преодоление созерцательного, натуралистического взгляда на мир, осознание человека как творческого, деятельного субъекта, углубленная разработка общей концепции развития – диалектики. Немецкая классическая философия - одно из самых мощных интеллектуальных течений в истории западной культуры. Ее можно рассматривать как последнюю фазу развития классического европейского философствования.

### Критическая философия Иммануила Канта

Родоначальником классической немецкой философии был Иммануил Кант (1724 - 1804). Философия Канта называется трансцендентальным идеализмом. Понятие трансцендентального (не просто трансцендентного, т. е. запредельного) в философии Канта выражает все то, что относится к априорным (до всякого познания и независимо от него) условиям нашего опыта, к формальным (идеальным и чистым) предпосылкам познания.

Все основные работы Канта называются Критиками: «Критика чистого разума», «Критика практического разума», «Критика способности суждения».

Основой всех Критик является учение Канта о «явлениях» и «вещах в себе», т. е. о вещах, как они существуют сами по себе. Вещь в себе непознаваема, хотя она и вызывает ощущения, воздействуя на наши органы чувств. Без вещи в себе познание было бы невозможно. Вещи в себе, лежащие в основе этих явлений как их вечный сущностной «X», остаются запредельными, недоступными нашему познанию, его самым напряженным усилиям и попыткам.

По Канту, знание всегда выражается в форме суждения. Существует два вида суждений: аналитические и синтетические. Аналитические - когда предикат не добавляет ничего нового к субъекту, он по существу выводится из него. Пример: «Все тела имеют протяжение». В субъекте суждения – «теле» уже содержится предикат – «протяжение». Синтетические суждения - это когда предикат не выводится из субъекта, а соединяется с субъектом, неся с собой новое знание.

Пример: «Некоторые тела имеют тяжесть». Понятие о теле не включает в себе с необходимостью признак «тяжесть». Такое соединение предиката с субъектом Кант называет синтезом.

В свою очередь синтетические суждения делятся Кантом на апостериорные и априорные. Апостериорные - тот случай, когда связь предиката с субъектом мыслится потому, что она обнаруживается в опыте, видна из опыта. Пример: «некоторые лебеди черные». В априорных синтетических суждениях связь между предикатом и субъектом не основывается на опыте. Пример: «Все, что случается, имеет причину». В опыте мы никогда не имеем дело со всем, а только с частью (частями) всего. Но вот мыслим же мы это «все». Априорное знание, надо полагать, является продуктом и формой интеллектуальной самодеятельности человека, результатом работы некоего «логического эго».

Вопрос об условиях и границах познания формулируется Кантом как вопрос о возможностях априорных синтетических суждений, т. е. всеобщего и необходимого знания, в математике, естествознании и метафизике (теоретической философии). Без этих качеств - всеобщности и необходимости - невозможна наука как таковая. Решение данного вопроса Кант связывает с тремя основными познавательными способностями: чувственностью, рассудком и разумом.

Метафизика - не наука, но неизбежная, хотя и чистая потребность разума. Не находя обоснования регулятивным идеям в своих собственных пределах, чистый теоретический разум обращается за помощью к разуму практическому. И получает поддержку в виде трех моральных постулатов: бессмертия души, свободы (соответствующей «причинностному» ядру идеи мира) человека и существования Бога.

Обобщенным выражением условий возможности моральных действий выступает для Канта категорический императив. Это моральный закон, закон-долг, удовлетворяющий признакам всеобщности и необходимости. Формулируется он так: «Действуй или поступай по такому принципу, о котором ты мог бы желать, чтобы он сделался всеобщим законом». Или так: «Поступай так, чтобы ты всегда относился к человечеству и в своем лице и в лице всякого другого как к цели и никогда не относился бы к нему только как к средству».

В заключении к «Критике практического разума» Кант писал: «Две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них, - это звездное небо надо мной и моральный закон во мне».

### **Философский идеализм Гегеля**

Философия Георга Вильгельма Фридриха Гегеля (1770-1831) - вершина немецкого классического идеализма.

Гегель, в частности, выступил против субъективизма и дуализма Канта, показав, что явления столь же объективны, как и сущность («вещь в себе»), что сущность является, явление существенно.

Основной принцип гегелевской философии - **принцип тождества мышления и бытия**. Одним из выражений этого тождества является знаменитое гегелевское «все действительное разумно, все разумное действительно». Только под действительностью философ понимал отнюдь не все существующее, а только то, что существенно и необходимо, что соответствует внутренней логике развития.

Мышление и бытие у Гегеля являются двумя сторонами «абсолютной идеи» - онтологизированного, объективно существующего мышления, оторванного от своих конкретных, или эмпирических, носителей и обретшего функции субъекта. **Абсолютная идея оказывается на поверку логически рафинированной идеей Бога**. За ней фактически стоят процессы гипертрофирования (преувеличения) и гипостазирования (наделения самостоятельным существованием) вполне реальной, земной человеческой мысли, ее возможностей, сил и притязаний.

Философская система Гегеля состоит из трех частей:

1) **Логики**, 2) **Философии природы** и 3) **Философии духа**.

**Гегелевская абсолютная идея выступает в качестве разумной основы всего существующего**. Исходя из сказанного, нетрудно понять, почему для Гегеля развитие мира тождественно процессу его познания, а еще точнее - самопознания абсолютной идеи.

**Логика** - важнейшая составная часть философской системы Гегеля. «Наука логики» Гегеля начинается с анализа бытия в его самой абстрактной определенности, а завершается абсолютной идеей. Но идея как бытие, поясняет философ, есть природа. Перед нами не что иное, как логический парафраз христианского догмата о сотворении мира.

Вместе с идеей как бытием мы вступаем в пределы философии природы. Определяется она Гегелем как «наука об идее в ее инобытии». Немецкий философ придерживается тезиса о неизменности природы. Она у него не развивается во времени, а только разнообразится в пространстве. Философия природы есть анализ ряда материальных форм, последовательно сменяющих друг друга по причине непрерывного стремления абсолютной идеи (духовной сущности природы) ко все более и более адекватной форме своего выражения.

**Природа** - низшая и неадекватная сфера самообнаружения и саморазвития абсолютной идеи. Недостаточность и неадекватность природы, согласно Гегелю, преодолевается в духе и духом, иными словами, человеческой историей. В сфере духа абсолютная идея развивается как самосознание человечества.

**Субъективный дух** (антропология, феноменология, психология), **объективный дух** (право, нравственность, государство),

**абсолютный дух** (искусство, религия, философия) таковы основные этапы становления и развития этого самосознания.

В искусстве (**истина в форме созерцания**), религии (**истина в форме представления**) и, особенно, в философии (**истина в форме понятия**) абсолютная идея находит наконец-то адекватную форму своего самовыражения, окончательно

познает самое себя и на этом успокаивается, Круг развития замыкается - конец истории.

Гегель - крупнейший в истории философии диалектик. Он создатель систематической диалектики на основе объективного (абсолютного) идеализма. Центральное место в его системе диалектики занимает категория противоречия как единства противоположностей. **Противоречие** - корень всякой жизненности, движущая сила развития. **Историю** Гегель рассматривает как «прогресс духа в сознании свободы», который разворачивается через дух отдельных народов.

«Партикулярный дух отдельного народа может исчезнуть: он составляет звено в цепочке, образованной движением мирового духа, а этот дух исчезнуть не может».

Индивиды, особенно индивиды всемирно-исторического масштаба, герои являются, по Гегелю, орудием мирового духа. Их действия не продиктованы изнутри, через них дух реализует свои замыслы. «Хитрость мирового разума» в истории как раз и состоит в том, что он пользуется индивидуальными интересами и страстями для достижения своих целей.

### **Антропологический материализм Л. Фейербаха**

Немецкий философ Людвиг Фейербах (1804-1872 гг.) выступил с критикой идеалистической философии Гегеля, сделав вывод о ее родстве с теологией. По Л.Фейербаху, вне человека не существует никакого разума. Человек – самое совершенное создание природы. Все человеческие проявления, включая чувства и разум, имеют исключительно природное происхождение. Такой взгляд получил название антропологического принципа в философии. В противовес гегелевской философии религии Фейербах рассматривал философию и религию как миропонимания, взаимно исключающие друг друга. Причина живучести религиозных верований, по Фейербаху, - не только обман, использующий невежество; реальная причина религии коренится в «природе человека» и условиях его жизни. Первоисточник религиозных иллюзий Фейербах усматривал в чувстве зависимости, ограниченности, бессилия человека по отношению к неподвластным его воле стихиям и силам. Бог по Фейербаху, будучи проекцией человеческого духа, отчуждается от последнего, объективируется. Фейербах рассматривал свой девиз «человек человеку бог» как противоядие от теистической религии. Л.Фейербах отверг также и диалектику Гегеля, усматривая в ней лишь набор искусственных приемов для обоснования философии абсолютного идеализма.

Всемирно-историческое значение философских и антирелигиозных идей Фейербаха проявилось в том, что его материализм стал исходным пунктом становления философии марксизма.

### **Карл Маркс и наука об обществе**

Стремлением приблизиться к форме науки был одержим и Карл Маркс (1818 - 1883) - немецкий социальный философ и экономист, пролетарский революционер,

идейный вдохновитель социалистических экспериментов XX века. В плане идеализма Маркс критиковал своих предшественников за то, что они в основном занимались идейными мотивами человеческой деятельности, истории, не вскрывая их действительных, материально-практических корней, что, далее, источники общественного развития ограничивались для них лишь духовными или идеальными факторами, такими как амбиции, чувства и страсти, эгоизм, любовь, ненависть, что, наконец, они недооценивали роль народных масс в истории. Для них трудящиеся были лишь пассивной, инертной массой, объектом, а не субъектом истории.

**Классовый интерес, классовая позиция и есть, по Марксу, та призма, через которую идеологи смотрят на действительность.**

Научное отражение, по определению, направлено на истину, ее объективность и универсальность, классовый же интерес всегда идеологически-прагматичен, узок и партикулярен. Опора на экономику позволила Марксу смотреть на развитие общества как на естественноисторический процесс. Законы создают конечную причину в смысле объективную необходимость исторических преобразований, но совершать, делать их приходится, естественно, людям. И не в одиночку, не порознь, а так или иначе сплотившись, объединившись, став коллективным субъектом истории. Самым действенным субъектом истории, по Марксу, являются классы.

Пролетариат - особый класс. Его освобождение совпадает с освобождением всего человечества - от власти капитала, от отчуждения, эксплуатации и угнетения. Объективно рабочий класс заинтересован в истине, в выявлении, а не сокрытии реального положения вещей. По убеждению Маркса, идеология и наука, партийность и объективность, обычно не совместимые и непримиримые, в случае пролетариата могут совпадать, органически дополнять друг друга. Это, по Марксу, как раз и произошло в его теории.

По мысли Маркса, пролетариат - самый непримиримый и последовательный противник капитализма. Победоносным революционным выступлением пролетариата подводится черта под предысторией человечества, т.е. под антагонистическим типом общественного развития, и открывается новая эра - собственно история или подлинная история, «истинное царство свободы».

Исторически неизбежное завоевание политической власти рабочим классом принимает форму диктатуры пролетариата. Надо сказать, что государство для Маркса - это бюрократическая машина для поддержания господства одного класса (эксплуататоров) над другим (эксплуатируемыми). Как государство диктатура пролетариата есть тоже господство и подавление, но только направленное теперь против контрреволюции, эксплуататоров и их пособников, вообще против мелкобуржуазной стихии.

Социализм для Маркса – это, прежде всего, общественная собственность на средства производства, всеобщий обязательный труд для всех трудоспособных людей (общество сознательных тружеников), труд, главным мотивом которого является не нажива, не прибыль или доход, а все более полное удовлетворение

растущих потребностей людей. Это, наконец, общество, где нет эксплуатации человека человеком, где конкуренция и отчуждение вытесняются сотрудничеством, дружбой и взаимопомощью между людьми.

Коммунизм же Маркс кратко характеризует так: «...бесклассовый общественный строй с единой общенародной собственностью на средства производства, полным социальным равенством всех членов общества, где вместе с всесторонним развитием людей вырастут и производительные силы на основе постоянно развивающейся науки и техники, все источники общественного богатства польются полным потоком и осуществится великий принцип «от каждого - по способностям, каждому - по потребностям». Коммунизм - это высокоорганизованное общество свободных и сознательных тружеников, в котором утвердятся общественное самоуправление, труд на благо общества станет для всех первой жизненной потребностью, осознанной необходимостью, способности каждого будут применяться с наибольшей пользой для народа».

### **Вопросы для самопроверки**

1. Почему метод исследования границ познания определяется Кантом как трансцендентальный?
2. В чем заключается специфика агностицизма Канта?
3. Почему Гегель называет свою философию системой абсолютного идеализма?
4. На какие части распадается система философии Гегеля?
5. Почему Гегеля считают творцом диалектики?
6. В чем проявилась непоследовательность отношения Фейербаха к религии?
7. Почему материализм Фейербаха называется антропологическим, а материализм Маркса - диалектическим?
9. В чем состоит новизна философии К. Маркса?

## **ТЕМА 8. РАЗВИТИЕ ФИЛОСОФИИ В РОССИИ**

1. *Формирование и основные периоды развития русской философской мысли.*
2. *Славянофилы и западники.*
3. *Философия «Всеединства В.С. Соловьева».*
4. **Н.А. Бердяев: философия творчества и свободы.**

### **1. Формирование и основные периоды развития русской философской мысли**

Самостоятельное творчество в области философии начинается в России, по мнению многих авторов, лишь во второй половине XVIII века. Русская философия вставала на ноги тогда, когда на Западе уже была мощная философская традиция. И это как-то подавляло, сбивало на ученичество. Но, с другой стороны, и помогало,

приобщая к уже развитой философии, позволяя пользоваться всеми ее достижениями.

Прежде всего, следует сказать о ее теснейшей связи с художественной литературой. Художественная литература на Руси была одной из самых распространенных форм выражения философских проблем. С одной стороны, это хорошо: союз с литературой избавлял философию от абстрактности, наукообразности и оторванности от эмоционально-чувственной стороны жизни человека. А с другой - и плохо: эстетизм (замена понятий словами; главное - чтобы красиво, хотя и не обязательно жизненно); публицистичность (остроумие, хлесткость, но не глубина, не полнота, не систематичность); увлеченность символами, софийными смыслообразами, поверхностными ассоциативными связями.

К национальным особенностям русской философии относится **историсофичность**, т. е. выдвигание в качестве важнейших исторических и социальных проблем, притом в метафизически-пророческой их размерности. Русская философия не оставляла и не оставляет надежды раскрыть сущность и смысл исторического процесса, предложить грандиозный мироустроительный проект.

Важной особенностью является ее обращенность к судьбам человека, к его разуму, его внутреннему миру. К национальным чертам русской философии следует отнести и идею целостности (цельности) духовной жизни человека, выражающуюся в неотделимости познания от нравственных начал и эмоциональной жизни. В гносеологическом плане идея цельности духовной жизни человека предопределяла полное доверие философов к интеллектуальной интуиции, к нравственному, эстетическому и, в особенности, мистическому религиозному опыту.

Отсутствие критического иммунитета к религиозному опыту объясняет также увлечение русской философии идеалом христианской любви, как связи между людьми в их стремлении к подлинному преображению жизни. Этот идеал нашел оформление в «**соборности**». Начиная с работ славянофила А.С. Хомякова, данное понятие обозначает сочетание единства и свободы (свободную общественность, свободное равенство) на основе общей любви к Богу и вообще ко всем абсолютным ценностям.

Наконец, еще одна национальная характеристика русской философии - ее **космизм**. Русский космизм противопоставил антропоцентризму и индивидуализму предшествующей философии понимание человека и природы как единого целого, увы, разрушенного веками их противостояния.

### 3. Славянофилы и западники.

#### Материалистические взгляды А.И. Герцена и Н.Г.Чернышевского

В своих философских взглядах Александр Иванович Герцен (1812-1870 гг.) и Николай Гаврилович Чернышевский (1828-1889гг.) продолжили идеи французских

материалистов и Л.Фейербаха. Их объединяло критическое отношение к абсолютному идеализму Г.Гегеля, в то же время они использовали его диалектический метод. А.Герцен и Н.Чернышевский считали, что материя находится в вечном движении, венцом которого является человек. Сознание – это продукт развития природы. Природа объективна, наши ощущения являются лишь ее отражением. Основой познания является опыт. А. Герцен и Н.Чернышевский выступали против самодержавия и славянофилов.

#### 4. **Философия всеединства Владимира Соловьева**

Величайшим русским мыслителем был и остается Владимир Соловьев (1853-1900). Центральная идея его творчества - **идея Богочеловечества**. Она объединяет в целостную систему, систему всеединства его представления о человеке, обществе и, конечно же, Боге.

Соловьев считает, что общественный строй может иметь своим основанием или Бога (веру в Бога) или человека (веру в человека). Основание это, по определению, должно быть безусловным, иначе оно не было бы последним и значит действительным основанием. Ну что касается Бога, то это самоочевидно. Как первоначало он - сама безусловность. А вот человек - есть ли в нем эта безусловность? Соловьев предлагает различать отрицательную и положительную безусловность. Отрицательной безусловностью человеческая личность, конечно же, обладает. Выражается это в ее «способности переступить за всякое конечное, ограниченное содержание, в способности не останавливаться на нем, не удовлетворяться им, а требовать большего». Перед нами, по сути, безграничность и, в этом смысле, безусловность человеческого прогресса, свободного от всякого внутреннего предела и внешних неодолимых барьеров.

Что до положительной безусловности, то, поскольку она требует обладания «всецелою действительностью, полнотою жизни», человеческой личности ее никогда не достичь. «Всецелою полнотою бытия», по глубокому убеждению Соловьева, обладает только Бог. Без положительной же безусловности и безусловность отрицательная не имеет никакого значения. Она страдает неустранимым противоречием между бесконечным стремлением и невозможностью его удовлетворения. Иначе говоря, человек, с одной стороны, наделен как бы божественными правами, а с другой - у него нет божественных сил для их реализации. Отсюда Соловьев делает вывод, что истинным основанием общественной жизни может быть только Бог. К Богу, как основанию, надо восходить, подниматься вверх, в небесную высь и возвращаться к началу, действительному источнику. Человек - существо, которому это под силу, ибо он, по мнению Соловьева, есть «связующее звено между божественным и природным миром». Восхождение к Богу, который есть величайшая полнота и цельность бытия есть устремленность человека и мира, который он представляет, к абсолютной органичности, к всеединству. Само по себе **всеединство** - сложный и

многоступенчатый процесс. Это преодоление множественности, конечности и разобщенности, хаоса всего сущего. **Мир есть всеединство в состоянии становления.**

Соловьев различает пять ступеней этого становления:

1. царство минеральное (общенеорганическое),
2. царство растительное,
3. царство животное,
4. царство человеческое
5. Царство Божие.

Это ступени возрастания реальности или повышение бытия с точки зрения нравственного смысла.

Первая ступень осваивается в терминах **бытия**,

вторая - **жизни**,

третья - **сознательности** (ощущений и свободных движений), четвертая - **разумности**,

пятая - **совершенства**.

Человек является «проводником всеединящего божественного начала в стихийную множественность, - устройтелем и организатором вселенной». Каждое предшествующее царство служит материалом для последующего, более совершенного царства. Здесь ничто не отбрасывается и не исчезает, а переходит или объединяется с более совершенной деятельностью. Единение человека с Богом завершает и, тем самым, сосредотачивает в себе всю полноту предшествующего эволюционного процесса, имеющего своей целью утверждение царства Божия или безусловного нравственного порядка в мире.

Мировая история видится Соловьеву процессом постепенного одухотворения «человека через внутреннее усвоение и развитие божественного начала». Мысль эта выражается и по-другому: история человечества направляется к духовному человеку, т.е. человеку, в котором рациональное и материальное (чувственное) начала будут добровольно и свободно подчинены высшему божественному началу. Первыми субъектами и двигателями этого процесса были три великих народа древности: **индусы, греки и иудеи**.

Индийскому духу божественное начало открылось как нирвана, грекам - как идея, идеальный космос, для иудеев же оно предстало как личность, как живой субъект, как «Я».

Свободное согласование божественного и человеческого начал представляет собой, по Соловьеву, «истинное богочеловеческое общество». Под божественным началом здесь мыслится Христова истина во всей ее чистоте и силе, а под началом человеческим - достаточно активный, свободно действующий человек, развитая человеческая самодеятельность. Историческая рассогласованность этих двух начал привела к распадению христианского мира (прежде всего в его рамках Соловьев и ищет богочеловеческое всеединство) на две половины: Восток и Запад. Восток

всеми силами своего духа привязан к божественному началу. Вся энергия Запада, наоборот, уходит на развитие человеческого начала, на утверждение прав и свобод человека. Примирение Востока с Западом Соловьев видел также как преодоление крайностей, с одной стороны, «бесчеловечного Бога», а с другой – «безбожного человека».

Идеал Соловьева – «свободная теократия», т.е. общество, в котором нравственная власть принадлежит церкви и ее первосвященнику, а сила – государству и царю.

### **5.Н.А. Бердяев: философия творчества и свободы**

После В. Соловьева наиболее репрезентативной фигурой русской общественной мысли можно считать Н.А. Бердяева (1874-1948). Сквозная тема всех его исканий и увлечений – Homo creatus, человек творческий.

Бердяев не разделял традиционное христианское мировоззрение с его идеей завершенности творения и откровения. И то, и другое, с его точки зрения, не закончено, а может и должно продолжаться. Конечно, Богом, но уже совместно с человеком, через его, человека, творчество. Это свое убеждение, этот свой прорыв к новому религиозному сознанию Бердяев развивает в концепцию **антроподицеи – оправдания человека в творчестве и через творчество**. «В творческом экстазе Бог сходит к человеку и участвует в делах его». Творческая личность, в особенности же гении – люди святые. Творческий путь – путь к святости. «Кульм святости, – по искреннему убеждению Бердяева, – должен быть дополнен кульмом гениальности». Оправдание человека творчеством есть оправдание истории как творчества «общения в свободе и любви», как пути к спасению и избавлению от зла и страданий.

Творчеством человек оправдывает жизнь и себя в ней перед Богом. Человеческая природа – «природа творческая, творящая». Жизнь в творчестве и творческая жизнь есть жизнь в духе, духовная жизнь, духовное восхождение. Духовность и творчество в каком-то смысле совпадают.

Творчество возможно только при допущении и в условиях свободы, в опоре на свободу. Свобода коренится в «ничто», или первичном хаосе, из которого Бог и сотворил мир.

Зло пришло в мир вместе с отпадением человека от Бога. Причину этого следует искать в своеволии и человеческой гордыне, в стремлении человека сравняться с Богом, став тем самым на его место.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Какое сочетание двух различных типов мышления проходит через всю историю русской философии?
2. Какая ведущая тема определяла специфику русской философии?
3. Какие два течения русской философии сформировались в конце 30-40 годов 19 века?

4. Какая главная проблема разделяла славянофилов и западников?
5. Что означает понятие «соборность» для славянофилов?
6. Что представлялось структурной единицей организации русской жизни для славянофилов?
7. В каких работах В.Соловьёва разработана концепция «цельного знания»?
8. Как представлял себе исторический процесс Н.Бердяев?

## **ТЕМА 9. ФИЛОСОФИЯ XX ВЕКА И СОВРЕМЕННОСТЬ**

1. *Становление неклассической философии.*
2. *Основные направления современной западной философии. Аналитическая философская традиция*
3. *Феноменология - философия предметных смыслов*
4. *Постмодернистская философская альтернатива*
5. *Герменевтика – «техника истолкования»*

### **1. Становление неклассической философии**

Позитивистская философия с полным основанием может быть рассмотрена как мировоззренческая форма самоутверждения науки в культуре общества. Ключевая идея позитивизма — философия должна принять в качестве модели для себя образцы научного знания, должна быть построена по образу и подобию науки. Позитивисты считали, что классическая философия (метафизика) стремилась к достижению абсолютного знания. Однако подобное знание и невозможно, и не нужно для практики. Философии следует отказаться от подобных претензий и стать позитивной, положительной наукой.

Основоположителем позитивистской философии был Огюст Конт (1798-1857). Его работы дали начало первой, «классической» форме позитивизма, наиболее известными представителями которой были также Джон Стюарт Милль (1806-1873) и Герберт Спенсер (1820-1903). Данная версия позитивистской философии исчерпала себя к концу XIX в., чтобы смениться «вторым» позитивизмом, или эмпириокритицизмом (Эрнст Мах, Рихард Авенариус и др.); наконец, в 20-е годы XX в. возникает третья версия позитивизма — неопозитивизм, или аналитическая философия. Общим, объединяющим моментом для всех версий позитивизма стала ориентация на науку, анализ ее строения, ее спецификацию и, в связи с этим, отграничение (демаркацию) науки от других форм сознания, прежде всего традиционной философии (метафизики).

Отрицая метафизику, Конт допускал возможность и необходимость позитивной философии, основные задачи которой заключаются в систематизации положительного знания, изучении взаимосвязей между науками, логических законов разума, методологии научного мышления.

Утилитарный подход к окружающему миру, людям и вещам и т.п. предлагает прагматизм. В XIX в. его создатели Чарльз Пирс (1839-1914) и Уильям Джемс (1842-1910) впервые поставили и решили вопрос о смене оснований философствования с умозрительных (спекулятивных) на практические. Прагматизм пытался показать, что философия должна быть не размышлением о первых началах бытия и познания, а методом решения реальных практических проблем, которые встают перед конкретными людьми в различных жизненных ситуациях. Прагматизм конституирует по меньшей мере три основные идеи: познание — это прагматическая вера; истинность есть неспекулятивный опыт, дающий желательный результат; философская рациональность это и есть практическая целесообразность. Задача человека — наилучшим образом использовать эти идеи. Философия помогает человеку в преобразовании мира. В наше время прагматизм связывают с именами Джон Дьюи (1859-1952) и Ричард Рорти (1931 г.р.).

Кризис европейского рационализма, утверждавшего на протяжении двух столетий (XVII-XVIII вв.) примат разума, нашел в первой трети XIX в. выражение в повороте вектора философствования в сторону рационально не выразимых аспектов бытия. Характерное выражение этот поворот «за границы» разума нашел в философии Артура Шопенгауэра (1788-1860). В его философии основой бытия, животворным бытийным началом оказывается не познавательная способность, а воля. Разум играет второстепенную, служебную роль по отношению к воле. Воля толкуется им как слепая, беззаконная, бессмысленная сущность всякого бытия. В философии А.Шопенгауэра соединились две разные традиции: немецкая классическая философия И.Канта и философия буддизма.

Дальнейшее развитие традиция иррационализма получила в «философии жизни» Фридриха Ницше (1844-1900), испытавшего влияние идей А. Шопенгауэра. Фундаментальной категорией ницшеанства выступает не бытие, а понятие жизни. Основной признак жизни — изменение, становление, а ее движущее начало — воля к власти, проявляющееся во всем становящемся. Действием воли к власти объясняется упорядоченность мира, образующая «иерархию царств», причем, человек вовсе не занимает ее высшую ступень, он не венец творения, человек по Ницше — это «больная обезьяна». Одна из основных презумпций Ницше заключалась в том, что витальное, природное, животное начало, будучи подчинено социальной, культурной форме оскудевает, вырождается и гибнет. Из тезиса примата витально-природного над социальным, культурным в человеке вырастает и главный посыл философии Ницше: «Переоценка всех ценностей». Подлинное, аутентичное бытие находится «по ту сторону добра и зла». Но существовать в этом подлинном бытии достойны отнюдь не все, а только те, кто способен встать по ту сторону добра и зла. Отсюда апофеоз философии Ф. Ницше — концепция сверхчеловека: «Бог умер: и мы хотим - пусть живет сверхчеловек!».

## 2. Основные направления современной западной философии. Аналитическая философская традиция

Особенностью современной западной философии (XX-XXI вв.) является ее плюрализм (многообразие), как в постановке проблем, так и в способах их решения. Современная западная философия чрезвычайно многообразна. Вместе с тем, в ней есть свои центры притяжения в виде относительно самостоятельных направлений или течений. Их тоже много, но в плане самой общей картины можно ограничиться тремя, достаточно, как представляется, репрезентативными: аналитическим, феноменологическим и постмодернистским.

Аналитическая философия обязана своим существованием «лингвистическому повороту» как отличительной черте современного философствования. На сегодняшний день она наиболее полно выражает рационалистический дух философствования.

В узком смысле **рациональность** - это аргументы и свидетельства разума, те правила, с помощью которых устанавливается, что можно считать основанием наших убеждений и нашей веры во что-нибудь. В широком же смысле под рациональностью можно понимать систему правил, критериев, эталонов, являющихся общезначимыми, т. е. имеющими одинаковый смысл для всех членов общества (профессиональной или любой другой группы). Рациональность же, которую являет нам аналитическая философия, было бы правильно назвать логико-семантической. В ее основании - правила и законы логики, а также знаково-смысловые средства познавательной деятельности человека.

Аналитическая философия в узком смысле - это доминирующее направление в англоязычной философии XX века, представленное такими именами (теперь уже классиками), как Бертран Рассел, Джордж Эдвард Мур, Людвиг Витгенштейн. В широком смысле аналитическую философию можно трактовать как определенный стиль философствования. Главная задача аналитической философии - борьба против языковой засоренности мышления. Философия тем самым перестает быть теорией и превращается в аналитическую деятельность по лингвистическому прояснению мыслей, устранению неточностей в обозначении, по исправлению, поверхностной грамматики глубинной логикой, переводу фраз с неясным, вводящим в заблуждение смыслом в логически корректные утверждения.

### 3. Феноменология - философия предметных смыслов

В отличие от аналитической традиции, ориентированной на факты (эмпирические и языково-лингвистические) сами по себе, феноменология обращает наше внимание на «человеческий фактор» как ключ к тому, что реально существует. Феноменологическая установка - это убеждение, что мы никогда не доберемся до реальности, если будем объяснять жизнь и людей - ее конкретных носителей,

объективно (как объект-вещь, наряду с другими вещами или телами), извне, естественнонаучными и традиционно-психологическими средствами. Цель феноменологии - описание того, как мы изучаем опыт в терминах «сущностей» и «резонансов». Сознание - реальнейшая из реальностей. Мы можем отказаться от всех наших мыслей, но нам не освободиться от самой мысли об этом отказе. **Феноменология** как философское направление связано с именем Эдмунда Гуссерля (1859 - 1938). Девиз феноменологии как метода, в понимании Гуссерля, - назад к вещам, так называемым феноменам. Феномен есть то, что само себя обнаруживает, предмет, непосредственно явленный сознанию. Феномен, по-другому, - это идеальная сущность, идеальный смысл, обладающий непосредственной достоверностью, неопровержимой данностью, стабильной очевидностью. Для феноменолога важно описать то, что действительно явлено сознанию, и пределы такой явленности. Феноменология, таким образом, работает не с вещами, а с их смысловыми эквивалентами, содержательно-познавательными сущностями.

Обратимся за помощью к конкретному примеру: мы ведь воспринимаем не как музыка звучит, т. е. не сами по себе звуки, из которых она физически состоит, - мы воспринимаем, или слышим, саму музыку, т. е. сущность, заключенную в факте звучания. Ну а восприятие сущности - дело интуиции, вернее эйдетической интуиции, в которой Гуссерль видел начало всех начал. Интуиции следует доверять больше, чем дискурсам философов и свидетельствам ученых.

Феноменологическая методология оказала и продолжает оказывать существенное влияние на развитие психологии, антропологии, психиатрии, гуманитарное знание в целом.

#### **4. Постмодернистская философская альтернатива**

Термин «постмодерн» используется для обозначения как специфики культуры второй половины XX века, так и философской мысли, представленной именами: **Жак Лакан** (1901—1981), **Жак Деррида** (род. 1930), **Жорж Батай** (1874—1962), **Жиль Делез** (1925-1995), **Мишель Фуко** (1926— 1984), **Ролан Барт** (1915—1980), **Ричард Рорти** (род. 1931) и др. Справочники по философии характеризуют творчество этих мыслителей, не прибегая к термину «постмодернизм», что свидетельствует об отсутствии устоявшейся традиции в его употреблении. Р. Барта, Ж. Лакана, М. Фуко считают представителями французского структурализма, Р. Рорти относят к аналитическому направлению американской философии, Ж. Деррида объявлен творцом философии деконструкции, а в творчестве Ж. Батай обнаруживают элементы сюрреализма, экзистенциализма, структурализма. Постмодернизм складывался под влиянием многих интеллектуальных и культурных течений: от прагматизма, экзистенциализма, психоанализа до феминизма, герменевтики, аналитической философии и пр. Но постмодернистская мысль двигалась «по краям» названных философских течений, не принадлежа полностью ни одному из них.

Сущность постмодернизма состоит в его понимании как специфического мировоззрения, получившего распространение в конце XX века, главной отличительной чертой которого является плюрализм, т.е. допущение одновременного сосуществования разнообразных точек зрения. Принцип **плюрализма** является фундаментальным для осмысления постмодернизма, и уже непосредственно из него вытекают такие производные его характеристики как фрагментарность, децентрация, изменчивость, контекстуальность, неопределенность, ирония, симуляция.

Непосредственно под философией постмодернизма следует понимать совокупность различных теорий, получивших распространение в конце XX века, в которых теоретически обобщается постмодернистское мировоззрение. Задачи, которые ставят перед собой эти теории можно резюмировать следующим образом: критика принципов классического рационализма и традиционных ориентиров метафизического мышления; интерпретация процессов, происходящих в современном обществе; разработка основ нового мировоззрения, которое будет способствовать преодолению кризисных явлений в культуре, ставших следствием внедрения модернистских проектов.

По мнению постмодернистов, наступила «смерть философии» в ее традиционном понимании. Постмодернисты считают необоснованными притязания философии на роль научной дисциплины, поскольку в отличие от науки она не имеет преимущественности проблем и прогресса в их решении. На каком основании, например, - задают они вопрос, - можно утверждать, что концепции философов XX в. более прогрессивны, чем идеи античных мыслителей, если философия не содержит в себе критериев «соизмеримости» философских идей? Сторонники постмодернизма не просто предлагают изменить технику и процедуру философского анализа, они предлагают вообще переосмыслить роль, место и статус философии в культуре.

Делез в работах «Ницше» (1965) и «Логика смысла» (1969) показал, что тип постмодернистского философствования заключается, прежде всего, в признании существования событий и смыслов, принадлежащих автономной поверхности, не сводимой ни к глубинным субстанциям, ни к высоким идеям.

Ориентиром для философа ницшеанского типа становятся не идеальные сущности, а потаенные глубины, склонность странствовать «по запретному». Разум обозначил границы «запретного»: это прежде всего - инстинкты, секс, безумие, бессознательное, тюрьма, инцест, антропофагия (людоедство) и др. Ницше был уверен, что его философия «некогда победит» в силу того, что в ней дан «долгий опыт» его личного «странствия по запретному», опыт утверждения инстинкта, а не разума в качестве творческой силы.

Постмодернисты отбросили все основания бытия, а также отказались от употребления всех обосновывающих эти основания понятий Бог, душа, Я, внешний мир и т. д. Они признают власть локальных беспорядков и случая, видят себя в

одном ряду не с религией и наукой, а с политикой и искусством. Апология случайного - главный мотив постмодернистского философствования. Известно, что уже Ницше и Фрейд наметили определенную стратегию мысли: ничему не поклоняться, ни с чем не обращаться как с квазибожеством, рассматривать все, что связано с человеком, - язык, человеческое сообщество, совесть и т. д., - как продукты времени и случая.

Постмодернисты стремятся передать остроту переживаний, которые испытывает человек, сталкиваясь с кризисом основ западной цивилизации. Данная ситуация характеризуется тем, что ценности присутствуют в культуре, но они больше не ориентируют личность в ее повседневной жизни, поскольку в самой системе ценностей распалась взаимосвязь, иерархичность, система соподчинений. Философы-постмодернисты выразили мировоззрение, свободное от веры в Бога, науку, истину, человека и его духовные способности. Они интеллектуально осмыслили ситуацию разочарования во всякого рода квазибожествах, пришли к убеждению о бессмысленности поклонения человека чему-то или кому-то. Предложив способ жизни, где все, начиная от языка и кончая формами совместного общежития, лишается бытийного основания и объявляется продуктом случая и времени, постмодернисты сформировали интеллектуальную культуру, смысл которой в окончательном разбожествлении мира (термин принадлежит Р. Рорти).

Как оценивается феномен постмодернизма современниками? Одни считают его условием прорыва в новую культуру и мировоззрение (Р. Тарнас), другие называют «натужной игрой на пустотах», перспективы которой «безжизненны» (А. Солженицын). Во Франции - родине постмодернизма - ряд писателей и философов характеризуют его, по свидетельству Р. Барта, как «пустое в интеллектуальном отношении», «софистичное в вербальном», «опасное в моральном», обязанное своим успехом «одному только снобизму» «маньяков расшифровки, воображающих, будто и прочие люди рассуждают о литературе с точки зрения Каббалы, Пятикнижия или Нострадамуса».

**Экзистенциализм** решает вопрос о подлинном существовании человека, которое он обретает в «пограничных ситуациях», определяя свой духовно-нравственный выбор. Экзистенциализм - философия существования. Наиболее крупные представители: М. Хайдеггер, К. Ясперс, Г. Марсель, Ж.П.Сартр, А. Камю, Н. Аббаньяно.

В Германии экзистенциализм стал складываться после первой мировой войны (обстановка озлобления и уныния). Новая волна - Франция времен оккупации и после второй мировой войны.

Экзистенциалисты поставили вопрос о смысле жизни, о судьбе человека, о выборе и личной ответственности.

Экзистенциальные проблемы - это такие проблемы, которые возникают из самого факта существования человека. Для экзистенциализма имеет значение только его собственное существование и его движение к небытию.

Экзистенциализм объявляет предметом философии - бытие. «Современная философия, как и в прошлые времена, занята бытием» - (Сартр). Экзистенциалисты утверждают, что понятие бытия является неопределимым, и что никакой логический анализ его невозможен. Поэтому философия не может быть наукой о бытии и должна искать иных, ненаучных, иррациональных путей для проникновения в него.

Экзистенциализм - это философия, единственный предмет которого - человеческое существование, точнее переживание существования. Страх - это исходное переживание, лежащее в основе всего существования. В конечном счете, это страх перед смертью.

**Неопозитивизм** сводит философию к логическому и семантическому анализу языка научных высказываний. Становление неопозитивизма, иначе логического позитивизма, связывают с деятельностью так называемого Венского кружка, в который входили М.Шлинк, Ф.Франк, О.Нейрат, Р.Карнап, К.Гедель, и с деятельностью берлинского «Общества научной философии», в которое входили Г.Рейхенбах, К.Гемпель и др.

#### **Основные принципы неопозитивизма:**

1. отрицание метафизики, как учения о первых принципах философии, отрицается значимость метафизики.

2. аналитические и синтетические предложения.

Аналитическое предложение – такое предложение, истинность которого определяется его собственным содержанием, чего нет в случае синтетического предложения. Истинность синтетических предложений устанавливается эмпирическим путем. Аналитические предложения априорны и логически необходимы, а синтетические – эмпиричны и логически не необходимы. Следовательно, все науки можно разделить на экспериментальные (физика, химия и т.п.) и неэкспериментальные (логика, математика). Предложения философии не аналитичны и не синтетичны, они - бессмысленны.

3. верифицируемость (проверяемость).

Согласно принципу верификации, научная достоверность синтетических предложений подтверждается в эксперименте. Вводится понятие элементарного предложения, которое проверяется фактами непосредственно. Сложное синтетическое предложение сведено к элементарным, а последние сопоставляются с фактами.

4. физикализм – убеждение в том, что в эмпирических науках все предложения должны, в конечном счете, сводиться к предложениям физики, т.к., по их мнению, все науки имеют один общий базис - физику

5. эмотивизм в этике.

Моральные предложения не поддаются верификации, и, следовательно, не являются ни истинными, ни ложными. Значение их состоит в выражении моральных эмоций.

#### **5.Герменевтика – «техника истолкования»**

Термин «герменевтика» называют искусство интерпретации (толкования) текстов, теория понимания и постижения смысла или понимают как «искусства постижения чужой индивидуальности». Под текстами здесь понимают любые литературные произведения: художественные, исторические, философские, религиозные и пр.

В идущих от В.Дильтея, виднейшего после Ф.Шлейермахера теоретика, философских течениях конца 19 века - начала 20 века герменевтика трактуется как учение о «понимании» (целостном духовно-душевном переживании), как методологическая основа гуманитарных наук в отличие от «объяснения» в естественных науках.

Актуальность и значимость герменевтической проблематики в философии определяется усилением интереса к герменевтике и к связанным с нею проблемам истолкования, интерпретации и понимания в практической жизни, политике, морали, праве, искусстве, религии, коммуникативной деятельности, образовании. Считается, что феномен герменевтики помогает вскрыть сложный процесс взаимодействия языка и мышления.

Предметом герменевтики Шлейермахер считает прежде всего тексты, являющиеся памятниками. Что это значит? Памятники – это тексты, которые от исследователя отделяют большая временная, историческая, культурная, языковая дистанции. Памятники обычно принадлежат к далекой и чуждой исследователю культуре. Поэтому нужно уметь и переводить, и интерпретировать, и комментировать, и многое другое. Устранять «барьеры» для понимания, с точки зрения Шлейермахера, и призвана герменевтика.

Шлейермахер выдвинул принцип, что целью герменевтики является понять текст и его автора лучше, чем сам автор понимал себя и свое собственное творение. Принцип «лучшего понимания». Современный исследователь должен знать лучше мир автора и его текст.

Понимание может трактоваться как:

- некое интеллектуальное удовлетворение от процесса познания
- как некая научная роскошь, без которой можно обойтись
- как сугубо личностный психологический феномен.

В настоящее время можно говорить о герменевтике в трех смыслах:

- как методология понимания
- как герменевтическая философия, связывающая человеческое бытие с культурой и растворяющее человеческое бытие в культуре.
- критическая герменевтика

Ключевая проблема герменевтики - как человек понимает. Условием понимания является «вхождение в круг»: **чтобы понять, надо объяснить, но чтобы объяснить, надо понять** - это круг. Целое понимается из знания частей, а часть из целого.

**Вопросы для самопроверки**

1. Какие революционные и военные события конца XIX и начала XX века вызвали разочарование человечества в возможностях достоверного познания природы и общества и их разумного преобразования?
2. В классической философии человек - часть общества, нации, класса, этноса. А в неклассической?
3. Связан ли человек с политикой, экономикой, правом, религией? Можно ли манипулировать его сознанием, волей?
4. Каково отличие религиозного и атеистического экзистенциализма?
5. В чем суть концепции З.Фрейда по которой психика человека состоит из трех слоев: «Оно» (бессознательное), «Я» (сознание человека) и «сверх-Я» (внешняя реальность влияющая на человека)?
6. Феноменология сочетает рациональное и чувственное. Не является ли такое сочетание чем-то эклектическим?
7. В чем новизна постановки проблемы человека в экзистенциализме?
8. В чем заключается новаторские идеи герменевтической философии?
9. Как решается проблема отчуждения в экзистенциализме? Чем светский

## **Тема 10. ФИЛОСОФСКАЯ КАРТИНА МИРА. ОНТОЛОГИЯ**

1. *Проблемы онтологии в философии. Бытие как фундаментальная категория философии*
2. *Научные, философские и религиозные картины мира.*
3. *Категории материи и движения. Пространство и время.*

### **1. Проблемы онтологии в философии. Бытие как фундаментальная категория философии**

Бытие – наиболее фундаментальная категория философии. Учение о бытии называется онтология. Два значения категории бытия: 1) бытие как объективная реальность – материя; 2) бытие как все существующее – вся реальность. Проблема бытия была поставлена древнегреческим философом Парменидом, который дал определения бытия и небытия. Платон разделил всеобъемлющее бытие на бытие идей и бытие вещей. Вся классическая философия решала проблему соотношения материи (объективной реальности) и сознания (субъективной реальности). В новейшей философии эта проблема теряет свою остроту («новая онтология» Гартмана). На первый план выдвинулась проблема бытия человека (экзистенциализм).

Первое общее свойство обо всех вещах и явлениях мира можно утверждать, что они существуют, обладают бытием.

Второе их общее свойство: бытие вещи и явления – преходяще. Вещи и явления возникают, делятся и исчезают во времени, а также занимают ограниченное место в пространстве.

Третье общее свойство: каждое бытие-в-мире в своей пространственной и временной границе переходит не в ничто, но в некоторое нечто, именно в другое бытие-в-мире: вещь или явление.

Итак, одно бытие-в-мире сменяется другим в пространстве и во времени, образуя бесконечный ряд бытий-в-мире. Этот бесконечный ряд явлений и есть то, что можно назвать миром в целом.

Поставим теперь следующий вопрос: является ли вся совокупность явлений в пространстве и во времени, составляющая бытие мира, единством, или это есть лишь совокупность, в которой каждое явление существует само по себе, изолированно, сменяя друг друга во времени и в пространстве?

Этот же вопрос можно поставить иначе: мир в целом един или множествен? А если он един, то, что лежит в основе этого единства?

Здесь возможны следующие варианты.

Вариант первый. Мир есть множество самостоятельных, изолированных друг от друга миров, культур, личностей, явлений и вещей. Такая философская позиция называется плюрализмом.

Вариант второй. Мир многообразен, но в основе этого многообразия лежит единое начало, объединяющее мир в некую систему. Эта точка зрения называется монизмом.

**Монизм** возможен двух видов: духовный и материалистический. В первом случае в качестве единого начала принимается духовное начало. Во втором случае в качестве такого начала принимается материя.

Кроме плюрализма и монизма, возможна третья позиция – **дуализм**. Согласно этой позиции существуют две параллельные и независимые основы – духовная, в виде мышления, и материальная, в виде телесной субстанции, заполняющей пространство. Обе основы не имеют ничего общего. Это точка зрения французского мыслителя XVII века Рене Декарта.

## **2. Научные, философские и религиозные картины мира**

У каждой картины мира есть и смысловой центр, вокруг которого располагаются все компоненты, составляющие целостный образ Вселенной.

**Научная картина мира** дает целостную систему представлений об общих свойствах и закономерностях природы, возникающая в результате обобщения и синтеза основных естественно-научных понятий и принципов. Главное отличие научной картины мира от вненаучной состоит в том, что она строится на основе определенной фундаментальной научной теории (или теорий), служащей ее обоснованием.

Центральный пункт любой **религиозной картины мира** – образ Бога или богов, представление о том, чем является высшая истинная реальность. Все религии считают, что наша эмпирическая действительность не самостоятельна и не самодостаточна. Она носит производный вторичный характер и является результатом другой истинной реальности Бога.

Религиозная модель мира включает в себя эмпирический мир, где живет человек, и запредельный мир: небо, рай и ад.

**Философские картины мира** очень разнообразны и строятся вокруг отношения мир-человек. Философы могут ставить в центр картины мира космос, природу. Такая картина мира будет **космоцентричной**. Она характерна для античной философии.

Другой тип философских картин мира в центр мира ставит человека – это **антропоцентрическая картина мира**, согласно которой мир существует для человека и человек – высшее существо этого мира.

Третий тип ставит в центр мир Бога как высшую духовную силу - такая картина мира называется **теоцентрической**. В отличие от религиозных картин мира в философских картинах Бог рассматривается обычно как безличное, высшее духовное начало.

Специфика философской картины мира также зависит от решения основного вопроса философии и может быть соответственно материалистической, отрицающей всякие сверхъестественные сущности и начала, или идеалистической, рассматривающей материю, природу как продукт высшего духовного начала. Смесь материализма и идеализма дает дуалистическую (признающую два независимых первоначала - дух и материю) или пантеистическую (признающую два тесно переплетенных друг с другом начала: духовное и материальное).

Философская картина мира, с одной стороны, обобщает достижения современной науки, а с другой стороны - выражает специфику отношения человека к природе и его место в обществе, указывает смысложизненные ориентации человеку.

### **3. Категории материи и движения. Понятие покоя. Формы движения материи. Развитие и регресс. Пространство и время**

Далее мы будем исходить из признания материалистического единства мира. То есть мы принимаем, что мир есть единство многообразных явлений, и в основе этого единства лежит материя.

Материалистическое истолкование революции в естествознании дал В.И. Ленин в работе «Материализм и эмпириокритицизм». Ленин признает, что у материи нет каких-то конкретных окончательных свойств и что материя не сводится к атомам. Однако вполне достаточно оставить за материей два свойства: первое – материя существует независимо от нашего сознания, и второе – материя познается нашим сознанием.

В настоящее время наиболее общим является определение материи через понятия субстанции и субъекта.

Что такое субстанция? Это то, что сохраняется во всех изменениях, оставаясь самим собой.

Примером субстанции является человеческая личность, которая при всех изменениях – телесных и духовных – тем не менее сохраняется как вот эта личность. Напомним слова Аристотеля о том, что Сократ может быть больным и здоровым, молодым и старым, веселым или в гневе, но остается все тем же Сократом.

Материя в качестве субстанции, во-первых, есть то, что во всех изменениях сохраняется, а во-вторых, то, что сохраняется именно благодаря собственным изменениям. Это означает, что, лишь изменяясь в пространстве и во времени, материя остается единой основой всего, что существует.

Подтверждением правильности понимания материи как субстанции являются так называемые законы сохранения в физике – сохранения энергии, импульса, заряда и т.п.

Под субъектом в философии понимают то, что выступает причиной или источником собственных изменений. Например, личность выступает субъектом, если ее действия и поступки являются следствием ее собственной воли и решения. Но как только поведение личности начинает определяться внешними обстоятельствами или сама личность начинает винить во всем, что с ней происходит, внешние обстоятельства или других людей, она перестает быть субъектом, она становится объектом или вещью, как все другие вещи.

Материя, охватывая все, что происходит в мире, выступает конечным источником и причиной всех своих свойств и изменений. Материя есть причина самой себя, своего собственного существования, это и означает, что материя есть субъект.

Быть субстанцией и субъектом означает самодостаточность и способность к самоопределению. Но эти характеристики применимы не только для определения материи, их можно применить для понимания творческого процесса.

Важно, что эти категории – субстанция и субъект – применимы как для описания материальных явлений, так и для описания явлений духовных. Солнечная система есть материальная субстанция и субъект собственного изменения. А личность и художественный роман есть духовные субстанции и субъекты.

А мир в целом, согласно материалистическому пониманию, есть материя, которая является субстанцией и субъектом собственных изменений в пространстве и во времени.

Когда мы говорим о материи, то рассматриваем мир со стороны единства. Однако мир есть еще и многообразие явлений. Для описания мира как многообразия используется философская категория движения.

Многообразие мира означает, что каждое «здесь» и «теперь» мира отличается от других «здесь» и «теперь», т.е. мир изменяется в пространстве и во времени. Это изменение мира в пространстве и во времени есть движение. Таким образом, мы получаем первое определение движения.

**Движение** есть изменение материи в пространстве и во времени, или изменение вообще. Движение есть любое изменение в мире – физическом, химическом, биологическом и социальном. Это означает универсальность движения, его всеохватность и неустрашимость.

**Движение** есть способ существования материи, т.е. материя существует лишь в движении. Чтобы остаться тем же самым, нужно непрерывно изменяться, становиться другим. Движение включает в себя противоположные характеристики: изменение и сохранение. Это подводит нас к третьему определению движения.

**Движение** есть противоречие. Движение включает в себя собственную противоположность, а именно покой. Движение есть единство движения и покоя.

Противоречивость движения означает противоречивость также пространства и времени. Современная физика подтверждает то, что Зенон доказывал при помощи своих апорий две с половиной тысячи лет назад. Оказывается, элементарные частицы – электрон, протон, нейтрон и др. – являются одновременно также и волнами. То есть они находятся вот здесь и сейчас и в то же время находятся везде и всегда. Они одновременно частицы и как бы размазаны по всему миру.

### **Что такое покой?**

**Покой** есть такое движение какой-либо вещи или системы, которое в то же время сохраняет эту вещь или систему этой же самой.

Итак, мы определяем покой как равновесие. Но любое равновесие всегда является относительным, временным, неабсолютным, и этим оно отличается от движения, которое абсолютно и непрерывно. Все, что более или менее неизменно, со временем изменится и станет другим, потому что движение абсолютно, а покой относителен.

Можно различать три крупные **формы движения материи**:

- 1) движение в неживой природе;
- 2) движение в живой природе;
- 3) социальная форма движения материи, или история.

**В неживой природе** можно различать

- механический,
- физический
- химические виды движения материи.

Есть точка зрения, что можно особо выделить геологический вид движения – процессы изменения земной коры, формирование океанов и континентов, гор и рек.

Неживая природа – механические, физические и химические процессы – подчиняются причинно-следственным отношениям. Событие, которое состоялось в прошлом, определяет состояние настоящего.

Итак, здесь важно, что настоящее определяется прошлым, это можно выразить формулой:

Прошлое  $\Rightarrow$  Настоящее

В живой природе продолжают действовать причинно-следственные отношения, но они перестают быть определяющими. Таковым становится отношение цели. Настоящее поведение живого существа определяется тем, что должно произойти в будущем. Здесь действует другая формула:

Настоящее  $\Leftarrow$  Будущее

Социальная форма движения характеризуется особым явлением – культурой. Культура есть сознательная деятельность по производству так называемой второй природы, или артефактов, которые естественным путем в принципе не могли бы возникнуть: искусство, нравственность, технические изобретения, такие как колесо, рычаг, часы, очаг, парус, компьютер и т.д.

Понятия развития и регресса.

Развитие есть переход от низшей формы движения материи к более высокой и сложной.

Например, переход от неживой материи к живой или переход от биологической формы движения к социальной. Развитие сопровождается процессом усложнения, ростом организации и неоднородности. Так, любое простейшее живое существо, какая-нибудь амеба, невообразимо сложнее и организованнее любого явления неживой материи.

Развитию противостоит регресс, или энтропия, – процесс, ведущий к усреднению, к устранению неоднородности.

Энтропия ведет к снижению уровня организации, к усреднению и выравниванию.

### **Пространство и время**

Пространство и время есть универсальные формы существования материи.

**Пространство** есть форма сосуществования явлений. Находиться в пространстве означает быть расположенным один вне другого. Пространство обладает протяженностью, и оно трехмерно. Поэтому любая реальная вещь имеет три измерения: длину, высоту и толщину. Трехмерность пространства является условием того, чтобы в мире существовало что-то устойчивое и равновесное, следовательно, чтобы вообще что-то существовало.

Пространство обратимо. Это означает, что можно всегда вернуться в то же самое место, разумеется, если оно уже не занято другим телом.

**Время** есть форма смены явлений одного после другого. Существовать во времени означает находиться в форме необратимой последовательности одного

после другого. Время необратимо и в относительном, и в абсолютном смысле. Необратимость времени есть условие того, чтобы в мире существовали закономерности и порядок, а не хаос.

Время в отличие от пространства одномерно. Оно имеет лишь одно измерение, его можно изобразить в виде стрелы, направляющейся из прошлого через настоящее в будущее.

Противоречивость пространства и времени выражается в том, что пространство и время одновременно ограничены и безграничны. Любая вещь и любое явление преходящи, имеют границу в пространстве и во времени. Однако все вещи и явления, переходя друг в друга, образуют безграничную в пространстве и во времени цепь вещей и явлений.

Различается материалистическое и идеалистическое понимание пространства и времени. Согласно первому, пространство и время являются формами существования материи, они существуют реально и не зависят от человеческого сознания.

В качестве примера идеалистического понимания пространства и времени приведем позицию немецкого философа Иммануила Канта, о котором шла речь в предыдущих лекциях. Пространство и время не есть свойства вещей самих по себе, они есть формы нашего созерцания вещей, это – тот способ, каким мы воспринимаем вещи. Наше сознание так устроено, что мы воспринимаем вещи в трехмерном пространстве и необратимом времени.

Различается метафизическое и диалектическое понимание пространства и времени. Метафизическое понимание связано с ученым И. Ньютоном, который считал, что материя существует сама по себе, а пространство и время сами по себе. Материя находится в абсолютном пространстве, как в огромном пустом ящике, и в абсолютном времени, как безразличном ко всему потоке.

Диалектическое понимание пространства и времени состоит в том, что обе формы существования материи находятся в единстве и взаимосвязи.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как изменялись представления человека об устройстве окружающего его мира от древности до наших дней?
2. Какой смысл заключен в вопросе «Из чего возникло мироздание, создал ли его кто или нет»?
3. Имеет ли материя начало и конец во времени и пространстве, или она бесконечна?
4. Подчеркните тождество и различие понятий «бытие», «субстанция», «материя».
5. Назовите формы движения материи, изучаемые современной наукой, и раскройте их сущность. Приведите примеры, свидетельствующие о наличии между ними структурной связи.
6. Един ли мир? В чем состоит его единство?

## **ТЕМА 11. ДИАЛЕКТИКА. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И КАТЕГОРИИ ДИАЛЕКТИКИ КАК УЧЕНИЯ О РАЗВИТИИ**

- 1. Концепции развития. Связи и закономерности бытия. Понятие диалектики, ее предмет и альтернативы*
- 2. Детерминизм и индетерминизм. Категории диалектики как выражение универсальных связей бытия.*
- 3. Понятие закона. Динамические и статические закономерности. Основные законы диалектики.*

### **1. Концепции развития. Связи и закономерности бытия. Понятие диалектики, ее предмет и альтернативы**

Диалектика как система взглядов на мир существует столько же времени, сколько существует философия (примерно 3 тыс. лет). Сегодня можно выделить три основные формы:

1. стихийная диалектика Античности
2. диалектика немецкой классической философии Канта и Гегеля
3. материалистическая диалектика Маркса, Энгельса и Ленина

Пионером диалектики принято обычно считать Гераклита, важнейшее внимание уделившего происхождению и единству противоположностей. После Гераклита наиболее известными диалектиками древности считаются Сократ, Платон и Парменид. Но, бесспорно, наиболее значительную роль сыграли в дальнейшем развитии диалектики И. Кант и Ф. Гегель, от которого и перенял диалектику К. Маркс.

Материалистическая диалектика имеет три аспекта:

1. диалектика – это учение о наиболее общих законах развития природы, общества и человеческого мышления
2. диалектика – это мировоззрение, то есть диалектический взгляд на мир
3. диалектика – это метод теоретической и практической деятельности.

Термин «диалектика» происходит от греческого слова *dialegomai*, обозначающего «веду беседу, рассуждаю». Этот термин имеет три значения. Диалектикой называют, во-первых, естественный ход событий, развертывание и разрешение противоречий, образование единства, связь и обособленность в мире и т.д.

Объективная диалектика – это движение и развитие в самом материальном мире как едином взаимосвязанном целом.

Диалектика исследует отношения всеобщих противоположностей, всеобщие законы. Для того, чтобы конкретнее представить задачи диалектики, нужно усвоить еще и следующие положения о ней. Ее называют наукой о всеобщей связи, учением о развитии, в его наиболее полном, глубоком и свободном от односторонности вида.

Диалектикой называют то, как мыслит субъект, каким методом. Субъективная диалектика – это диалектика мышления, то есть движение и развитие мыслей, понятий, которые отражают в сознании объективную диалектику.

Субъективная диалектика вторична по отношению к объективной. Поскольку субъективная диалектика есть отражение объективной, то обе они подчиняются одним и тем же законам.

Диалектическое мышление, диалектический метод есть раскрытие единства и противоречия (борьбы) противоположностей. Диалектический метод альтернативен метафизическому и эклектическому. Предметом диалектики являются **всеобщие законы развития материального мира.**

#### **Альтернативы диалектики**

**Метафизика.** Рассматривает и изучает вещи независимо друг от друга. Она стремится дать общую картину мира и только в этом смысле рассматривает вещи во взаимосвязи. Метафизическая идея взаимосвязи не связана с идеей развития вещей, которая объясняет как их происхождение, так и существующее между ними взаимодействие. Единственным видом связи, признаваемым метафизикой, является механическая связь.

Метафизика открывает противоположности друг от друга, не видит их связи или их противоречия. Метафизика рассматривает развитие как только уменьшение или увеличение (т.е. как только количественные изменения) или как только качественные изменения без каких-либо количественных изменений, т.е. отрывает противоположности друг от друга. Метафизическая концепция видит источник развития только во внешнем воздействии на вещь. Наконец, она рассматривает развитие или как движение по кругу, или только как движение по восходящей или нисходящей прямой и т.п.

**Эклектика** (греч. *eklego* - выбираю) – способ мышления, в котором объединяются различные позиции, подходы и точки зрения, зачастую противоречащие друг другу.

Эклектик непоследователен, его взгляды противоречивы. Французский философ Виктор Кузен утверждал, что философская система может быть создана из истин, содержащихся в самых различных учениях.

**Софистика** – рассуждения, выводы и доказательства, основанные на преднамеренном извращении законов логики, на употреблении доводов и аргументов, выдаваемых за правильные.

Волюнтаризм – учение, утверждающее, что созидательным началом всего является воля человека.

**Догматизм** – картина мира, построенная на догмах. Догма – положение, которое принимается без опытного обоснования и практической проверки.

## **2. Детерминизм и индетерминизм. Категории диалектики как выражение универсальных связей бытия.**

Диалектика – признанная в современной философии теория развития всего сущего и основанный на ней философский метод. Диалектика теоретически отражает развитие материи, духа, сознания, познания и других аспектов действительности через:

- законы диалектики;
- категории;
- принципы.

Главная проблема диалектика – **что такое развитие?**

Развитие – общее свойство и главнейший признак материи: изменение материальных и идеальных объектов, причем не простое (механическое) изменение, а изменение как саморазвитие, результатом которого является переход на более высокую ступень организации.

Развитие – высшая форма движения. В свою очередь, движение – основа развития.

Движение также является внутренним свойством материи и уникальным явлением окружающей действительности, поскольку движение характеризуется целостностью, непрерывностью и одновременно наличием противоречий (движущееся тело не занимает постоянного места в пространстве – в каждый момент движения тело находится в определенном месте и одновременно уже не находится в нем). Движение также является способом связи в материальном мире.

### **Принципы диалектики**

**Принцип связи** – предполагает взаимодействие как минимум двух предметов.

**Связь** – это зависимость одного явления от другого в каком-либо отношении. Связь – это не предмет, не субстанция. Она не существует сама по себе, вне того, что связано. К основным формам связи относят: пространственные, временные, генетические, причинно-следственные, существенные и несущественные, и т.д.

Связи в материальном мире многообразны.

**Системность** означает, что многочисленные связи в окружающем мире существуют не хаотично, а упорядоченно. Данные связи образуют целостную систему, в которой они располагаются в иерархическом порядке. Благодаря этому окружающий мир имеет внутреннюю целесообразность.

**Детерминизм** – это философский принцип, согласно которому явления природы, общества и сознания связаны между собой естественной причинной связью и взаимообуславливают друг друга.

**Индетерминизм** – философское учение, отрицающее объективность закономерной взаимосвязи всего в мире.

**Причинность** – наличие таких связей, где одна порождает другую. Предметы, явления, процессы окружающего мира чем-то обусловлены, то есть имеют либо внешнюю, либо внутреннюю причину. Причина в свою очередь, порождает следствие, а связи в целом именуется причинно-следственными.

**Историзм** подразумевает два аспекта окружающего мира: вечность неуничтожимости истории, мира; его существование и развитие во времени, которое длится всегда.

**Принцип развития.** Все в мире находится в постоянном изменении и развитии.

### **3. Понятие закона. Динамические и статистические закономерности**

**Закон** - объективная, необходимая, всеобщая повторяющаяся и существенная связь между явлениями и событиями.

Любой закон имеет ограниченную сферу своего действия. Например, распространение законов механики, вполне оправдывающих себя в пределах макромира, на уровень квантовых взаимодействий недопустимо. Процессы в микромире подчиняются другим законам. Проявление закона зависит также от конкретных условий, в которых он реализуется, изменение условий может усилить или напротив, ослабить действие закона. Действие одного закона корректируется и видоизменяется другими законами. Особенно это относится к историческим и социальным закономерностям. В обществе и истории законы проявляются в виде тенденций, т.е. действуют не в каждом конкретном случае, а в массе явлений. Но следует заметить, что законы-тенденции также носят объективный и необходимый характер.

Бытие многообразно, поэтому существует огромное количество форм и типов законов, которым подчиняются изменения.

- По степени общности различают законы всеобщие, особенные и специфические;
- по сферам действия - законы природы, общества или мышления;
- по механизмам и структурам отношений детерминации - динамические и статистические и т.п.

### **Категории диалектики**

**Категории** – это наиболее общие, фундаментальные понятия той или иной науки, философии.

О мире в целом, об отношении человека к миру мы мыслим категориями.

Категории формировались в сознании по мере того, как человек миллиарды раз сталкивался и учитывал реальные причинно-следственные, пространственно-временные отношения вещей, их качественную и количественную стороны. Логические категории являются формами мысли и определениями бытия.

Являясь результатом отражения мира в процессе его практического преобразования, категории становятся средством познания действительности с целью ее дальнейшего более широкого и глубокого преобразования. Следовательно, категории играют большую методологическую роль в науке. Без них невозможно научное мышление ни в одной области знаний.

Каждая из категорий отражает какой-либо общий закон, принцип бытия, а все вместе они охватывают мир как целое. Единая система категорий отражает единство мира, всеобщую связь, взаимодействие и развитие вещей.

Порядок расположения категорий основывается на учете возрастающей сложности объективных связей и движения познания от простого к сложному.

### **Тождество и различие**

**Тождество** – это равенство, сходство предмета самому себе или другим предметам.

**Различие** – это неравенство, несходство предмета самому себе или другим предметам.

Вся история человеческого общества от первобытнообщинного состояния до современности – это различные стадии развития одной и той же формы бытия. Весь путь развития, начиная от элементарных частиц до предполагаемых космических цивилизаций – это различные стадии развития мира. Тут содержится и тождество и различие. Не существует ни чистого тождества, ни чистого развития.

### **Единичное. Общее. Особенное**

**Единичное** – это свойства, характеризующие только данный объект.

**Общее** – такое понятие, в котором отражаются существенные свойства и признаки присущие целому ряду однопорядковых вещей.

**Особенное** – это единство единичного и общего.

Единичное, общее и особенное – это соотносительные категории, отражающие взаимопереходы отражаемых объектов и процессов.

«Русский» выступает как единичное по отношению к понятию «славянин». Последний выступает как общее по отношению к понятию «русский» и как особенное по отношению к понятию «человек».

### **Часть и целое. Система и элемент**

**Система** – такая целостность, в которой каждый элемент взаимосвязан с другими элементами, занимает определенное место и выполняет определенную функцию.

**Элемент** – это составляющая системы, которая взаимосвязана с другими составляющими системы, занимает определенное место и выполняет определенную функцию.

**Часть** – это такая составляющая целого, которая несет в себе все признаки и свойства данного целого.

**Целое** – это совокупность частей.

Целое может быть системой или механической целостностью. Система состоит из элементов, механическая целостность – из частей.

### **Содержание, структура и форма**

**Содержание** – вся совокупность свойств, сторон и признаков объекта.

**Структура** – это понятие, обозначающее совокупность устойчивых, внутренних связей некоторого объекта, условие его существования.

Структура входит в содержание объекта.

**Форма** – это способ выражения и существования содержания.

### **Сущность и явление.**

**Сущность** – это устойчивая, не изменяющаяся часть объекта.

Сущность скрыта от нас. Она не познаваема с помощью чувств. Ее можно познать через явления.

**Явление** – это внешнее обнаружение сущности, форма ее проявления.

Явление не может существовать без того, чтобы не в нем не проявлялась сущность.

### **Причина. Следствие. Повод. Условие**

**Причина** – это явление, которое при определенных условиях видоизменяет или порождает другое явление.

**Следствие** – это явление, порожденное или видоизмененное причиной.

**Условия** – это явления, необходимые для наступления данного события, но сами по себе его не вызывающие.

От характера условий зависит способ действия данной причины и природа следствия. Изменяя условия, можно изменять и способ действия причины, и характер следствия.

**Повод** – это внешний толчок, способствующий проявлению причины.

### **Необходимость и случайность**

**Случайность** – это то, что при данных условиях может быть, а может и не быть, может произойти так, а может произойти иначе.

**Необходимость** – это такое развитие явлений, которое с неизбежностью вытекает из внутренних, существенных свойств, взаимоотношений этих явлений.

Если случайность имеет причину в перекрещивании необходимостей, то необходимость имеет причину в себе самой.

### **Возможность, действительность, вероятность**

**Действительность** – это то, что реально существует.

**Возможность** – это будущее в настоящем, это то, чего не существует в данной качественной определенности, но то, что может возникнуть и существовать, стать действительностью при определенных условиях.

По времени возможность предшествует действительности. Но действительность, будучи результатом предшествующего развития, является в то же время исходным пунктом дальнейшего развития. Возможность возникает в данной действительности и реализуется в новой действительности (обусловленная связь).

**Вероятность** – это мера возможности, степень реализации данного события при данных условиях и при данной закономерности.

### **Общее понятие законов диалектики**

Среди способов понимания диалектики развития – законов, категорий, принципов – основополагающими являются законы диалектики.

Законы диалектики отличаются от законов других наук (физики, математики и др.) своей всеобщностью и универсальностью, поскольку они: охватывают все сферы окружающей действительности; раскрывают глубинные основы движения и развития – их источник, механизм перехода от старого к новому, связи старого и нового.

Выделяются три базовых закона диалектики:

1. единства и борьбы противоположностей;
2. переход количества в качество;
3. отрицания отрицания;

### **Закон единства и борьбы противоположностей**

Суть закона единства и борьбы противоположностей заключается в том, что все сущее состоит из противоположных начал, которые, будучи едиными по своей природе, находятся в борьбе и противоречат друг другу (пример: день и ночь, горячее и холодное, черное и белое, зима и лето, молодость и старость и т.д.).

Единство и борьба противоположных начал – внутренний источник движения и развития всего сущего.

Можно выделить различные виды борьбы:

- борьба, приносящая выгоду обеим сторонам (например, постоянное соревнование, где каждая сторона «догоняет» другую и переходит на более высокую качественную ступень развития);

- борьба, где одна сторона регулярно одерживает верх над другой, но побежденная сторона сохраняется и является «раздражателями» для побеждающей, благодаря чему побеждающая сторона переходит на более высокую ступень развития;

- антагонистическая борьба, где одна сторона может выжить только за счет полного уничтожения другой.

Помимо борьбы возможны иные виды взаимодействия:

- содействие (когда обе стороны оказывают встречную помощь друг другу без борьбы);

- солидарность, союзничество (стороны не оказывают друг другу прямого содействия, но имеют общие интересы и действуют в одном в одном направлении);

- нейтралитет (стороны имеют различные интересы, не содействуют друг другу, но и не борются между собой);

- мутуализм – полная взаимосвязь (для выполнения какого-либо дела стороны должны действовать только вместе и не могут действовать автономно друг от друга).

### **Закон перехода количественных изменений в качественные**

Вторым законом диалектики является закон перехода количественных изменений в качественные.

Механизм такого перехода выражает другой диалектический принцип (закон) - взаимосвязи количественных и качественных изменений. Его формулировка такова:

количественные изменения, постепенно накапливаясь, рано или поздно нарушают границу меры предмета и вызывают смену его качества, осуществляющуюся в скачкообразной форме.

Категория качества в философии означает совокупность свойств предмета. Качество – тождественная бытию определенность, стабильная система определенных характеристик и связей предмета.

Парная ей категория количества – исчисляемые параметры предмета или явления (число, величина, объем, вес, размер и т.д.) подразумевает отношение качественно однородных предметов. Единство же количественных и качественных характеристик вещи схватывается категорией меры.

Мера (единство количества и качества) - это те границы, те пределы, внутри которых количественные изменения не вызывают смену качества, т.е. предмет остается самим собой.

В природе не всегда удастся определить узловой момент (момент скачка). Переход количества в принципиально новое качество может произойти:

- резко, одномоментно;
- незаметно, эволюционно.

### **Закон отрицания отрицания**

Закон отрицания отрицания заключается в том, что новое всегда отрицает старое и занимает его место, но постепенно уже само превращается из нового в старое и отрицается все более новым.

Категория отрицания в диалектике определяется как такое отношение последовательных стадий развития объекта, при котором каждая последующая стадия не просто отбрасывает, отвергает предыдущую, но одновременно и сохраняет, вбирает в себя ее существенные моменты.

Знакомы циклы биологические (семя - растение - семя, детство - зрелость - старость) и социальные (чередование спадов и подъемов экономики, состояний войны и мира в политике, эпох ренессанса и декаданса в искусстве и т.д.). В них совершенно очевидно просматривается не просто механическое повторение одних и тех же состояний, но именно развитие, т.е. нарастание (пусть и небольшое в каждом отдельном цикле) высоты организации и порядка развивающихся систем.

Например, состояние социального мира - это не просто отсутствие конфликтов. Это состояние разрешенного конфликта, из которого стороны выходят обогащенные, по крайней мере, полученным опытом. Восстановившееся после болезни здоровье - это не буквальный возврат к прежнему, ведь организм хотя бы на некоторое время получает иммунитет к данной болезни.

Все упомянутые выше законы диалектики теснейшим образом связаны друг с другом, ведь они отражают разные стороны единого процесса развития.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какое понятие шире: движение или развитие? Может ли существовать прогресс без регресса, регресс без прогресса?
2. В чем заключается принципиальное отличие диалектического понимания развития от метафизического? Почему диалектика является учением о всеобщей связи и развитии?
3. Каким образом противоречие между содержанием и формой связано с принципом развития?
4. Какое методологическое значение имеют категории системы, структуры, функции в научном познании?
5. В чем заключается диалектика взаимосвязи причины и следствия?
6. Почему категории необходимости и случайности являются ступенями развития познания?
7. Почему закон единства и борьбы противоположностей называют ядром диалектики?

## **Тема 12. ПРОБЛЕМА СОЗНАНИЯ В ФИЛОСОФИИ**

- 1. Проблема сознания в философии. Природа и сущность сознания.**
- 2. Происхождение сознания. Отражение в живой неживой и материи.**
- 3. Структура сознания. Сознание бессознательное. Сознание и самосознание.**
- 4. Формы общественного сознания.**

### **1. Проблема сознания в философии. Природа и сущность сознания**

Все процедуры данности нам мира и переживаний, чувства и мыслей проходят через то, что называют сознанием. Сознание есть, то неуничтожимое, вечное, вездесущее, что сопутствует человеческому усвоению мира, оно входит обязательной «добавкой» во все, что мы воспринимаем как данность.

**Сознание** – это особое состояние, свойственное только человеку, в котором ему одновременно доступен и мир, и он сам. Сознание мгновенно связывает, соотносит то, что человек увидел, услышал, и то, что он почувствовал, подумал, пережил.

Сознание выступает как образ окружающего нас мира, оно отражает окружающий нас мир, отражает материю. Поэтому его можно определить как субъективный образ объективного мира. Сознание вторично по отношению к материи в некоторых отношениях.

Материя существует вечно. Сознание же появляется только с появлением человека, с появлением общества. Сознание формировалось в ходе развития человека, в процессе его обособления от животных в течение порядка 2,5-3 млн. лет.

В более широком смысле, сознание – продукт развития человека и общества, а в более узком смысле продукт высокоорганизованной материи: общественно развитого человека и его мозга.

В разные времена сознание имело разные термины обозначения. Рассмотрим некоторые из них. Исторически первым был термин душа. Представление о душе является, очень древним и возникло из наблюдений над смертью и состоянием тела после смерти. Смерть это уход души из тела, но не смерть самой души. Возникает вопрос, а где она была до того, как вошла в тело? И куда она ушла, покинув тело? По Платону душа до тела была на звезде, звезды первые жилища звезд. А после, покинув одно тело, душа переселилась в другое тело и в принципе это не обязательно тело человека, это может быть и телом животного или растения. Очень скоро философский анализ души привел к необходимости наряду с понятием душа, как особой части человека, выделить и понятие «ум», как характеристику внеиндивидуальной, наиндивидуальной, но духовной составляющей мира.

«Мировая душа» у Платона – это демиург, творец мира вещей; а ум у Плотина – это первая эманация единого, производными, которыми являются души отдельных людей. Душа подвергается анализу, расчленению на составные части и в то же время, философы подчеркивали и единство всех психических (греч. «психе» -душа) процессов протекающих в человеке.

Разум как высшая познавательная способность, превосходящая по своим возможностям и задачам рассудок получил название «интеллект».

В истории философии проблема сознания имеет два уровня своего решения. Первый заключается в описании способов, каким вещи даны в сознании, существуют в нем, на философском языке – это описание феномена сознания.

Второй имеет цель объяснить, как возможно само сознание, т.е. объяснить сам феномен.

Многосторонность и многоплановость сознания делает его предметом изучения многих наук. Для философии же главным является вопрос об отношении сознания к бытию.

Представляя собой, свойство высокоорганизованной материи – человеческого мозга, сознание выступает как осознанное бытие, субъективный образ объективного мира, а в плане гносеологическом – как идеальное в противоположность материальному и в единстве с ним.

Рассмотрим сознание с разных точек зрения.

1. Сознание – это образ окружающего нас мира. Сознание отражает окружающий нас мир, материю. Поэтому, сознание – это субъективный образ объективного мира.

Реальность сознания обуславливается реальностью объективной действительности. **Главное для сознания заключается в том, что оно отражение действительности. В этом его сущность.**

2. Сознание – это то, что отличает человека от других живых существ. И естественно, что сознание с давних пор было предметом внимания со стороны философов, учителей религии, всех тех, кто хотел изучить и понять человека.

## **2. Происхождение сознания. Отражение в живой неживой и материи**

В истории философии можно выделить четыре основных подхода к вопросу о сущности и происхождении сознания.

### **1. гилозоизм (греч. материя и жизнь.)**

Это натурфилософская концепция ранних греческих философов (Фалес, Анаксагор, Гераклит и др.), отрицавших границу между «живым» и «неживым» и считавших «жизнь» внутренним свойством праматерии. Как учение о всеобщей одушевленности универсума гилозоизм выступает синонимом панпсихизма.

Гилозоизм исходит из того, что вся материя мыслит, обладает сознанием.

**2. Вторая концепция дуализм (Декарт),** с точки зрения которого психические и физиологические процессы независимы и самостоятельны. Бытие делится на мыслящую субстанцию (дух) и протяженную субстанцию (материю), которые сосуществуют независимо и одновременно.

**3. Идеализм (Платон, Гегель, Мах),** с позиций которого дух, сознание, мировой разум первичны, а природа, материя порождены активностью духа, составляет третий подход в данном вопросе.

**4. Материализм (Демокрит, Фейербах, Маркс),** с точки зрения которого сознание есть свойство материи. Причем оно не вечное свойство, а возникает на определенной стадии развития материи, а именно с возникновением человеческого мозга.

Античная философия открыла только одну сторону сознания – направленность на объект, а другая особенность сознания – умение человека сосредоточиваться внутри себя, направлять свое внимание на внутренний мир не была проработана ею. В культуре христианства произошло одно важное событие: обострение потребности человека обращать внимание на собственные переживания. Оно было вызвано необходимостью общения с трансцендентным Богом. Возникла практика такого общения – молитва.

Пытаясь найти способы выражения религиозных переживаний, мыслители, по сути, открыли новую грань проблемы сознания: **сознание - это не только знание о внешнем мире, но, прежде всего знание о собственном духовном опыте, его содержании.**

Если в античности точка отсчета для изучения сознания находилась вне внутреннего мира человека – такой точкой отсчета выступали внешние вещи, то теперь сознание могло изучать себя только с помощью анализа собственного содержания.

**Отражение.** Для материализма существует альтернатива: или наше сознание возникло из ничего, внезапно, или оно является продуктом саморазвития материи. Но тогда в самых элементарных формах материи должно находиться то свойство, из которого сознание развилось как высшее из низшего. Таким предком сознания является **отражение как всеобщее свойство, материи, заключающееся в воспроизведении признаков, свойств и отношений отражаемого объекта.**

Способность к отражению, а также характер ее проявления зависят от уровня организации материи. Отражение в неорганической природе, в мире растений, животных и, наконец, человека выступает в качественно различных формах.

Особым и неотъемлемым свойством отражения у живого организма являются раздражимость и чувствительность

Всякое причинное взаимодействие переносит от одного объекта к другому материю, движение и структуру. Перенос структуры (формы, организации, многообразия) называют **процессом** отражения. **Результат** этого процесса - след (изменение, отпечаток), оставленный одним из взаимодействующих объектов на другом, - также называют **отражением**. Такой след остается в любом объекте - как неорганическом предмете, так и мозге. Он соответствует структуре воздействующего объекта. Это соответствие и делает его отражением.

**Отражение в самом общем смысле – это след от внешнего воздействия, перенос структуры причины на структуру следствия, изменение, сообразное внешнему воздействию.**

Определение информации как отраженного разнообразия по существу совпадает с определением отражения. Любое отражение есть информация.

### **3. Структура сознания. Сознание бессознательное. Сознание и самосознание**

Сознание – ядро психической деятельности человека по созданию идеальных, духовных феноменов – образов явлений действительности. Психическая жизнь человека многообразна – это целый мир инстинктов, аффектов, эмоций, чувств, понятий и т.п., который может быть подразделен на сознательное и бессознательное. **Сознательное – то, что производится мышлением, способностью человека к отвлеченному и абстрактному отражению мира.** Сознание - ведущая, подлинно человеческая сторона психики, однако для жизнедеятельности индивида не менее значима и бессознательная, более фундаментальная и основательная ее сторона.

**Бессознательная - это совокупность не порождаемых сознанием, не осознаваемых, не управляемых и не контролируемых им идеальных явлений.**

Бессознательное не облакаемо в словесную оболочку, не вербализуемо, тогда как сознательное переступает порог сознания, осознается и фиксируется в языке.

**Сознание – высшая форма психического отражения действительности, связанная с речью и заключающаяся в обобщенном отражении действительности, планировании, действий и включающая самосознание.**

**Три условия возникновения сознания: социальная жизнь, труд, речь. Психика человека – целое, сознание – часть.**

**Самосознание** – осознание человеком своих действий, чувств, мыслей, мотивов поведения, интересов, своего положения в обществе и в мире в целом.

**Рефлексия** – часть самосознания, знание о знании.

**Рефлексия – мышление о мышлении, знание, предметом которого является само знание.**

Рефлексия занимает промежуточное положение между строго самоприменимыми высказываниями («данное высказывание ложно»), с другой – высказываниями о явлениях **вне сознания**.

**Разум** – высшее сознание, его способность к противоречивому, диалектическому мышлению. Благодаря разуму человек поднимается от обыденного, здравого смысла к постижению сущности вещей и процессов. Не случайно разум выступает во многих концепциях критерием прогресса, сопрягается с подлинным смыслом человеческой истории, зачастую разум обожествляется и возводится в абсолют.

### **Бессознательное**

Предметом науки – **психоанализа** – бессознательное сделал **Фрейд**. Его открытие сравнивают с открытиями Коперника и Дарвина. Открытие отсутствия власти человека над своей душой. Выяснилось, что мотивы его поступков неподконтрольны ему. Подсознательное, неосознанное, бессознательное. Неосознаваемое, нерефлексивное, спонтанное. То, что выше или ниже сознания. Неосознаваемое, нерефлексивное. В подсознание вытесняются неприятные и стыдные воспоминания, которые проявляются во снах, оговорках забываниях и т.д. Кант: на огромной карте нашего духа освещены только немногие пункты

Фрейд различал Я, Оно и сверх-Я. То, что выше или ниже рефлексии.

**Оно** – архаично, агрессивно и сексуально. **Это** сфера бессознательного, подчиненная лишь принципу наслаждения. Два источника наслаждения: разрушение и жизнь. Инстинкты смерти и инстинкты жизни.

**Сверх-Я**, Суперэго – носитель социальных запретов, порождающих страх.

**Я** – посредник между ними, координатор. Одновременно это – плод их борьбы.

### **Общественное сознание и его структура**

Общественное сознание – это то содержание духовного бытия общества, которое прямо или косвенно отражает общественное бытие, т.е. материальные условия жизни людей и их материальные отношения. Общественное сознание

обладает относительной самостоятельностью от общественного бытия и способностью активно влиять на него.

Уровнями общественного сознания являются **общественная психология** (обыденное сознание) и **общественная идеология** (теоретическое сознание).

Общественная психология возникает на основе повседневного жизненного опыта, это непосредственное, непрофессиональное отражение общественного бытия. Сюда входят желания, настроения, моральные и религиозные принципы, представления о мире и своем месте в нем. Она включает веру, недоверие, любовь, ненависть, преданность, готовность действовать или наоборот, нежелание ничего делать и т.д.

**Общественная психология** – то отношение к миру, которое человек вырабатывает на своем собственном опыте и для собственной ориентировки в окружающем его мире.

**Общественное сознание является частью обыденного сознания, которое, наряду с общественной психологией включает эмпирический трудовой опыт и художественное творчество.**

Формами общественного сознания являются:

1. экологическое,
2. политическое,
3. правовое,
4. нравственное,
5. эстетическое,
6. философское,
7. религиозное сознание.

Цивилизация включает культуру, культура делится на материальную и духовную, духовная включает мировоззрение – взгляд на мир в целом, включая природу и общество. В центре мировоззрения – философия.

**Формы общественного сознания различаются:**

1. предметом,
2. социальной основой (тем, какие слои общества их поддерживают),
3. способом отражения,
4. социальной функцией.

В каждой форме общественного сознания три таких функции:

1. познавательная,
2. идеологическая
3. эстетическая.

#### **4. Формы общественного сознания**

**Массовое сознание** - сознание массы, которая представляет собой не устойчивую группу общества, а конгломерат (болельщики, пассажиры остановившегося поезда и т.д. Регулятор массового поведения людей. В массе разрушаются границы между социальными группами.

**Идеология** - совокупность профессиональных знаний об общественном бытии, инструмент либо защиты, либо захвата власти. Такое знание об обществе, которое остается за вычетом общественной психологии. Нередко ее понимают уже: как ту часть профессиональных знаний об обществе, которые обслуживают политику.

Нередко у профессионального идеолога, например, у специалиста по этике, те принципы, которыми он руководствуется в личной жизни, и те принципы, которые он пропагандирует в своих профессиональных работах, диаметрально противоположны. Именно в силу этого идеолог использует софистику и демагогию.

**Софистика** – это логика кажимости. Это не просто ложь, а ложь, подчас больше похожая на правду, чем истина. Нередко она содержит и самообман, иллюзорное представление о собственной сущности или сущности той социальной группы, интересы которой представляет.

Функции идеологии:

1. познавательная,
2. объяснительная,
3. оценочная,
4. мобилизующая.

Эти функции выполняет особый социальный слой – **идеократия**. О возможностях идеократии Березовский говорит так: в этой стране я сделаю президентом обезьяну.

Задача идеологии – не только описание общественного бытия, но и выработка практических рекомендаций, которые защитили бы интересы той социальной группы, которой идеолог служит.

Составной частью идеологии является **социальная психология** - наука, осуществляющая профессиональный анализ сознания общества, прежде всего, общественную психологию.

Антропология, социология, этика, т.е. те части философии, предметом которых является общество, безусловно, входят в состав идеологии.

А что можно сказать о собственно философских разделах – онтологии и теории познания? Это науки о законах, которые распространяются на все области действительности и, следовательно, на общество. И ошибки, которые делают здесь, ведут к ошибочным предписаниям и в социальных действиях. Пример - солипсизм: мир – совокупность моих ощущений.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как решалась проблема души, сознания в истории философии? Проясните соотношение понятий «душа», «психика», «сознание».
2. Какова роль труда и языка в формировании и развитии сознания?

3. Можно ли изучать человеческую психику без учета работы мозга, без изучения нервно-мозговых процессов? Можно ли понять природу человеческого сознания, изучая только мозг?

4. Как соотносятся идеальное и материальное в деятельности человека?

5. Как соотносятся сознательное и бессознательное в человеке? В чем вы видите заслугу З. Фрейда в изучении психических процессов человека?

### Тема 13. ПОЗНАНИЕ, ТВОРЧЕСТВО, ПРАКТИКА. НАУЧНОЕ И ВНЕНАУЧНОЕ ЗНАНИЕ

*1. Концепции познания в философии.*

*2. Проблема истины. Истина. Заблуждение. Ложь*

*3. Научное знание и его специфика. Критерии научности.*

*Социальные функции науки*

#### 1. Концепции познания в философии

Познание есть процесс формирования знаний. Уже древнегреческие философы обнаружили противоречия в этом процессе. По мнению древних греков, эти противоречия связаны с двояким происхождением знаний. Один источник знаний — чувства и ощущения. Другой источник — разум.

Отсюда они сделали вывод, что знания не могут быть единым с тем, знанием чего они являются: есть объект познания, есть субъект познания и есть знание субъекта об объекте, которое получается с помощью чувств или разума.

Если знание субъекта не «похоже» на объект, то возникает первый вопрос: может ли субъект получить достоверные знания об объекте?

Те, кто считал, что такое знание невозможно, получили в дальнейшем название агностиков. Агностицизм — это учение, либо отрицающее возможность получения достоверного знания, либо ограничивающее эту возможность.

Второй вопрос заключается в следующем: что же является источником достоверного знания — чувства или разум? Те, кто считал, что таким источником являются чувства, получили название **сенсуалистов**, те, кто разум — **рационалистов**.

Среди сенсуалистов появилось два направления. Одно — материалистическое (те, кто считал, что источник ощущений — внешний материальный мир (Локк), другое субъективно-идеалистическое (те, кто считал источником знаний собственные ощущения, не связанные с материей (Беркли).

Что же такое познание? Познание - это активное, творческое отражение или воспроизведение действительности в сознании человека. Можно и так: познание есть сознание в действии, постоянная реализация сознания. В познании человек не просто запечатлевает, пассивно регистрирует идущую извне информацию - он активно участвует в выстраивании образа действительности. Мера объективности (истинности) познания находится в прямой зависимости от активности познающего

субъекта. Знание есть результат активного взаимодействия субъекта, т. е. того, кто познает, с объектом, т. е. тем, что познается.

Объект познания - тот или иной фрагмент действительности, вовлеченный в сферу практико-познавательной деятельности человека и так или иначе «означенный» ею. Познание по природе своей процесс общественный. Его реальным субъектом поэтому выступает общество в целом или отдельные индивиды и исследовательские коллективы.

Важнейшим разделом философии является гносеология – теория познания. В истории философии получили развитие две концепции познания:

1) **эмпирическая**, согласно которой, все знания проистекают из опыта (Бэкон, Локк), ощущения – единственный источник наших знаний о мире (сенсуализм);

2) **рационалистическая**, согласно которой, познающий субъект накладывает на поступающую от органов чувств информацию априорные (доопытные) идеи и схемы (Декарт, Лейбниц, Кант).

Эти концепции основаны на жестком противопоставлении субъекта и объекта познания. В современной философии такого противопоставления нет.

Чувственный опыт и рациональное мышление: их основные формы и способы взаимодействия.

**Ощущение** - это отражение отдельных свойств предмета или явления. В случае стола, например, - его формы, цвета, материала (деревянный, пластмассовый). По количеству органов чувств различают пять основных видов («модальностей») ощущений: зрительные, звуковые, осязательные (тактильные), вкусовые и обонятельные.

**Восприятие** дает целостный образ предмета, отражающей уже совокупность его свойств; в нашем примере - чувственно-конкретный образ стола. Исходным материалом восприятия, таким образом, являются ощущения. В восприятии они не просто суммируются, а органически синтезируются.

**Представление** выражает образ предмета, запечатленный в памяти. Оно является воспроизведением образов предметов, воздействовавших на наши органы чувств в прошлом.

Представление делает возможным абстрагирование, обобщение, выделение повторяющегося в явлениях, что очень важно на второй, рациональной, ступени познания.

Углубление познания, выделение объективного из того субъект-объектного единства, которое дано на чувственном этапе познания, ведет нас к рациональному познанию (иногда его называют еще абстрактным или логическим мышлением). Здесь тоже три основных формы: понятие, суждение и умозаключение.

**Понятие** - это мысль, отражающая общие и существенные свойства предметов, явлений и процессов действительности. Составляя себе понятие о предмете, мы отвлекаемся от всех его живых подробностей, индивидуальных черт, от того, чем

конкретно он отличается от других предметов, и оставляем только его общие, существенные черты.

**Суждение** - это мысль, утверждающая или отрицающая что-либо о предмете или явлении: "процесс пошел", "в политике нельзя верить словам". Суждения закрепляются в языке с помощью предложения.

Мысленная связь нескольких суждений и выведение из них нового суждения называется **умозаключением**. Например: «Люди смертны. Сократ человек. Следовательно, Сократ смертен». Суждения, которые кладутся в основу умозаключения или, по-другому, суждения, из которых выводится новое суждение, называются посылками, а выводимое суждение - заключением.

Умозаключения бывают различных видов: индуктивные, дедуктивные и по аналогии.

В индуктивном умозаключении мысль движется от единичного (фактов) к общему.

Индукция бывает полной и неполной. Полная - когда посылки исчерпывают, как в приведенном примере, весь класс предметов (треугольников), подлежащих обобщению. Неполная - когда такой полноты («весь класс») нет, когда число индуктивно обобщаемых случаев или актов неизвестно или неисчерпаемо велико.

В дедуктивном умозаключении мысль движется от общего к частному. Например: «Все, что укрепляет здоровье, полезно. Спорт укрепляет здоровье. Следовательно, спорт полезен».

**Аналогия** - это умозаключение, в котором на основании сходства предметов в каком-то одном отношении, делается вывод об их сходстве в другом (других) отношении.

Что важнее в познании - чувственное или рациональное начало? В ответе на этот вопрос есть две крайности: **эмпиризм и рационализм**.

**Эмпиризм** - это точка зрения, согласно которой единственным источником всех наших знаний является чувственный опыт, то, что мы получаем с помощью зрения, слуха, осязания, обоняния и вкуса. Нет ничего в уме, чего бы не было прежде в чувствах.

**Рационализм**, наоборот, есть позиция, в соответствии с которой знание (подлинное, истинное, достоверное) может быть получено с помощью одного ума, без всякой опоры на чувства. Абсолютизируются при этом законы логики и науки, методы и процедуры, развитые самим разумом. Образцом подлинного знания является для рационалистов математика - научная дисциплина.

Одной из конкретных форм чувственного и рационального познания единства выступает **воображение**. Оно подводит чувственное разнообразие открываемого нами в познании мира под абстрактно-общие понятия.

Своеобразной формой сопряжения чувственного и рационального является также **интуиция** - способность непосредственного или прямого (в виде какого-то озарения, инсайта) усмотрения истины. В интуиции четко и ясно осознается лишь

результат (вывод, истина); конкретные же процессы, к нему ведущие, остаются как бы за кадром, в области и глубинах бессознательного.

## 2. Проблема истины. Истина. Заблуждение. Ложь

Следующая важнейшая проблема в познании — это проблема истины. Что считать истиной? Каков ее критерий? (Суть проблемы хорошо показал Беркли. «Одна рука холодная, другая горячая, опускаем их в нормальную воду. Одна рука чувствует тепло, другая — холод. Какая же вода на самом деле?»)

В истории философии были разные ответы на эти вопросы.

В древности крайние точки зрения следующие:

а) Материалисты древности понимали истину как соответствие наших знаний вещам. Такое понимание истины было продолжено и материалистами Нового времени.

б) Объективные идеалисты истину понимали как вечные и неизменные свойства идеальных объектов (Платон).

в) Софисты считали, что объективной истины нет: «Человек — мера всех вещей».

Затем на понимание истины наложила отпечаток диалектика, и истину стали понимать как изменяющееся знание.

- Истина есть процесс совпадения субъективных знаний с развивающимся объективным миром (диалектический материализм). Здесь истина и абсолютна, и относительна одновременно, и единственным ее критерием является практика.

- Истина — это процесс совпадения знаний с развивающейся абсолютной идеей (объективный идеализм Гегеля).

- Субъективный идеализм истиной считает знания, не противоречащие ощущениям, а критерием истины — логическую непротиворечивость.

- Иррационализм либо отрицает существование истины вообще, либо понимает ее как субъективное переживание, как интуицию.

- Неопозитивизм считает, что истина — это согласованность предложений науки с чувственным опытом.

- Конвенциализм считает, что истина носит условный характер, она есть результат соглашения ученых.

- Прагматизм критерием истины считает успех. То есть истина — это знания, приводящие к успеху.

Спорным является вопрос о наличии **абсолютных истин**. Некоторые считают, что это — истины факта (вечные истины), все остальное — **относительные истины**.

Если истина существует и наше познание ее возможно, то в нашем знании должны быть элементы истины и заблуждения. Если есть только истина, то познавать дальше не надо. Такой подход называется **догматизмом**. Если все наше знание — заблуждение, а к истине мы постоянно только приближаемся, такой подход называется **релятивизмом**.

Таким образом, вопрос об истине является самым сложным в познании.

Разные философские учения подчеркивают лишь одну из сторон истины, но преувеличивают ее.

Истина и объективна, и субъективна, она должна приводить к успеху, ее формирование происходит на основе опыта и интуиции, она логически непротиворечива и в какой-то мере и условна, так как носит относительный и субъективный характер.

#### **4. Научное знание и его специфика. Критерии научности. Социальные функции науки**

Одним из распространенных представлений о науке является сведение ее преимущественно к готовому знанию. Наука понимается как знание. Однако не все знания образуют собственно науку. Знания приобретаются человеком во всех формах его деятельности – и в обыденной жизни, и в политике, и в экономике, и в искусстве, и в инженерной деятельности.

Основные аспекты (подсистемы) научного знания:

- наука как специфический тип знания,
- наука как особый вид деятельности
- и наука как особый социальный институт.

Все эти аспекты связаны между собой и только в своем единстве позволяют достаточно полно и адекватно описать функционирование реальной науки как целого.

Кроме научной формы знания, можно выделить еще и такие формы, которые связаны с научным или похожим на научное знание отдельными своими признаками, но не совместимы с имеющимся гносеологическими стандартами. Их называют вненаучными или околонучными видами знания.

Выделяют следующие формы вненаучного знания:

- донаучное знание представляет собой накопленные жизненные наблюдения, обладающие свойством объективности, но не систематизированные, не доказательные, не универсальные;

- паранаучное знание, выстроенное внешне по всей форме науки, т. е. обладающее системностью, доказательностью, универсальностью, но не обладающее объективностью и непроверяемое на объективную истинность, поскольку касается не познаваемых в опыте сверхъестественных явлений и предметов.

- псевдонаучное знание – знание, в котором заведомо ложным идеям придается внешняя форма научности. Эта форма знания выдает систематизированные заблуждения и предрассудки за истину. Псевдонаучное знание представляет собой интеллектуальную активность, спекулирующую на совокупности популярных теорий, и имеет три разновидности: лженаучное знание, антинаучное знание, квазинаучное знание.

- лженаучное знание стремится придать внешнюю форму научности откровенно ложным представлениям, потому сознательно эксплуатирует различные домыслы и предрассудки. Иногда этот тип знаний связывают с патологической деятельностью психики творца, которого в обиходе величают «маньяком», «сумасшедшим». В качестве симптомов лженауки выделяют малограмотный пафос, принципиальную нетерпимость к опровергающим доводам, а также претенциозность;

- квазинаучное знание опирается не на рациональные доказательства, а на силовые методы насилия и принуждения к признанию определенного знания за истину. Оно, как правило, расцветает в условиях строго иерархизированной науки, где невозможна критика власть предержащих, где жестко проявлен идеологический режим. В истории нашей страны периоды «триумфа квазинауки» хорошо известны: лысенковщина, фиксизм как квазинаука в советской геологии 50-х гг. , шельмование кибернетики и т. п. ;

- антинаучное знание – это знание, сознательно искажающее представление о реальности, но выдающее себя за науку.

Основная задача науки – обнаружение объективных законов действительности – природных, социальных, законов самого познания, мышления и др. Наука осуществляет предвидение будущего с целью дальнейшего практического освоения действительности. Нацеленность науки на изучение не только объектов, преобразуемых в сегодняшней практике, но и тех, которые могут стать предметом практического освоения в будущем, является важной отличительной чертой научного познания.

Научному знанию свойственна опытная проверяемость и возможность многократного воспроизведения результатов другими исследователями. Если этот критерий «не работает», то нет и науки как таковой. В современной методологии выделяют и другие уровни критериев научности.

Наука – это форма познавательной деятельности людей, направленная на производство знаний о природе, обществе и самом познании, имеющая целью постижение истины и открытие объективных законов развития действительности. Наука направлена на получение нового знания, обладающего такими значимыми свойствами, как объектная предметность, общезначимость, обоснованность, определенность, проверяемость, воспроизводимость предмета знания, объективная истинность. В различных областях науки эти общие критерии научности знания получают определенную конкретизацию, обусловленную специфическими предметами этих областей, а также характером решаемых научных проблем.

В жизнедеятельности и развитии общества наука выполняет следующие основные функции:

- познавательную,
- мировоззренческую,
- культурную,

производственно-технологическую, социальную.

**Познавательная функция** состоит в производстве системы теоретического знания, воспроизводящего объективную реальность природы и общества и открывающего объективные закономерности их развития.

**Мировоззренческая функция** состоит в том, что наука разрабатывает целостную, стройную систему представлений человека об окружающем мире в виде научной картины мира, которая лежит в основе формирования мировоззрения современного человека.

**Культурная функция** науки состоит в процессе среднего и высшего образования, осваивая определенную сумму научных знаний, осуществляет социализацию, включение в современное общество.

**Производственно-технологическая функция** науки состоит в разработке на основе фундаментальных общетеоретических знаний о природе прикладных технических средств и технологий, которые лежат в основе прогресса производительных сил общества.

**Социальная функция** науки состоит в том, что наука разрабатывает модели и программы научного управления развитием всей социальной системы.

**Структура научного познания, его уровни и формы:**

- **материальная структура** (рассматривает основные компоненты науки как формы познавательной деятельности)
- **динамическая структура** (рассматривает основные стадии процесса научного познания)
- **предметно-дисциплинарная структура** (рассматривает классификацию наук по предмету)
- **органическая структура** (рассматривает внутреннее строение системы научного знания)

Субъект научной деятельности характеризуется: профессиональными качествами (трудолюбие, мыслительные способности, ответственность); моральными качествами (порядочность, гуманизм, честность).

Целями научной деятельности являются: теоретические цели – описание, объяснение и предсказание поведения изучаемых объектов; практическая цель – разработка производственных технологий, на основе которых преобразуются материальное производство и социальная жизнь людей.

**Средства научной деятельности: познавательные способности человека, специальный язык науки, научные приборы и оборудование.** При характеристике объекта науки различают **объект и предмет**.

**Объект научного познания** – объективная действительность, которая существует независимо от сознания (объективная реальность).

**Предмет научного познания** – часть объективной реальности, которая выделяется с помощью философских и научных категорий и описывается с

помощью языка науки. Предмет научного познания по мере развития науки постоянно изменяется. В связи с дисциплинарным строением науки предмет научного познания соответствующим образом дифференцирован. Научные действия включают в себя систему методов научного познания; идеалы и нормы научности (определенные правила или принципы научной деятельности).

**Динамическая структура научного познания** связана с выделением уровней и стадий научного познания. В процессе научного познания выделяют *эмпирический и теоретический* уровни.

**Эмпирический уровень** – первичный, исходный уровень научного познания, на котором преобладает чувственное или опытное познание, в процессе которого устанавливается непосредственный контакт с объектом.

**Главная задача эмпирического познания – сбор фактов, описание и классификация наблюдений.** Основные формы эмпирического познания: **научный факт** и эмпирическое обобщение.

**Научный факт** – это фрагмент действительности, выделяемый из нее, осознанный и описанный с помощью научного языка.

**Эмпирическое обобщение** – это частная констатация наблюдаемых в опыте связей между явлениями.

**Теоретический уровень научного познания** – стадия, на которой строится идеализированная модель предмета научной дисциплины, такого фрагмента реальности, который познает данная наука.

**Главная задача этого уровня – проникновение в суть изучаемых явлений, открытие внутренних закономерных связей в изучаемых явлениях, обработка фактов с помощью теоретических приемов, категорий, понятий, мысленная реконструкция исследуемого объекта.**

Формами теоретического познания являются проблема, идея, концепция, гипотеза, научная теория, научный закон.

**Проблема уже есть начальное знание об ограниченности прежней теории, то есть знание о незнании, знание о том, что подлежит познанию.**

**Научная проблема** – это констатация конкретного объекта, который недостаточно познан, и формулировка исследовательских задач.

Она включает в себя: противоречия между имеющимися законами и познаваемым объектом; вопрос, выражающий суть противоречия; определение средств и конкретных способов ее решения. Поппер выделяет три вида научных проблем: противоречия внутри определенной теории, противоречия между разными теориями и противоречия между теорией и фактами.

**Гипотеза** – это вероятное теоретическое предположение о закономерных связях между явлениями и объектами.

**Научная теория** – целостная система научных законов, аксиом, которые воспроизводят свой предмет в форме идеализированной модели. Основные элементы теории: фундаментальные понятия, аксиомы и принципы;

идеализированная модель объекта; совокупность способов и правил научного доказательства и рассуждения; система научных законов; философский базис (теория познания, система мировоззренческих принципов).

Ключевой элемент научной теории – закон как связь (отношение) между явлениями, процессами.

***Научный закон – это выраженная и зафиксированная в строгом научном языке объективная, необходимая, повторяющаяся, устойчивая, существенная связь между явлениями, процессами и предметами.***

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое знание и познание? Каковы основные этапы разработки проблем познания в истории философии?
2. Охарактеризуйте основные формы чувственного и рационального познания. Как соотносятся рациональное и иррациональное в познании?
3. Существует ли абсолютная истина в свете роста научного знания?
4. В чем состоит сущность заблуждения и каковы его основные формы?
5. Каким может быть соотношение знания и веры?
6. В чем состоит основная ценность науки? Каковы основные аспекты понятия «наука»?
7. Что представляют собой структура и уровни научного познания? Какие существуют формы организации научного познания?
8. Что такое научные факты? Чем они отличаются от эмпирических фактов? Какое значение они имеют для развития науки?

### **Тема 14. ПРИРОДА, ЧЕЛОВЕК, ОБЩЕСТВО**

1. ***Понятие природы. Природа живая и неживая. Происхождение жизни.***
2. ***Проблема антропогенеза в науке и философии.***
3. ***Человек как биосоциальное существо.***
4. ***Понятие общества. Сферы общества.***
5. ***Государство и гражданское общество.***

#### **1. Понятие природы. Природа живая и неживая.**

##### **Происхождение жизни**

Понятие «природа» – одна из наиболее широких категорий современной науки. Ею охватывается все сущее – от элементарных частиц до галактик и метagalactic, вся Вселенная, космический порядок в целом. Понятие «природа» используется как обозначение всей совокупности естественных условий существования человека. Именно в этом смысле категория «природа» выступает обозначением той части материального мира, которая противостоит обществу и практически взаимодействует с ним, окружает человека и служит материальным источником удовлетворения его потребностей.

Природа развивается по своим собственным, независимым от человека законам. Этим она отличается от культуры, как от природы преобразованной деятельностью человека. В этом же смысле используются и такие понятия, как природная, окружающая, географическая среда. Если быть более конкретным, то в природную среду обитания человека входят: нижняя часть атмосферы, растительный и животный мир, земная кора, почва и вода.

Потребительское восприятие природы было приемлемым вплоть до середины XX века, таковой была и реальная практика взаимоотношений человека с природой. Но вторая половина века резко изменила положение вещей. Люди стали все больше убеждаться в том, что непродуманное, неограниченное использование человеческой силы приводит к пагубным для самого же человека последствиям. Постепенно была осознана необходимость гуманизации взаимоотношений общества и природа.

Деятельность, направленная на удовлетворение потребностей человека за счет природы, породила и такую важную проблему, как проблема разграничения живого и неживого в самой природе. Уже древний человек осознавал себя как живое существо и пытался осмыслить свои отношения с остальной природой. Анимизм и тотемизм, эти формы архаических религий, выступают яркими тому примерами. Из истории философии нам известен и гилозоизм, отождествляющий жизнь с бытием и снимающий вопрос о разграничении живого и неживого.

Современная биология выделяет следующие признаки жизни:

- а) единство химического состава: все живые организмы состоят из нуклеиновых кислот, белков, полисахаридов и жиров, а 98 % их состава приходится на углерод, кислород, азот и водород;
- б) обмен веществ с окружающей средой;
- в) самовоспроизведение или репродукция;
- г) наследственность;
- д) изменчивость;
- е) развитие или рост (индивидуальное развитие организмов называется онтогенезом, а историческое развитие видов – филогенезом);
- ж) раздражимость и чувствительность;
- з) дискретность;
- и) саморегуляция;
- к) ритмичность;
- л) энергозависимость.

Попытки разграничения неживой и живой природы ведут к вопросу о происхождении жизни.

Пять основных концепций возникновения жизни:

1. Креационистская концепция утверждает, что жизнь является результатом божественное творение.

2. Концепция многократного спонтанного, самопроизвольного зарождения жизни из неживой материи.

3. Концепции стационарного состояния жизни продолжают утверждать, что жизнь на Земле никогда не возникала, ибо она существовала всегда. Изменение видов жизни возможно только в двух направлениях: либо в направлении вымирания, либо в направлении изменения численности.

4. Концепция панспермии выдвигает идею случайного занесения жизни на Землю. Она, утверждая, что жизнь занесена на нашу планету извне, по сути, переносит проблему зарождения жизни с Земли в другую точку Вселенной.

5. Концепции биохимической эволюции - происхождение и эволюция жизни зародилась на Земле естественным путем в результате химических, а затем и биохимических процессов.

Дарвин выделял три принципиальных фактора эволюционного развития живых организмов:

- изменчивость
- наследственность
- естественный отбор.

## **2. Проблема антропогенеза в науке и философии**

Вопрос о происхождении человека состоит из следующих основных частей: где, когда, как, почему возник человек. По этим вопросам сегодня существует несколько групп подходов: религиозно-идеалистические, натуралистически-биологизаторские, научно-материалистические и фантастические

**Религиозные подходы** к происхождению человека, при всем их различии у разных религий, исходят из того, что человек создан Богом из неживой материи и наделен душой. Религиозный подход основан только на вере и в принципе не требует научных доказательств. Тем не менее, богословы нередко стараются подкрепить веру и научными, рациональными доказательствами.

**Идеалистические теории** происхождения человека являются, по существу, рационализированным философским вариантом религиозных теорий. Только понятие Бога здесь заменяется абстрактным понятием некоторой духовной субстанции, или начала, которое и порождает человека, понимаемого, прежде всего, как духовное существо.

**Натуралистически-биологизаторские подходы** (социал-дарвинизм) опираются на упрощенную, искаженную или вульгаризированную теорию биологической эволюции. С этой позиции человек является результатом линейной биологической эволюции. Он, в принципе, не отличается от животного, его развитие и жизнедеятельность подчинены тем же биологическим законам, которым подчинено поведение животных.

**Научно-фантастические теории** происхождения человека считают, что человек – это некий биоробот, созданный инопланетными высшими цивилизациями для каких-то непонятных нам целей. Часть представителей этой версии предполагает, что высшие цивилизации, создав человека, дали ему возможность самостоятельного развития и наблюдают за этим развитием, не вмешиваясь в

процесс. Главная особенность научно-фантастических версий – богатая фантазия, опирающаяся на некие таинственные феномены, необъяснимые с позиций современной науки, а также на некоторые косвенные доказательства, поскольку прямых и общепризнанных научных доказательств сторонники фантастических теорий пока не могут представить.

**Научно-материалистическая версия** происхождения человека исходит из идеи формирования человека естественным путем. Общая модель происхождения человека выглядит так. На первом этапе произошло отделение в эволюции приматов от общего с современными обезьянами предка линии предков человека (понгидно-гоминидной линии), которая развивалась параллельно с эволюцией других линий, приведших к формированию современных обезьян. Промежуточные, переходные формы древних гоминид, по данным археологии, возникли 20 млн. лет назад (проконсулы, ориопитеки, сивапитеки, парапитеки, проприопитеки, египотипеки). У предковой гоминиды, от которой пошла эволюция человека, верхние конечности были короче нижних, мозг больше, чем у обезьян того периода, они были приспособлены как для хождения по земле, так и для лазания по деревьям. Сравнительный анализ ДНК человека и обезьян позволил установить, что наиболее близким к человеку видом обезьян являются шимпанзе (95 % генов у человека и шимпанзе совпадают). Разделение шимпанзе и предков человека произошло 8 млн. лет назад.

### **3. Человек как биосоциальное существо**

Все философы, стремящиеся постичь происхождение и сущность человека, сталкиваются с проблемой соотношения в нем биологического и социального начал. К биологическому в человеке относятся: фенотип (тело человека с его морфологическими особенностями), генотип, тип высшей нервной деятельности (темперамент), задатки, естественные или врожденные психические реакции (безусловные рефлексы и инстинкты), естественные потребности человеческого организма. К социальному в человеке относятся: характер, способности, сознание, самосознание, мировоззрение, убеждения, нравственные и эстетические ориентации, трудовые навыки, нормы общения и тому подобное, т. е. все то, что формируется только в человеческом обществе и посредством чего индивид включается в деятельность общества.

Уже в процессе антропогенеза биологическое и социальное тесно переплетаются: формирование человека как биологического вида, приобретение им антропоидных черт тесно связаны с появлением новых, отсутствующих у животных форм деятельности и организации группы. Так, переход к прямохождению дал нашим предкам большие преимущества перед другими видами, расширил кругозор, сделал возможным более сложное поведение. Можно назвать эти преимущества социальными. Одновременно прямохождение ухудшило условия вынашивания и рождения детенышей, оно привело к таким изменениям размеров таза и родовых путей, что детеныш с вполне сформировавшимся скелетом не мог бы родиться. Ни

одно млекопитающее, кроме человека, не рождает детей с неокостеневшим до конца скелетом.

Взаимодействие биологического и социального мы видим и в процессе формирования экзогамной родовой общины: исключение близкородственных браков предотвратило биологическое вырождение популяций, породило обычаи, традиции, нравственные нормы, то есть принципиально новый специфически человеческий тип регулирования внутриобщинных отношений, расширило социальные связи за пределы одной общины, так как появилась необходимость социального регулирования отношений между группами, связанными брачным партнерством, положило начало формированию более широких племенных общностей. Но возникает вопрос: Как соотносятся биологические и социальные факторы в развитии современного человека и человечества?

**Биологизаторский подход** сводит социальные качества человека к биологическим, отмечает неизменность биологической природы человека, отрицает существенные различия биологической природы человека от животных. Этот подход разделяет всех людей на высшие и низшие расы именно по биологическим признакам, а в основу поведения человека кладет биологические механизмы (рефлексы и инстинкты) и естественные биологические потребности человека. Разновидностями этого подхода являются: социал-дарвинизм, расизм, социобиология, теория врожденной преступности Ч. Ломброзо и др.

**Социологизаторский подход** абсолютизирует значение социальной стороны человеческой природы и социальных факторов формирования человека, игнорируя при этом значение биологической составляющей человеческой природы. Сторонники социологизаторства рассматривают человека как абсолютно чистый, открытый и пластичный объект воздействия общества, как пассивный слепок общественной среды. Они допускают универсальную гибкость человеческой природы в зависимости от изменяющихся социальных условий, игнорируя роль биологических факторов в детерминации человеческого поведения.

Окружающая человека природа подразделяется на естественную среду обитания и искусственную среду.

**Естественная среда** охватывает гео- и биосферу, те материальные системы, которые существуют независимо от человека и могут стать объектами его деятельности.

Две большие группы явлений:

1. Источники средств жизни, как растения, плоды, животные, рыбы и т. д.
2. Естественные богатства, являющиеся предметами труда (уголь, нефть, энергия воды, ветра).

**Искусственная среда** обитания, или же «вторая природа», включает в себя как продукты, созданные человеком, так и существующие в природе живые организмы, выведенные человеком путем искусственного отбора или генной инженерии.

Сюда включаются и материальные условия жизни, созданные человеком, посредством которых осуществляются общественные отношения.

#### 4. Понятие общества. Сферы общества

Общество – это обособившаяся от природы часть объективного мира, представляющая собой исторически развивающуюся форму жизнедеятельности людей. Общество представляет собой:

1. **социальную реальность,**
2. **био-физическую реальность,**
3. **психо-эмоциональную реальность,**

и другие виды реальности, которые находятся между собой в системном единстве и взаимодействии.

В познании общества можно выделить два противоположных направления:

1. **Элементаризм**, где ход познания движется от человека к обществу
2. **Холизм**, где ход познания движется от общества к человеку.

В рамках элементаризма сформировались две противоположные концепции:

1. **Элитаризм** (избранная часть общества - элита - должна господствовать над другими)
2. **Эгалитаризм** (все социальные элементы равны между собой)

В рамках социального холизма сложились еще две противоположные концепции, в которых сформировались разные модели социальной реальности.

1. **субстанциальный**, согласно которому основа общества является всеобщей для всего мира, существует вне самого общества, до него и независимо от него (например, природа, бог, абсолютная идея, космический разум). Поэтому здесь общество полагается как имеющее внешнюю причину.

2. **субстратный**, согласно которому основа общества находится в самом обществе, внутри него, в зависимости от него (например, практика, разумная деятельность, сознание, воля). Поэтому во втором подходе полагается, что общество самодостаточно, обладает атрибутами внутреннего самодвижения и саморазвития.

Проблема сущности общества, его развития в философии рассматриваются в основном с четырех позиций:

- материалистической,
- идеалистической,
- натуралистической
- и плюралистической.

**В материалистической модели** общество рассматривается не как механическая сумма индивидов, а как единый целостный социальный организм, система связей и отношений, в которых находятся люди.

**Идеалистическая модель общества** основывается на признании абсолютного приоритета сознания по отношению к другим сторонам человеческой деятельности в общественном развитии. В основе любых действий людей лежат идеальные

побудительные мотивы, цели, установки, которые предшествуют их реальным действиям.

**Натуралистическая модель**, ведущую роль в развитии общества отводит природным условиям (климат, почва, полезные ископаемые и т.д.). С их точки зрения природная среда определяет политический строй общества, характер и психику его людей, диктует различия в общественной деятельности.

**Плюралистическая (факторная) модель** рассматривает общество как переплетение различных взаимодействующих факторов – экономики, религии, права, мораль и др. Все факторы равнозначны и играют одинаковую роль. В конкретной ситуации каждый из них может выступать в качестве решающей стороны социального развития.

**Основными сферами жизни общества являются:**

- экономическая,
- социальная,
- Политическая
- и духовная.

**Экономическая сфера** является базовой, определяющей в жизни общества. Она включает в себя: производство, распределение, обмен и потребление предметов и услуг. Производство играет определяющую роль по отношению к распределению, обмену (обращению) и потреблению. Большую роль в экономической жизни играют производственные (экономические) отношения между людьми. Они не только влияют на развитие производительных сил и способа производства, но и на социальное равновесие в обществе, его стабильности.

**Социальная сфера** общества включает в себя сложившиеся относительно устойчивые социальные общности людей. Каждому историческому типу общества соответствует своя социальная структура. Её основными элементами являются: классы, страты (слои), национальные (этнические) общности, социально – демографические группы, люди города и деревни (территориальные группы) и семья. Значительную роль в социальной сфере играют классы. Они характеризуются рядом признаков: а) различием по месту в исторически определенной системе общественного производства, б) по отношению к средствам производства, в) по роли в общественной организации труда, г) по способу получения и размерам доли общественного богатства.

**Политическая сфера общества** представляет собой систему государственных и негосударственных институтов, организаций, учреждений, которые осуществляют регулирование социально политических отношений между социальными группами и государствами.

Ее основными элементами являются:

- государство и его органы,
- политические партии,

- общественные движения и организации.

Государство является главным элементом в политической системе. Оно характеризуется признаками:

- публичная власть, т.е. органы политического принуждения,
- территориальное деление поданных,
- наличия особого слоя людей, занятых управлением (аппарат чиновников).

**Сущность государства** обнаруживается в его функциях: хозяйственно-экономическая, организационная, культурно воспитательная, регулятивная, охрана границ своей страны. Оно характеризуется по формам правления и формам государственного устройства.

**Партия** это социальное объединение активной части класса, которая выражает его интересы в обществе.

Политическая система включает также общественные организации, объединяющие представителей социальных групп и слоев на основе их интересов, которые в отличие от партий не ставят целью участие в деятельности органов государственной власти.

**Духовная сфера общества** представляет собой особую форму отражения объективного мира и взаимодействия с ним.

Она включает в себя:

- духовную деятельность,
- духовные потребности,
- духовные интересы,
- духовные ценности, отражающие общественную природу человека и условия его бытия.

Основу духовной системы составляет духовная деятельность – деятельность сознания человека в процессе которой возникают определенные мысли и чувства людей, их образы и представления о природных и социальных явлениях. Результатом этой деятельности выступают определенные взгляды людей на мир, научные теории, моральные и религиозные воззрения. Поэтому общественное сознание выступает как один из важнейших элементов духовной сферы.

Элементами общественного сознания являются:

1. обыденное и теоретическое сознание,
2. общественная идеология и психология,
3. формы общественного сознания (политическая, правовая, моральная, религиозная, эстетическая).

## **5. Государство и гражданское общество**

**Гражданским обществом** называется негосударственная сфера общественной жизни, сфера реализации особенных, частных интересов

**отдельных индивидов.** Структуру гражданского общества образуют негосударственные организации и объединения людей (частные предприятия, семья, органы самоуправления, партии и другие общественные организации, церковь и др.), для которых характерны не вертикальные, соподчинительные связи, а горизонтальные, координационные.

Гражданское общество рассматривалось как особый исторический этап в развитии общества, связанный с образованием государства, которому передается управление общественными делами от лица всех граждан и для защиты их интересов.

**Государство** – это институт публичной власти, т.е. власти, не совпадающей непосредственно со всем населением. Основными признаками государства, кроме публичной власти, являются наличие определенной территории, право и суверенитет. Сущность и назначение государства проявляются в его функциях: обеспечения политической власти тех или иных социально-классовых сил;

1. защиты страны от нападения извне;
2. хозяйственно-организаторской;
3. охраны общественного порядка;
4. развития духовной культуры;
5. охраны природной среды;
6. внешних сношений и др.

Государство выступает как особая организация, монополизирующая функцию общественного управления и присваивающая политическую власть.

Круг полномочий государства, а также права и обязанности граждан, которые обеспечивает государство, определяются в общественном договоре между государством и гражданами. Этот договор фиксируется в Конституции.

С образованием государства появляется и гражданское общество, к которому относятся все неполитические формы общественных объединений и общественных отношений и сферы жизнедеятельности.

К гражданскому обществу относятся в частности:

- экономика и экономическая деятельность и отношения людей,
- образование,
- религия,
- искусство,
- культура,
- семья
- и частная жизнь граждан.

Отношения между государством и гражданским обществом основаны на их взаимном воздействии друг на друга. С одной стороны, государство с помощью законов и своих органов регулирует отношения между людьми, их деятельность по

реализации своих интересов, устанавливает круг обязанностей и прав граждан, выражает и защищает интересы граждан.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем заключается специфика природы как объекта философского осмысления?
2. Сформулируйте отличия естественной и искусственной среды. Чем культура отличается от природы? Охарактеризуйте основные формы восприятия природы в истории культуры.
3. Проведите разграничение между живым и неживым в природе. Назовите основные критерии такого различения?
4. Что такое человек? Какие существуют основные подходы к пониманию сущности антропогенеза?
5. Каково значение социально-нравственных запретов в антропосоциогенезе?

## **Тема 15. ЧЕЛОВЕК И ИСТОРИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС**

1. *Исторические виды и формы социальной общности: индивид, семья, род, племя, народность, нация.*
2. *Философская антропология о природе и сущности человека.*
3. *Понятия «человек», «личность», «индивидуальность». Условия и механизмы формирования личности.*
4. *Проблема этногенеза. Основные концепции.*

### **1. Исторические виды и формы социальной общности: индивид, семья, род, племя, народность, нация**

Социальная общность – это целостное социальное образование, которое характеризуется устойчивыми связями людей, единством образа жизни, тенденций и перспектив развития. Историческими формами социальных общностей являются семья, род, племя, народность, нация. **Семья** – это вид социальной общности, основанный на супружеском союзе и родственных связях, т.е. на многосторонних отношениях между мужем и женой, родителями и детьми, братьями и сестрами и другими родственниками, живущими вместе и ведущими общее хозяйство. **Род** – это общность людей, основанная на кровнородственных связях. **Племя** – это форма общности людей, в основе которой лежат родовые отношения. Племена разобщены между собой по территории обитания, языку и культуре. **Народность** – это форма общности людей, которая формируется в процессе слияния племен. Для нее характерны замена прежних кровнородственных связей территориальной общностью, племенных языков – единым языком. Каждая народность имеет свое собирательное название, внутри нее возникают элементы общей культуры. Нация или

народ – это общность людей, для которой характерны общность территории, экономической жизни, языка, национального характера и культуры.

**История** – это реальный процесс развития общества и его культуры во времени. Вопрос о смысле истории – это вопрос о направленности исторического развития и о месте в этом процессе человека. Существуют разные ответы на этот вопрос. Христианская философия истории основана на идее провиденциализма, согласно которой, история имеет конечный пункт – вечное божественное царство, достижимое лишь в том случае, если человечество пройдет путь очищения от греха. Марксистская философия истории видит смысл истории в максимальном общественном развитии, в ходе которого все более свободным становится каждый член общества. И в том и в другом случае имеет место линейная концепция истории, основанная на идее единой направленности исторического процесса. Существуют и нелинейные концепции истории, основанные на идее локальных обществ, согласно которым, смысл истории полностью определяется наличной стадией развития общества.

Человек существует в истории в двух качествах – как предпосылка и одновременно как результат исторического развития. Индивиду принадлежит первичное историческое действие, определяющим мотивом которого являются потребности, т.е. нужда человека в определенных внешних условиях своего бытия. Чем развитее человек, тем шире круг его потребностей и тем многообразнее формы их удовлетворения. Результаты практической деятельности человека порождают новые потребности. В этом процессе практической деятельности меняется сам человек. Преобразуя объекты природного и общественного мира, люди одновременно преобразуют и себя.

## **2. Философская антропология о природе и сущности человека**

Философская антропология – это философское учение о человеке. В философии сложились три подхода к определению природы и сущности человека:

1. **Субъективистский подход:** человек – это, прежде всего, его внутренний, субъективный мир. Наиболее полно этот подход представлен в философии экзистенциализма.

2. **Объективистский подход:** человек – это продукт и носитель внешних, объективных условий существования. Этот подход характерен для материалистических философских учений.

3. **Синтезирующий подход:** человек – это единство внутренней субъективности и внешней объективности. Этот подход представлен, например, в философском учении Э. Фромма (XX в.): сущность человека в противоречии между конфликтующими в нем мирами – животным (природа) и духовным (собственно человеческим).

### **Биологическое и социальное в человеке, их соотношение и взаимосвязь**

Человек есть живая система, которая представляет собой единство физического и духовного, природного и социального, наследственного и пожизненно приобретенного. Как живой организм человек включен в природную связь явлений и подчиняется биологическим закономерностям: он рождается, живет, воспроизводит свое потомство и умирает, как все живое в этом мире. Как существо, обладающее разумом, как личность человек относится к социальному бытию с его специфическими закономерностями. Человек наследует запас генетической информации через специфически человеческое строение тела, структуру мозга, нервной системы, задатков. Однако, природные анатомо-физиологические задатки человека развиваются и реализуются только в условиях социального образа жизни в результате овладения языком, культурой, навыками той социальной среды, в которой он родился и воспитывался.

### **Проблема антропосоциогенеза. Альтернативные концепции происхождения человека**

Проблема антропосоциогенеза – это проблема возникновения и становления человека и человеческого общества, формирования человека как существа биосоциального. В современной научной картине мира антропосоциогенез предстает как процесс со многими неизвестными. Существует ряд концепций происхождения человека, важнейшими из которых являются следующие:

**Классическая эволюционная теория Дарвина** - происхождения человека путем естественного отбора от обезьяноподобного предка.

**Трудовая теория антропогенеза** (Ф. Энгельс и др.), согласно которой, именно с трудом связано развитие руки, речи, мозга, мышления, социального коллектива.

**Эволюционная теория антропогенеза П. Тейяра де Шардена**, согласно которой, переход от предчеловека к «человеку разумному»- это скачок в антропогенезе, который был определен внутренними силами самого организма нашего предка.

### **Проблема смысла жизни**

Под смыслом жизни в философии подразумеваются те ценности, которые реализует человек в своих поступках. В этом понимании смыслом жизни обладают все люди, но философов всегда интересовал высший смысл человеческого бытия. Существует несколько принципиально отличных друг от друга концепций смысла жизни:

1. Смысл жизни изначально задан человеку свыше (мировым духом, богом) и как высший смысл раскрывается в стремлении к богоподобию.

2. Смысл жизни определяется неизменной сущностью человека, т.е. высшими ценностями добра, блага, мужества и т.д., в реализации которых состоит высшее назначение человека.

3. Смысл жизни зависит от тех ценностей, которые человек выбирает в данной реальности своего существования, он тем значительней, чем ближе эти ценности к идеалу человека данной эпохи.

С проблемой смысла жизни, связан вопрос о том, как человек распоряжается даром жизни, единственный раз предоставленным ему фактом рождения.

### **3. Понятия «человек», «личность», «индивидуальность». Условия и механизмы формирования личности**

«Человек» - это родовое понятие, которое олицетворяет человеческий род в целом, это родовое существо. «Личность» - это индивид, т.е. отдельный человек, который осознает себя субъектом общественной жизни, осознает свое собственное «Я». «Индивидуальность» - это понятие, выражающее самобытность, своеобразие индивида. Чтобы стать личностью, индивид должен быть включен в социальное бытие, в ту систему ценностей, прежде всего, этических норм, которые действуют в обществе. Индивид становится личностью через осознание свободы и ответственности. Ответственность не существует без свободы, свобода не может быть абсолютной. Подлинное развитие личности возможно только в свободном обществе, в котором каждый индивид осознает свою ответственность за поступки.

**Свобода и творчество** – это такие ценности, которые возвышают личность над ее природной основой и в известном смысле даже преодолевают ее, оставляя свой след и плоды своей деятельности и после биологической смерти. В широком смысле, свобода всегда есть свобода выбора, прежде всего, целей и средств их достижения, но именно выбора, а не произвола, поскольку человек живет в реальных условиях, с которыми не может не считаться. Мера свободы зависит от конкретных условий, которые изменяются от эпохи к эпохе. С наибольшей полнотой свобода личности проявляет себя в творчестве, т.е. деятельности по созданию новой материальной и духовной реальности (техническое, художественное, научное и другие формы творчества). Творчество без свободы неосуществимо.

Все собственно человеческие виды жизнедеятельности (трудовая, политическая, научная, духовная и др.) люди могут осуществлять только в общении с себе подобными, как совместную, т.е. коллективную деятельность. **Коллективность** – основная форма человеческого бытия, которое по своей природе является деятельным бытием, преобразующим мир, в котором люди живут. В этом уникальность человеческой жизни, человеческого бытия по сравнению с другими формами жизни. Коллективная деятельность предполагает общение, в котором рождается и развивается язык – основа всей человеческой культуры. Коллективная деятельность умножает силы человека, ибо предполагает сотрудничество и состязательность. Наконец, коллективная деятельность напрямую связана с возникновением и развитием человеческого разума.

Та часть природы, с которой люди взаимодействуют непосредственно, является их естественной средой обитания. Она включает в себя геосферу, биосферу и, в наше время, космосферу. В результате воздействия человека на природу возникает «вторая природа» или техносфера. Основной проблемой системы «человек-общество-природа» является проблема сохранения равновесия между обществом и естественной средой обитания.

Историческими формами отношения человека к природе являются следующие формы ее интерпретации, истолкования в разные исторические эпохи:

1. в античное время природа рассматривалась как часть космоса, при этом ее часто одушевляли;
2. в Средние века природа воспринималась как низшее творение бога, ущербность которой есть следствие грехопадения человека;
3. в Новое время природа понималась как сила, противостоящая человеку, задача которого в том, чтобы полностью подчинить ее себе; в современную эпоху все более утверждается мнение, что природа это сложная система, для которой характерны неравновесные состояния, человек должен всячески стремиться обеспечить совместную эволюцию природы и общества.

**Экономическое бытие общества** – это сфера производства материальных благ. В ее структуре следует различать две взаимосвязанные подсистемы: технологический и экономический способы производства.

**Технологический способ производства** – это способ взаимосвязи людей с предметами и средствами своего труда и между собой в связи с технологическими особенностями производства. Важнейшим элементом технологического способа производства является техника.

**Экономический способ производства** – это способ отношения людей к природе и друг к другу в связи с социальными особенностями производства, среди которых важнейшими являются отношения собственности на средства производства.

#### **4. Проблема этногенеза. Основные концепции**

**Этногенез** (от греч. -племя, народ и происхождение) – это процесс возникновения и эволюции этносов.

**Этнос** (от греч. — народ) — группа людей, объединённая общими признаками, объективными либо субъективными. Различные направления в этнологии включают в эти признаки происхождение, язык, культуру, территорию проживания, самосознание и др. Этнос можно определить как форму существования биологического вида «Человек разумный» в определенных природно-географических и социальных условиях. Основными этническими признаками выступают кровнородственные отношения, язык, место обитания, самоназвание

этноса, религиозная принадлежность, культура в целом и др. Этноты формируются в составе рас. Основными концепциями этногенеза являются:

1. социокультурная концепция, представленная в отечественной этнологии Ю.В. Бромлеем и его школой, которая делает акцент на социокультурные причины возникновения и развития этносов;

2. «пассионарная» концепция Л.Н. Гумилева, которая делает акцент на природно-географическом факторе этногенеза, связывая возникновение и развитие этносов с космическими процессами (циклами солнечной активности, космическим излучением и т.д.).

**Классами** называются большие группы людей, которые отличаются друг от друга по их месту в исторически сложившейся системе общественного производства, по их отношению к средствам производства, по их роли в общественной организации труда, по способам получения и размерам той доли общественного богатства, которой они располагают. Классы возникли с возникновением частной собственности. В системе социальных связей классового общества классы играют определяющую роль. Марксистская теория классов обосновывает объективный характер классовой борьбы как движущей силы истории. В современном обществе классовая борьба от насильственных методов все более переходит к цивилизованным методам социального партнерства.

**Концепция социальной стратификации** это одна из концепций социальной дифференциации современного общества, согласно которой, в обществе выделяются слои (страты), определяемые по разным основаниям – уровню доходов, профессии, политическим взглядам, ценностной ориентации и т.д. Совокупность страт образует социальную стратификацию общества. Социальная стратификация более подвижна, чем другие социальные структуры (классовая, поселенческая и т.д.). Можно выделить два типа социальной мобильности: горизонтальную и вертикальную. Каналами вертикальной мобильности, как по восходящей, так и по нисходящей линии, служат армия, церковь, школа, политические институты, творческие союзы, организации по созданию материальных ценностей, семья и др.

**Политика** есть особая форма деятельности, регулирующая отношения людей, объединенных в большие социальные группы, этнические общности, с целью сохранения или изменения социальной структуры в интересах определенной социальной группы или общества в целом. Основой политики и политического сознания являются политические отношения, т.е. отношения между социальными группами по вопросу о власти. Важнейшим политическим институтом является государство, существенным признаком которого является право. **Право** – это форма регулирования поведения людей с помощью устанавливаемых государством норм поведения – законов. Право – это воля господствующего класса, возведенная в закон. Вместе с тем, право обладает и определенной общесоциальной ценностью, поскольку в принципе противостоит произволу.

### Вопросы для самопроверки

1. Имеет ли история начало, содержание, смысл, назначение?
2. В чем состоит специфика философского анализа культуры? Каковы наиболее известные концепции и определения культуры?
3. Какие функции выполняет культура и по каким закономерностям она развивается? Каковы социальные детерминанты культуры? Как взаимодействуют культура и общество?
4. Какое содержание складывается в понятия «национальная культура», «общечеловеческая культура»?
5. В чем вы видите многообразие культур, цивилизаций, форм социального опыта?
6. Каковы особенности исламской цивилизации? Можно ли говорить о дагестанской цивилизации?
7. В чем состоит значение понятия «общественно-экономическая формация» для анализа исторического процесса?

## Тема 16. БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

1. **Формационная и цивилизационная концепции общественного развития**
2. *Культура и цивилизация. Проблемы и перспективы современной цивилизации. Россия в мировом цивилизационном процессе.*
3. **Диалог культур: Запад – Восток – Россия**
4. *Человечество перед лицом глобальных проблем. Пути и средства выхода из глобального кризиса.*

### 1. Формационная и цивилизационная концепции общественного развития

В социальной философии разработаны две концепции общественного развития – **формационная и цивилизационная.**

Формационная концепция основана на понятии общественно-экономической формации – типе общества, который характеризуется специфическим экономическим базисом (экономическим способом производства) и соответствующими ему идеологической надстройкой, историческими формами общности людей, типом и формой семьи. Понятие общественно-экономической формации позволяет представить историю в виде ряда последовательных ступеней, образующих линию прогресса. К. Маркс выделял пять таких ступеней: первобытнообщинная, рабовладельческая, феодальная, капиталистическая и коммунистическая формации.

Цивилизационная концепция основана на понятии цивилизации. Единого определения цивилизации до сих пор не выработано. В самом общем виде, цивилизация – это общество, которое характеризуется специфической социальной организацией, а также всей совокупностью материальных и духовных достижений.

Согласно цивилизационной концепции, ход истории приводит к образованию многих цивилизаций, которые так или иначе взаимодействуют друг с другом.

Формационная и цивилизационная концепции – это два среза единого исторического процесса, которые взаимно дополняют друг друга.

**Информационная цивилизация** - складывающаяся в настоящее время на планете структура общества, обусловленная высокой производительностью труда, причем в сферах, не связанных с обработкой информации, перенаселением планеты и ограниченностью жизненных сценариев (профессий и потребностей в них) Возможные технологические системы общества, связанные с обработкой и передачей информации, созданием соответствующей техники и ее потреблением, являются исключительно сложными системами, способными поглощать огромные человеческие и интеллектуальные ресурсы, создавая имитацию (весьма качественную) нужности и полезности Люди, сидящие и работающие за компьютерами, будут чувствовать, что они живут не зря.

В информационном обществе социально-экономические успехи и культурные сдвиги зависят в первую очередь от производства, переработки, хранения и распространения информации среди членов этого общества. Основными признаками информационной цивилизации являются создание и широкое распространение суперкомпьютеров и микропроцессоров. В таком обществе доминирует приобретение новых знаний, овладение ими в процессе непрерывного образования, а также их технологическое и человеческое применение (в медицине, здравоохранении, в воспитании подрастающего поколения и социальном обеспечении, в средствах массовой информации и в сфере досуга и т. п.). В настоящее время на уровень информационной цивилизации вышли наиболее развитые страны мира.

### **Место России в мировом цивилизационном процессе**

Россия, в силу исторических и географических факторов, находится на стыке Запада и Востока, испытывая на себе влияние западной и восточной цивилизаций. Влияние Запада – христианство и основанная на нем культура (письменность, живопись, зодчество и т.д.), рационализм, индивидуализм, уважительное отношение к личности. Влияние Востока – азиатский способ производства (в прошлом), мистицизм и восточные религии, подчинение индивида родовому клану, общине. В России можно обнаружить как западные, так и восточные корни, но они часто разобщены, что является причиной конфликтных мнений о роли России в мировом цивилизационном процессе («западники» и «славянофилы», «либералы» и «почвенники»). Но все едины в том, что Россия призвана способствовать диалогу Запад-Восток и на этой основе вырабатывать свои собственные ценности, сочетающие идеи гуманизма, бережного отношения к природе, свободного, справедливого и безопасного мира, практичности, высокой духовности.

Понятие социальной динамики акцентирует внимание на направленности общественных процессов, на их «траектории». В связи с этим можно выделить

циклический, линейный и спиралевидный типы социальной динамики. Циклические изменения могут происходить как в рамках одного качественного состояния общества (чередование подъемов и спадов, «маятниковое» движение социальной системы), так и в историческом генезисе социальной системы (возникновение, расцвет и распад). Линейные изменения – это смена одной исторической формы другой, как по восходящей, прогрессивной линии, так и по нисходящей, регрессивной. Спиралевидный тип социальной динамики представляет собой синтез циклических и линейных изменений, он обнаруживается на сравнительно длительных этапах исторического развития.

Понятия эволюции и революции отражают характер происходящих в обществе изменений. В советском обществоведении ... эволюцией обозначаются более или менее медленные, постепенные количественные изменения, а революцией – коренные, качественные скачкообразные осуществляющиеся преобразования. В европейской литературе и эволюция, и революция рассматриваются как количественные и качественные изменения, но различающиеся способами, темпами, ценой, прочностью осуществленных изменений.

Социальная эволюция и революция выступают по своим целям, участвующим субъектам, процессу, результатам – формой формационных и цивилизационных конфликтов. Социальная эволюция и революция – это социальные трансформации, представляющие процесс и механизм смены одной общественной формации и цивилизации на другую. Социальные трансформации, представляют результат сознательного взаимодействия множества людей, стремящихся к определенным целям и идеалам. Роль выдающихся людей, классов, народной массы в них неоднозначна.

**Социальная эволюция** – это медленный, продуманный, постепенный процесс преобразования одной общественной формации и цивилизации в другую, более совершенную, происходящий без излишних разрушений прошлого, человеческих жертв, с сохранением всего положительного в новом обществе. Примером социальной эволюции можно считать становление буржуазного социализма в странах марксовского капитализма в XX в. Социальная эволюция – это стихийный процесс, носящий сознательный характер на каждом отдельном этапе. Поэтому социальную эволюцию можно назвать прагматичной трансформацией общества.

**Социальная революция** – это быстрый, стихийный, радикальный процесс преобразования одной общественной формации и цивилизации в другую, происходящий с излишними разрушениями старого (до основания), многочисленными человеческими жертвами, обновлением общества на противоположное. Социальная революция – это стихийный процесс, носящий сознательный характер только по отношению к конечной цели, но подчиняющийся также прагматизму на каждом отдельном его этапе. В результате этого социальная революция носит вид социального эксперимента, задуманного ее вождями.

Каковы же общие причины социальных эволюций и революций? Этими причинами является разноскоростное и разнонаправленное развитие общественных сфер. В результате такого развития одни сферы обгоняют качественно и количественно другие, вызывая деформацию общества. Это означает, что какие-то социальные общности завоевывают новое положение (статус) в обществе и требуют новых прав и обязанностей. Этому мешают другие социальные общности, которые в силу прежнего развития этими правами и обязанностями уже обладают.

## **2. Культура и цивилизация. Проблемы и перспективы современной цивилизации. Россия в мировом цивилизационном процессе**

Слово «культура» в переводе с латинского означает «возделывание», «взрачивание». Культура — это то, что связано с человеческой деятельностью. Слово культура вошло в русский лишь с середины 30-х годов XIX века.

Культура понимается как...

- совокупность материальных и духовных ценностей, созданных и создаваемых человечеством и составляющих его духовно-общественное бытие;
- «исторически определённый уровень развития общества и человека, выраженный в типах и формах организации жизни и деятельности людей, а также в создаваемых ими материальных и духовных ценностях» (БСЭ);
- «результат игры-сотворчества человека, направленной на эволюцию, где, с одной стороны, – игровая площадка, созданная Творцом, её условия, ресурсы и потенциал, а с другой – творчество человека, направленное на улучшение этой площадки и себя на её территории, путем приобретения опыта и знаний.
- «общий объем творчества человечества» (Даниил Андреев);
- сложная, многоуровневая знаковая система, моделирующая в каждом социуме картину мира и определяющая место человека в нем;

В Древней Греции близким к термину культура являлась пайдейя, которая выражала понятие «внутренней культуры», или, иначе говоря, «культуры души».

Основными социальными функциями культуры являются приспособительная, познавательная, информационная, коммуникативная, нормативная и гуманистическая функции. Историческими типами культуры являются исторически сложившиеся системы культурных ценностей, соответствующие разным уровням цивилизационного и формационного развития общества. Кроме того, различают типы (формы) культуры, соответствующие разным социальным общностям и институтам:

- 1) **национальная, конфессиональная, профессиональная, возрастная культуры;**
- 2) **народная, массовая, элитарная культуры;**
- 3) **классовые культуры;**
- 4) **западная и восточная культуры, евразийская культура в России;**
- 5) **общечеловеческая культура.**

### **Культура как система. Символический характер культуры**

Культура – это специфический срез общества, который включает в себя процесс создания материальных и духовных ценностей, возвышающих человека над природой, совокупность уже созданных ценностей и процесс их освоения членами общества. Начиная с античности, в философии сложилось четкое представление о трех ликах культуры: **Истине, Добре и Красоте**. Культура – это инобытие человеческого духа, представленное в знаках (символах). Человек может сформулировать самому себе, выразить и передать другим людям ценности культуры только в той или иной знаковой, символической системе естественного или искусственных языков, в символах искусства и технических артефактов. Важнейшей проблемой является проблема перевода одной системы символов в другую, без чего невозможно взаимодействие различных культур.

Таким образом, культура – это высшее достижение цивилизации, самое совершенное в ней, триумф человеческого духа. Культура – это инобытие человеческого духа, представленное в знаках (символах). Как наиболее совершенное достижение цивилизации культура доступна в равной степени далеко не всем, она обладает общезначимостью лишь для того круга людей, которые ее понимают. Отсюда одна из глобальных проблем современности – отрыв культуры от широких народных масс, уделом которых остается массовая культура, т.е. ее нижние этажи.

Культура имеет диалоговый характер, который может состояться только тогда, когда имеет место торжество человеческого не только на стороне автора (творца), но и на стороне воспринимающих его творения. Особую опасность для личности в наше время представляет собой вандализация (бессмысленное уничтожение) культуры, которая ведет к деградации и даже разрушению личности. Одним из способов противостоять этой опасности является гуманитаризация образования.

Культурологические науки систематизируются в трех номинациях:

- гуманитарно-культуроведческие, осуществляющие описание культурных объектов и их классификацию;
- социально-культурологические, осуществляющие систематизацию культурных явлений;
- прикладные культурологические, разрабатывающие методы и технологии трансляции культурных ценностей и норм.

**Культурология** (от лат. cultura + logos) — область гуманитарного знания, предметом исследования которого является культура. Она интегрирует культуроведение (описание культур), культурогенез (учение о происхождении культур), культурософию (учение о сущности культуры и перспективах ее развития), социологию культуры (изучение культуры в плане ее функционирования в обществе).

### **Функции культуры:**

**Познавательная** — достижения культуры выступают в качестве новых способов дальнейшего познания окружающего мира и использования этого знания в человеческой практике.

**Информативная** связана с накоплением и трансляцией социального опыта от одного поколения к другому внутри одной страны в пределах жизни одного поколения, от одного народа к другому.

**Аксиологическая** (оценочная) соединена с ценностями в культурологическом измерении.

**Сигнификативная** (знаковая) связана с семантической эстетикой, а также с семиотическим изучением «языков» театра, кино и других видов искусства.

**Праксиологическая** (деятельностная) соединена с культурологической деятельностью.

**Коммуникативная** позволяет людям вступать в общение друг с другом.

**Нормативная** регулирует поведение отдельных индивидов и целых социальных групп.

**Цивилизационная** (гуманистическая) — главная систематизирующая функция культуры. Выполняет роль специфического селектора, выводящего за пределы системы культуры все безнадежно устаревшее, а потому реакционное.

В зависимости от выделения того или иного признака можно дать различную типологизацию цивилизаций. Так, по технико-технологическому базису различают **земледельческую, индустриальную и информационно-компьютерную** ступени цивилизации, по мировоззренческому признаку — **буддистскую, христианскую, исламскую** и др. цивилизации, по социокультурному признаку — **античную, африканскую, латиноамериканскую** и др. цивилизации. Возможна и иная типологизация цивилизационного развития человечества.

**Цивилизация** (от лат. *civilis* — гражданский, государственный). Определение цивилизации с различных позиций следующие:

1) **общефилософское значение** — социальная форма движения материи, обеспечивающая её стабильность и способность к саморазвитию путём саморегуляции обмена с окружающей средой (человеческая цивилизация в масштабе космического устройства);

2) **историческое значение** — единство исторического процесса и совокупность материально-технических и духовных достижений человечества в ходе этого процесса (человеческая цивилизация в истории Земли);

3) **стадия всемирно исторического процесса**, связанная с достижением определённого уровня социальности (стадия саморегуляции и самопроизводства при относительной независимости от природы дифференцированности общественного сознания);

4) **локализованное во времени и пространстве общество**. Локальные цивилизации являются целостными системами, представляющими собой комплекс

экономической, политической, социальной и духовной подсистем и развивающиеся по законам витальных циклов.

Также признаки цивилизованности включают в себя: развитие земледелия и ремесел, классовое общество, наличие государства, городов, торговли, частной собственности и денег, а также монументальное строительство, «достаточно» развитую религию, письменность и т. п. Академик Б. С. Ерасов выделил следующие критерии, отличающие цивилизацию от стадии варварства:

1. Система экономических отношений, основанная на разделении труда — горизонтальном (профессиональная и укладная специализация) и вертикальном (социальная стратификация).

2. Средства производства (включая живой труд) контролируются правящим классом, который осуществляет централизацию и перераспределение прибавочного продукта, изымаемого у первичных производителей через оброк или налоги, а также через использование рабочей силы для проведения общественных работ.

3. Наличие сети обмена, контролируемой профессиональным купечеством или же государством, которая вытесняет прямой обмен продуктов и услуг.

4. Политическая структура, в которой доминирует слой общества, концентрирующий в своих руках исполнительные и административные функции. Племенная организация, основанная на происхождении и родстве, замещается властью правящего класса, опирающейся на принуждение; государство, обеспечивающее систему социально-классовых отношений и единство территории, составляет основу цивилизационной политической системы.

### **3. Диалог культур: Запад – Восток – Россия**

Диалогом культур называется процесс взаимопроникновения культурных ценностей, присущих разным социумам. Находясь на стыке двух цивилизаций – Запада и Востока, Россия испытала влияние во многом противоречащих друг другу культур – западной и восточной. С запада в Россию пришло христианство в его восточном, византийском варианте. Совокупность материальных и духовных ценностей, переданных по наследству Византией России и славянским народам, называют православной культурой. Главное, что дало России христианство – это письменность, книжная культура. В то же время Россия испытала такое влияние Востока, какое не могла испытать ни одна страна Европы. Находясь между двумя культурами и впитывая их, Россия объединила восточное подчинение индивида родовому клану, общине и, после петровских реформ, элементы западного индивидуализма, уважительное отношение к личности. Эти два культурных начала были синтезированы в идее соборности. В начале 20-х годов XX в. возникло евразийство как особая концепция социокультурного места России в диалоге двух культур. Согласно этой концепции, Россия представляет собой специфический тип культуры – евразийство.

**Гуманизм как цель и мера социального прогресса**

**Гуманизм** (от лат. *humanitas* — человечность, лат. *humanus* — человеческий, лат. *homo* — человек) — мировоззрение, в центре которого находится идея человека как высшей ценности; возникло как философское течение в эпоху Возрождения. Гуманизм — это система воззрений, признающих человека личностью, его права на свободу, творчество и счастье.

Гуманизм — это система взглядов, в основе которых лежит признание прав личности на свободу, творчество и счастье. Идеалы гуманизма несовместимы с тоталитаризмом — авторитарным общественным строем, который характеризуется полным (тотальным) контролем над всеми сферами жизни общества. Гуманистические идеалы могут быть реализованы только в демократическом обществе, основанном на признании народа источником власти, его права участвовать в решении государственных дел в сочетании с широким кругом гражданских прав и свобод. Для торжества гуманизма, кроме демократии, необходимы материальный достаток всех граждан, благоприятная для человека природная среда, возможности широкого личного общения. Это те проблемы, перед которыми стоит современное российское общество.

Организации сторонников гуманистических течений, существующие во многих странах мира, объединены в Международный гуманистический и этический союз (МГЭС). Их деятельность строится на основе программных документов — деклараций, хартий и манифестов, наиболее известными из которых являются:

- Гуманистический манифест I (1933),
- Гуманистический манифест II (1973),
- Декларация светского гуманизма (1980),
- Гуманистический манифест 2000 (1999),
- Амстердамская декларация 2002,
- Гуманизм и его устремления (2003),

Существенную роль в развитии гуманистических воззрений, пропаганде гуманистических ценностей и координации усилий гуманистов играют и другие международные и региональные гуманистические организации (Всемирный союз свободомыслящих, Международная академия гуманизма, Американская гуманистическая ассоциация, Голландская гуманистическая лига, Российское гуманистическое общество, Индийская радикальная гуманистическая ассоциация, Международная Коалиция «За Гуманизм!» и др.)

### **3. Человечество перед лицом глобальных проблем Взаимодействие цивилизаций и сценарии будущего**

Под глобальными проблемами понимаются общечеловеческие проблемы современности, затрагивающие как мир в целом, так и отдельные регионы и страны. Среди наиболее существенных проблем такого рода можно выделить следующие: экологическую проблему сохранения естественной среды обитания; демографическую проблему, связанную с быстрым приростом населения Земли;

проблему обеспечения мира между народами и борьбы с международным терроризмом; проблему вандализации (бессмысленного уничтожения) культурных ценностей и др.

**Экологическая проблема** – это проблема сохранения благоприятной для человека естественной среды обитания. Под влиянием деятельности человека происходит нарушение естественных процессов в природных сферах, создающее опасность физического самоуничтожения человечества. Эта ситуация характеризуется как экологический кризис. Пути выхода из него: выработка экологического сознания, направленного на гармонию и сотрудничество человека с природой; совместные действия всех стран планеты по предотвращению необратимых изменений в природе.

### **Человечество как планетарное явление. Понятие ноосферы**

На ранних этапах человеческой эволюции процесс антропогенеза шел на основе небольших популяций, деятельность которых не влияла сколько-нибудь существенно на состояние природы. Дальнейшее развитие биосоциогенеза человека привело к качественно новому положению, когда человечество, быстро размножаясь, выступило как мощная геологическая сила, положившая начало перестройки биосферы (всей совокупности живых организмов, в т.ч. человека), - началась эпоха ноосферы. Термин ноосфера был предложен французскими учеными Е. Ле-Руа и Т. де Шарденом. Слово ноосфера составлено из греческого «ноос» - разум и «сфера» как оболочка Земли. Русский ученый В.И. Вернадский рассматривал ноосферу как ту часть нашей планеты и околопланетного пространства, которая несет на себе печать разумной деятельности человека. Ноосфера стала геологической (планетарной) силой, влияющей на все сферы Земли.

### **Взаимодействие цивилизаций и стратегия будущего**

В истории человечества взаимодействие цивилизаций представлено в широком диапазоне – от мирного взаимовлияния до самоизоляции и открытого противостояния. Проблема столкновения цивилизаций как общесоциологическая проблема была поставлена английским ученым А. Тойнби. Он пришел к выводу о существовании общей психологии межцивилизационных конфликтов. Основным межцивилизационным конфликтом современности является конфликт между исламской и христианской цивилизациями, линия которого проходит между бедным, слабым, отсталым, мусульманским Югом и богатым, сильным, передовым, христианским Севером. Ведущую роль в этом конфликте играют не народные массы мусульманских и христианских стран, а их правящие элиты. В мусульманском мире возникло движение исламского фашизма как ответная реакция на открытое стремление США к мировому господству. Преодоление и предупреждение межцивилизационных конфликтов лежит на пути нового устройства мира, основанного на многополярности и многоцивилизационности при безусловном отказе современной техногенной христианской цивилизации от признания себя единственной достойной человека.

Под стратегией будущего понимается характер совокупных действий различных цивилизаций, способных обеспечить совместную эволюцию человека и окружающей среды, высшее искусство управления развитием ноосферы, предупреждение катастроф.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем вы видите особенности современной цивилизации?
2. Что такое человечество как субъект истории? Как объект истории?
3. В чем вы видите источники и причины современной глобальной ситуации?
4. Не кажется ли вам, что человек, развивая науку и технику, сам осложняет себе жизнь?
5. Можно ли говорить о прогрессе духовной жизни человека? Если да, то каковы здесь критерии?
6. В какой мере развитие науки и техники поможет человечеству решить стоящие перед ним проблемы?
7. Какова объективная основа для сотрудничества таких движений, как «зеленые», верующие, пацифисты и др.?
8. В чем состоит глобальный кризис наших дней? Что угрожает современному человеку? Каковы предпосылки для выхода из глобального кризиса?
9. Возможно ли и в какой мере предвидение будущего человечества?

### **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

1. Дмитриев В. В., Дымченко Л. Д. Основы философии: учебник. СПб: Специальная Литература, 2013.- 304с.
2. Липский Б.И., Марков Б.В. Философия. Учебник для бакалавров. Москва.: Юрайт, 2012-395с.
3. Канке В. А. Основы философии: учебник. М.: Логос, 2012.-288с.
4. Балашов Л. Е. Философия: учебник - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. <http://biblioclub.ru>
5. Алексеев П. В., Панин А. В. Философия: учебник - М.: Проспект, 2015. 588 с. <http://biblioclub.ru>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

- Федеральный образовательный портал <http://www.ecsocman.edu.ru>
2. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru>
3. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
4. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
5. <http://philosophy.ru> - портал "Философия в России".
6. <http://anthropology.ru> - Веб-кафедра философской антропологии.
7. <http://ido.rudn.ru> - электронный учебник по курсу "Философия".
8. <http://www.academic.ru> - учебный портал
9. <http://www.gumer.info> - электронная библиотека
10. <http://www.slovari.yandex.ru> - портал словарей

## ГЛОССАРИЙ

1. **Агностицизм** (отрицание знания) - философская установка, согласно которой невозможно однозначно доказать соответствие познания и действительности, а следовательно, выстроить истинную всеобъемлющую систему знания. (Термин ввел в 19 веке английский ученый Гексли для обозначения непознаваемости того, что не может быть обнаружено непосредственно как предмет чувственного восприятия, и на этом основании сложности всего интеллигибельного). Агностицизм присущ учениям Юма, Канта и Беркли.

2. **Анализ** (от др.-греч. ἀνάλυσις «разложение, расчленение») — операция мысленного или реального расчленения целого (вещи, свойства, процесса или отношения между предметами) на составные части, выполняемая в процессе познания или предметно-практической деятельности человека. В дополнении к синтезу, метод **анализа** позволяет получить информацию о **структуре** объекта исследования.

3. **Антиномия** - форма существования и развития противоречия в сознании: противоречия, образованные 2 суждениями, каждое из которых признается истинным. (Пример: {космос бесконечен}, {у космоса должен быть конец} - Истина). Философский статус термин приобретает в работах Канта, который обозначил им глубоко противоречивое состояние человеческого разума ("спор разума с самим собой").

4. **Антропоцентризм** - в контексте религиозного мировоззрения это совокупность взглядов, утверждающих исключительную роль человека среди творения бога. Человек - центр и высшая цель мироздания. "Человек - образ и подобие бога". Представитель - Августин, показавший двойственность природы человека, "болезнь души". Человек не может справиться сам со своими греховными наклонностями, поэтому ему постоянно нужна помощь бога.

5. **Априорность** - понятие логики и теории познания, характеризующее знание, предшествующее опыту и независимое от него, т.е. полученное в результате мышления. В философии Канта априорное знание - условие опытного познания, придающее ему оформленный, всеобщий и необходимый характер. Априоризм характерен для кантианства и неокантианства. Кант говорил: "...Хотя все наше познание начинается с опыта, отсюда не следует, что оно целиком происходит от опыта".

6. **Верификация** – понятие, употребляемое в логике и методологии науки для обозначения процесса установления истинности научных утверждений в результате их эмпирической проверки. Термин «верификация» получил широкое распространение в связи с концепцией анализа языка науки в логическом позитивизме, который сформулировал принцип верифицируемости. Согласно этому принципу, всякое научно осмысленное утверждение о мире должно быть

сводимо к совокупности так называемых протокольных предположений, фиксирующих данные «чистого» опыта.

7. **Гедонизм** - этическая установка, согласно которой основой природы человека является его стремление к наслаждению. Наслаждение и удовольствие утверждаются как высшая цель и основной мотив человеческой деятельности. В античности гедонизм развит Аристиппом и киренской школой. У Эпикура и его последователей он сближается с эвдемонизмом (учением, считающим счастье, блаженство высшей целью человеческой жизни).

8. **Гелиоцентризм** - представление о строении мира, в центре которого находится Солнце. Такую теорию предложил в эпоху Возрождения Николай Коперник. Развил эту теорию Джордано Бруно, за что был сожжён на костре инквизиции, т.к. церковь не принимала эти догмы, потому что считалось, что Земля есть центр Вселенной.

9. **Геоцентризм** - (Птолемея система мира), возникшее в древнегреческой науке и сохранившееся вплоть до позднего средневековья антропоцентрическое представление о центральном положении Земли во Вселенной. Согласно геоцентрической системе мира, планеты, Солнце и другие небесные светила обращаются вокруг Земли по орбитам, представляющим сложное сочетание круговых орбит, т.е. Земля, является центром мироздания. Геоцентрическую систему мира сменила гелиоцентрическая система.

10. **Гносеология** (теория познания) - раздел философии, в котором изучаются закономерности и возможности познания, отношения знания к объективной реальности, исследуются ступени и формы процесса познания, условия и критерии его достоверности и истинности. Обобщая методы и приемы, используемые наукой (эксперимент, моделирование, анализ и синтез), теория познания выступает в качестве ее философско-методологической основы. В качестве примера можно рассмотреть Платона, в учении которого суть познания состоит в припоминании душой (бессмертной) тех идей, которые она уже когда-то созерцала.

11. **Дедукция** - вывод по правилам логики; цепь умозаключений, звенья которой (высказывания) связаны отношением логического следования. Началом дедукции являются аксиомы, постулаты, гипотезы, имеющие характер общих утверждений, а концом - следствия из посылок, теоремы. Если посылки дедукции истинны, то истинны и ее следствия. Дедуктивный метод предлагал использовать Р. Декарт, согласно которому дедукция необходима потому, что вывод не всегда может представляться отчётливо.

12. **Детерминизм** - философское учение о закономерной универсальной взаимосвязи и взаимообособленности явлений объективной действительности, результат обобщения конкретно-исторических и конкретно-научных концепциях детерминизма.

13. **Диалектика** - ("искусство ведения спора") - теория и метод познания явлений действительности в их развитии и самодвижении, наука о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления. Родоначальниками диалектики можно считать Сократа и софистов. В качестве примера можно рассмотреть философию Гегеля, создавшего так называемый диалектический метод, который предполагает рассмотрение всех явлений и процессов во всеобщей взаимосвязи, взаимообусловленности и развитии. По Гегелю, диалектика сформировала три закона: закон перехода количественных изменений в качественные, закон взаимопроникновения противоположностей и закон «отрицания отрицания».

14. **Идеализм** (идея) - термин, введенный в 18 веке для интегрального обозначения философских концепций, ориентированных в интерпретации мироустройства и миропознания на семантическое и аксеологическое доминирование духовного. Идеализм - общее обозначение философских учений, утверждающих, что дух, сознание, мышление и вообще все психическое первично, а материя, природа и вообще все физическое - вторично. Термин введен Лейбницем в 1702 при оценке философии Платона (в сравнении с философией Эпикура как материализмом). Термин противостоит материализму в решении основного вопроса философии - об отношении бытия и сознания, материального и духовного.

15. **Индукция** - метод познания, связанный с обобщением наблюдений и экспериментов. В логическом плане индукция - умозаключение, при котором общее суждение по особым правилам получается на основе единичных или частных попыток. Индукция в своем учении применил Бэкон. Он указал на пределы применения индукции. Поскольку человек живет не вечно - то он ни когда не сможет собрать все факты, т.е. индукция отображает мир таким, каким он есть на данный момент.

16. **Космоцентризм** - одна из отличительных черт античной философии. Мир - это единый космос, вне космоса ни чего нет, и даже боги там. Космос ни кем не сотворен, он вечен, всегда существовал и будет существовать. Космос мыслится по аналогии с человеком, т.е. имеет душу, тело и разум.

17. **Креационизм** - религиозное учение о сотворении мира Богом из ничего (принимается на веру). Характерен для средневековой христианской философии. Считалось, что бог сотворил лягушек и червей из грязи и тины, птиц из воздуха и облаков и т.д., т.е. из тех веществ, которые родственны данному классу живых организмов.

18. **Материализм** - философское направление, которое исходит из того, что мир материален, существует объективно, вне и в не зависимости от сознания, что материя первична, никем не сотворена, существует вечно, что сознание и мышление – свойства материи, что мир и его закономерности познаваемы. В

качестве примера можно рассмотреть Дж. Бруно с его материалистическим восприятием космоса.

19. **Метафизика** - философское учение о первичных основах всякого бытия или о сущности мира. Это понятие имеет искусственное происхождение и связана с систематизацией аристотилевского наследия в соответствии с тремя дисциплинами - логикой, физикой и этикой. Во многих работах Аристотеля обсуждались наиболее общие принципы бытия и знаний.

20. **Механицизм** - мировоззренческий принцип, выдвинутый в XVII-XVIII вв., объясняющий развитие природы и общества законами механической формы движения материи. Источник механицизма - абсолютизирование законов механики. В качестве примера можно рассмотреть философию П. Гольбаха, где он прямо заявляет, что мы можем объяснить физические и духовные явления, привычки с помощью механицизма.

21. **Мировоззрение** - система взглядов на мир и место человека в этом мире, во многом определяющая отношение человека к этому миру, другим людям, себе самому и формирующая его личностные структуры. Оно возникает как сложный результат практического взаимодействия человека с окружающей действительностью - природой и обществом.

22. **Мифология** - совокупность мифов, отражавших фанатические представления людей в доклассовом и раннеклассовом обществе о мире, природе и человеческой бытие.

23. **Монизм** - рассмотрение многообразия явлений мира в свете единой основы (субстанции) всего существующего. В противоположность монизму выступает дуализм и плюрализм. Пример - Спиноза. «Существует одна субстанция: бог + природа». **Дуализм** - признание существования 2 равноправных субстанций - духовного и материального (Декарт). **Плюрализм** - признание существования множества независимых субстанций (Лейбниц). Эти субстанции он называл **монадами**.

24. **Онтология** (от греч. onto - сущее) - учение о бытии, его закономерностях, общих принципах и структуре. Можно сказать, что философия как онтология является учением о бытии.

25. **Пантеизм** – «бог во всём» - философское учение, отождествляющие Бога и мировое целое. Характер для натурфилософии Возрождения и материалистической системы Спинозы, отождествивший понятия «Бог» и «природа». «Существует одна субстанция: Бог плюс природа». (Др. греки: Фалес, Анаксимен; в 16-17 вв.: Бруно, Спиноза - Бог и природа слились в единую субстанцию, которая является причиной самой себя).

26. **Патристика** - направление в философско-теологической мысли 2-8 вв., связанное с деятельностью раннехристианских авторов (Климент Александрийский, Тертуллиан); заключается в стабилизации христианской догмы и кодификации остальных наук под эгидой теологии.

27. **Позитивное знание** - Конт, Спенсер - основные тезисы (вопросы о бытии и субстанции) бессмысленны, т. к. не могут быть опытно проверены. По Конту «подлинно-научное», «достоверно-точное», «ориентированное на строгие стандарты естественнонаучные знания» и практически полезное - становится возможным на 3 стадии развития человека, где явления не объясняются, а описываются. Призыв Конта: заменить слово «почему» словом «как»; Философия, как прислуга науки, должна разрабатывать методы научного познания.

28. **Принципиальная координация (махизм)** - аспект махизма, - уяснение соотношения частей чистого опыта. На фронт выдвигается проблема физического и психического. Согласно Авенариусу - эти части нейтральны - ни психические, ни физические - а находятся в П.К. - не существуют друг без друга и различаются в зависимости от того, в каком соотношении их рассматривает субъект.

29. **Радиальная энергия** - духовная, не подчиняющаяся никаким законам энергия, определяющая направления развития Вселенной к усложнению.

30. **Реализм** (средние века) - философское направление, признающее лежащую вне сознания реальность, которая истолковывается либо как бытие идеальных объектов (Платон), либо как объект познания, независимый от субъекта, познавательного процесса и опыта. Средневековый реализм утверждал, что универсалии (общие понятия) существуют реально и независимо от сознания.

31. **Религия** - мировоззрение, миропонимание, мироощущение, а также сопряженная с ними поведение людей, определяемое верой в существование сверхъестественной сферы, артикулируемой в зрелых формах религии в качестве Бога, божества.

32. **Релятивизм** - признание относительности, условности и субъективности познания, отрицание абсолютных этических норм и правил. Учение об относительности всех наших суждений и знания. Для примера можно рассмотреть Протагора. Он говорил: "О всякой вещи есть два мнения, противоположных друг другу". "Какой мне кажется каждая вещь, такова она для меня и есть, а какой тебе, такова же она в свою очередь для тебя".

33. **Ризома** - (рост растений, при котором нет общего корня) характеристика мира. Ошибка прежней философии в стремлении найти общее, т.е. свести сложное к простому; мир - множественное (в виде ризомы), его нельзя свести к чему-то единому.

34. **Сверхчеловек** - понятие, фиксирующий образ человека, преодолевшего самообусловленность и достигшего состояния качественно иного высшего существа. В качестве примера можно рассмотреть Иисус Христос, апостолов и др.

35. **Симулякр** - термин философии постмодернизма для обобщения внепонятийного средства фиксации переживаемого состояния. Введен Батаем.

(обман, то чего нет), мы живем в мире симулякров, сначала образ отражает реальность, затем маскирует реальность, затем просто скрывает её отсутствие - возникает гиперреальность, не соответствующая реальности.

36. **Соборность** - понятие русской философии, выработанное Хомяковым в рамках его учения о Церкви как органическом целом, как о теле, главой которого является И.Х. Церковь прежде всего есть духовный организм, целостностная духовная реальность, а потому все члены Церкви органически, а не внешне соединены друг с другом, но внутри этого единства каждая личность сохраняет свою индивидуальность и свободу, что возможно только когда единство зиждется на бескорыстной и самоотверженной любви.

37. **Субстанция** (сущность, нечто, лежащее в основе) - философское понятие для обозначения объективной реальности в аспекте внутреннего единства всех форм ее саморазвития. Субстанция неизменна: она есть то, что в себе самом и благодаря самому себе, а не в другом и не благодаря другому.

38. **Субстрат** – общая материальная основа явлений; совокупность относительно простых, качественно элементарных материальных образований, взаимодействие которых обуславливает свойства рассматриваемой системы или процесса. В самом общем смысле субстратом всех существующих форм изменений и процессов в мире является движущаяся материя.

39. **Схоластика** - "школьная философия" - феномен средневековой философии, заключающийся в соединении теологических догматов и рационалистической методики (Фома Аквинский, Августин).

40. **Телеология** - учение о целесообразности как характеристике отдельных объектов или процессов и бытия в целом. Представители: Аристотель, Лейбниц.

41. **Теоцентризм** - принцип средневековой философии. Источником всякого бытия, блага и красоты является бог. Высшая цель жизни - служение богу. Отрицается политеизм (многобожие). Главное место занимает идея абсолютной личности.

42. **Универсалии** - общие понятия. Проблема универсалий в историко-философской традиции связывает в единый семантический узел такие фундаментальные философские проблемы, как: проблема соотношения единичного и общего; абстрактного и конкретного; проблема взаимосвязи денотата понятия с его десигнатом; проблема соотношения бытия и мышления и др.

43. **Фаллебизм** - черта постпозитивизма, постулирующая подверженность ошибкам любого знания, его принципиальную гипотетичность, исключение существования в мире одной абсолютной, общезначимой теории. Отсюда плюрализм и равноправие всех теорий.

44. **Фальсификация** - научная процедура, имеющая своим результатом установление ложности соответствующей гипотезы посредством эмпирической

проверки на соответствие экспериментальных данных или теоретической проверки на соответствие принятым в научном сообществе фундаментальным теориям. Основу фальсификации составляет парадокс «что научно, то опровержимо». Поппер.

45. **Фатализм** - философское представление о неотвратимой предопределённости событий в мире, вера в безличную судьбу (античный стоицизм), в неизменное божественное предопределение.

46. **Феноменализм** - философское учение, признающее каждое явление уникальным, и изучающее только их, познаваемость сущности вещей отрицается. Восходит к Юму и Канту, из него исходят практически все позитивисты.

47. **Философия** (мудрость, любовь к мудрости) - особая форма познания мира, вырабатывающая систему знаний о фундаментальных принципах и основах человеческого бытия, о наиболее общих сущностных характеристиках человеческого отношения к природе, обществу и духовной жизни во всех ее основных проявлениях.

48. **Физикализм** – одна из концепций неопозитивизма, состоящая в требовании перевода предложений конкретных наук на язык физики – «физикалий». Основные представители – Нейрат, Карнап. Физикализм был основой неопозитивистской идеи унификации всех наук на базе универсального языка. Все попытки реализации этой идеи оказались неудачными.

49. **Цельный человек** - философская антропология славянофилов, Киреевский, в глубине души необходимо найти тот «внутренний корень разумения», в котором все отдельные силы души сольются в одно целое, что поднимет человека на уровень высшей разумности, представленной в вере.

50. **Экзистенциальная свобода** - выбор человеком самого себя, для человека существование предшествует сущности - человек формирует свою сущность ежеминутно «выбирая себя», свобода - также бремя - требует ответственности.

51. **Экзистенция** - человеческое существование в его фундаментальной, глубинной онтологической специфичности, противопоставляя способ человеческого бытия в мире бытию вещей и понимания специфически человеческого самосуществования в мире и специфически человеческих феноменов способу научного о объектирующего познания «человеческого», основанному на аналитическом редукционизме. Короче, переживание своего существования в мире, человек заброшен в этот мир, чуждый ему и полный тайнств знаков и символов; в судьбу помимо воли, враждебную ему в этом трагизм положения человека в мире.

52. **Экономия мышления (Махизм)** - чем мышление экономичнее, тем оно истиннее. - инструментальный подход к научным понятиям - освободить знание от объективной реальности, сущности вещей. Отсюда прагматизм.

53. **Эксцентрическая танденциальность** - Плеснер, человек - животное, способное к бесконечному самосовершенствованию. С другой стороны, человек обладает способностью стоять над миром - экзистенциальностью.

54. **Эмпириокритицизм** - направление в теории познания, отвергающее чувственный опыт источником знаний и отрицающее то, что все знание основывается на опыте. Разуму придается более весомое значение, чем опыту.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу С.А.Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### ОГСЭ. 02 ИСТОРИЯ

Специальность

**15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)**

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Рассмотрена методической комиссией

Управление персоналом

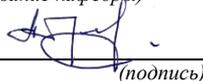
Горно-механического факультета

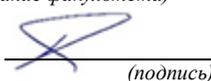
(название кафедры)

(название факультета)

Зав.кафедрой

Председатель

  
(подпись)

  
(подпись)

Абрамов С.М.

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 01.09.2022

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

(Дата)

Екатеринбург

УДК 93/94(075.8)  
ББК 63.3(2)я73  
И89

*Составители:* ст. преп. Д. А. Васьков; канд. истор. наук, доц. Н. И. Дмитриев; канд. истор. наук., доц. И. Е. Еробкин; д-р истор. наук, проф. О. С. Поршнева; ст. преп. В. А. Флягин

*Рецензенты:* канд. истор. наук, доц. кафедры общей и экономической истории УрГЭУ А. В. Иванов; канд. истор. наук, доц., старш. науч. сотр. Института истории и археологии УрО РАН *Е. Ю. Рукосуев*

**История** : учебно-методическое пособие / сост. Д. А. Васьков  
И89 [и др.]; под общ. ред. Н. И. Дмитриева. – Екатеринбург : Изд-во  
Урал. ун-та, 2014. – 84 с.

ISBN 978-5-7996-1248-1

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по программе бакалавриата и специалитета по техническим, естественно-научным и социально-экономическим направлениям подготовки.

В теоретической части пособия представлены планы-конспекты разделов курса. В практической части размещены развернутые планы семинарских занятий с указанием рекомендуемой литературы, а также правила оформления и написания рефератов и методика оценки работы студентов в рамках балльно-рейтинговой системы.

Приведены примерные вопросы к экзамену (дифференцированному зачету), а также учебники и учебные пособия, рекомендуемые для изучения курса и подготовки к итоговой аттестации.

УДК 93/94(075.8)  
ББК 63.3(2)я73

ISBN 978-5-7996-1248-1

© Уральский федеральный  
университет, 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Теоретическая часть дисциплины .....	5
2. Практическая часть дисциплины.....	30
3. Примерные темы к мероприятию промежуточной аттестации (зачет / дифференцированный зачет / экзамен).....	69
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	71
Приложение .....	76

## ВВЕДЕНИЕ

Историческая наука является одной из форм исторического познания общества, она возникла в XVIII в. как следствие утверждения в европейской мысли рационалистической научной парадигмы. Развитие потребности общества в самосознании на основе комплекса социальных и культурных трансформаций привело к появлению научного исторического знания, которое характеризовалось обращением к реальным фактам, «земным» корням тех или иных процессов, стремлением осмыслить причинно-следственные связи и сущность исторических явлений, выработкой специальных методов анализа исторических источников.

Дисциплина «История» предполагает расширение и систематизацию на новом, более высоком уровне исторических знаний, полученных в общеобразовательной школе по истории России; осмысление закономерностей исторического развития, знакомство с основными историческими школами; воспитание в студентах духа толерантности, духовных и нравственных ценностей предыдущих поколений.

Знание основ истории России способствует овладению методами анализа причинно-следственных связей в историческом процессе и способами выработки и формулирования ценностного отношения к историческому прошлому. Процесс модернизации предъявляет повышенные требования к уровню знаний современного специалиста и инновации программ их подготовки. Ключевыми тенденциями развития системы образования на современном этапе являются гуманизация и гуманитаризация, что актуализирует преподавание истории в высшей школе.

Выделяя специфику истории, отличающую ее от других наук, следует иметь в виду, что она изучает прошлое человечества или человеческое общество в его развитии. В качестве одного из определений предмета истории можно привести следующее высказывание: «Если исключить так называемую “современную историю”, предметом истории являются жизнь и дела бесконечной вереницы прошлых поколений» (Н. Ирибаджаков). Непридуманный драматизм истории обуславливает ее огромную воспитательную роль, поэтому совсем неслучайно Плутарх называл историю «наставницей жизни». Историческое сознание, включая нормативно-ценностный компонент, выступает в качестве одного из регуляторов социального поведения.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

## Тема 1. История и ее научные категории.

### Российские исторические школы

Слово «история» древнегреческого происхождения и в переводе означает «рассказ о прошлом, об узнанном». История как наука о прошлом человеческого общества входит в систему общественных и гуманитарных дисциплин. Базовыми категориями истории являются понятия «историческое время» и «историческое пространство», «исторический факт», «исторический источник». Среди различных классификаций исторических источников наиболее распространенной является классификация по группам, в соответствии с которой выделяются источники письменные, устные, вещественные, этнографические, лингвистические, цифровые и кино-, фото-, фоно-документы.

Сложность и многообразие задач, стоящих перед современной исторической наукой, обуславливают ее дифференциацию на отдельные дисциплины и тесную интеграцию с другими отраслями социально-гуманитарного знания. Направление исторических исследований определяется тремя «срезами» истории: хронологическим, географическим и проблемным. В структуре исторического знания выделяются специальные науки (историография, источниковедение, этнология, археология) и вспомогательные дисциплины (геральдика, генеалогия, палеография, историческая хронология и многие другие).

Для современного этапа развития характерно многообразие методологических интерпретаций исторического процесса. Основными являются формационный и цивилизационный подходы, а также теория модернизации.

Для допетровской Руси было характерно восприятие истории через призму религиозных (христианских) представлений. Основным жанром историографии были летописи – записи событий по годам. Распространены были также воинские повести и сказания, жития святых, хронографы. Историческая наука в современном понимании появляется в России в XVIII в. Большую роль в ее становлении сыграли В. Н. Татищев, Г. Ф. Миллер, М. В. Ломоносов. В XIX – начале XX в. развитие исторических знаний неразрывно связано с именами Н. М. Карамзина, С. М. Соловьева, В. О. Ключевского. Советская историческая наука развивалась в русле марксистской методологии и была тесно связана с идеологией. Исторической науке на современ-

ном этапе развития присущ идейный и методологический плюрализм, а также активное усвоение опыта мировой и дореволюционной отечественной исторической науки.

## **Тема 2. Восточные славяне в древности. Образование Древнерусского государства**

Проблема формирования восточнославянской этнокультурной общности является одной из дискуссионных в науке. Все многообразие теорий происхождения славян сводится к миграционной и автохтонной концепциям. Считается, что первые упоминания славян относятся к I в. н. э. и содержатся в трудах позднеантичных авторов. Византийским историкам славяне были известны как венеды, анты и склавины. «Выход» славян на историческую арену, по мнению большинства историков, произошел в период Великого переселения народов (IV–VII вв.). В VIII–IX вв. восточные славяне уже населяли обширное пространство от Восточной Прибалтики на севере до степей Северного Причерноморья на юге. Основным занятием было земледелие при развитых ремеслах и промыслах. Потестарно-политическую структуру можно охарактеризовать как вождество. Основной ячейкой общественного строя была соседская (территориальная) община.

Начало государственности на Руси традиционно связывается с призванием варягов (862 г.) и деятельностью первых князей династии Рюриковичей. Начавшийся в XVIII в. спор норманнистов и анти-норманнистов продолжается до сих пор и уже давно вышел за рамки сугубо академической дискуссии. Позиции историков во многом определяются их общественно-политическими взглядами. В любом случае, образование государственности у восточных славян было результатом взаимодействия целого комплекса различных факторов.

При первых князьях происходит подчинение основных восточнославянских этно-территориальных общностей власти Киева, и устанавливается система взаимоотношений между центром и периферией. Расцвет Киевской державы приходится на правление Владимира I Святого (980–1015) и Ярослава Мудрого (1019–1054). Принятие христианства (988 г.) укрепило государственность и сыграло большую роль в складывании единой древнерусской народности. В правление Ярослава создается первое письменное законодательство («Русская Правда»), повышается международный авторитет Руси и начинается расцвет культуры. Со второй половины XI в., при Ярославичах, уси-

ливаются княжеские усобицы и начинается постепенный переход к территориально-политической раздробленности, приостановившийся в период правления в Киеве Владимира Мономаха (1113–1125) и его сына Мстислава Великого (1125–1132).

Киевскую Русь в XI – начале XII вв. обычно характеризуют как раннефеодальную монархию. Власть князя ограничивалась знатью (дружина, бояре) и таким традиционным институтом, как народное вече. Наследование власти происходило по родовому принципу. В данный период в древнерусском обществе уже наблюдается заметная социальная дифференциация с четким разделением на верхи и низы. Помимо свободных категорий населения (люди) выделяются полу-свободные (закупы, рядовичи) и зависимые (холопы, челядь).

### **Тема 3. Русские земли в период государственной раздробленности (XII–XIII вв.)**

Со второй трети XII в. начинается окончательный распад некогда единой Киевской Руси на ряд самостоятельных полунезависимых княжеств. Центробежные процессы были вызваны целым комплексом причин, важнейшей из которых было сохранение экономической разобщенности русских земель в условиях господства натурального хозяйства. Большую роль в этом также сыграли такие факторы, как складывание крупного вотчинного землевладения, усиление княжеских усобиц, отток населения на северо-восток вследствие угрозы со стороны кочевников.

Процесс дробления шел по нарастающей. Если в середине XII в. насчитывалось около 15 княжеств, то к началу XIII в. их было уже свыше 50. В этот период наметились различные пути политического развития отдельных земель. Так, во Владимиро-Суздальской земле изначально складывалась сильная княжеская власть. В Галицко-Волынской земле наблюдался относительный баланс между основными элементами государственности (бояре – князь – вече). Совершенно особым путем пошла Новгородская земля, где сложилась боярская республика. Большинство историков согласны с тем, что раздробленность была закономерным этапом в развитии русских земель.

Существенную роль в истории Древней Руси сыграл «кочевой» фактор. До второй трети XIII в. в отношениях «леса» и «степи» наблюдался определенный баланс, который был нарушен монгольскими завоеваниями. В 1237–1241 гг. русские земли подверглись

опустошительному Батыеву нашествию. Результатом завоевания, помимо огромных людских и материальных потерь, стало оформление системы экономической и политической зависимости от Орды (монголо-татарское иго). Одновременно с «Батыевым погромом» свое наступление на Русь на северо-западе развернули немецкие и шведские рыцари. Однако благодаря решительной политике князя Александра Невского их агрессия в Восточной Прибалтике была остановлена.

#### **Тема 4. Образование Российского централизованного государства (XIV – начало XVI вв.)**

С рубежа XIII–XIV вв. на базе княжеств Северо-Восточной Руси в условиях сохранения ордынской зависимости начинается процесс централизации. Объединение разрозненных русских княжеств под властью одного центра было обусловлено взаимодействием целого комплекса социально-экономических, политических, духовных и других факторов.

На первом этапе объединения (конец XIII в. – 1380 г.) шла борьба за лидерство в Северо-Восточной Руси между основными конкурентами в лице Московского и Тверского княжеств. Опасным соперником московских князей было Великое княжество Литовское, объединившее под своим началом значительную часть земель бывшей Киевской Руси. Победа Москвы в конечном итоге во многом была обусловлена умелой и гибкой политикой первых московских князей. При Данииле (1276–1301) и Юрии (1301–1325) было положено начало территориальному росту княжества. Иван I Калита (1325–1340) заложил прочные основы будущего могущества Москвы, завладев ярлыком на великое княжение Владимирское. Окончательно Москва возвысилась при Дмитрии Донском (1359–1389), сумевшем одолеть основных конкурентов. Важнейшим фактором, обусловившим его лидерство, стала победа над Мамаевой Ордой в кровопролитном сражении на Куликовом поле в 1380 г.

Основным содержанием второго этапа объединения (1380–1462) была династическая война, развернувшаяся во второй четверти XV в. между потомками Дмитрия Донского. Борьба завершилась победой Василия II Темного (1425–1462) и установлением династического принципа престолонаследия.

На третьем этапе централизации (1462–1520-е гг.), в правление Ивана III (1462–1505) и Василия III (1505–1533), происходит присоединение к Москве последних независимых от нее владений, и начинается складывание основных социально-политических институтов единого государства. Видимым выражением этого процесса стали начало складывания системы органов центрального управления и создание первого свода законов (Судебник, 1497 г.) Важным событием этого периода было окончательное свержение ордынского ига в ходе Стояния на Угре в 1480 г. При Иване III появляется новая государственная символика (двуглавый орел) и оформляется идеология единого независимого государства (теория «Москва – третий Рим»).

### **Тема 5. Российское государство в XVI в. Иван IV Грозный**

Центральное место в этот период занимает долгое и неоднозначное правление Ивана IV Грозного (1533–1584). Ни в исторической науке, ни в обществе до сих пор нет единого мнения относительно как результатов его правления в целом, так и оценки личности первого русского царя в частности.

С конца 1540-х гг. был проведен ряд важных преобразований, позволивших окончательно завершить процесс централизации и укрепить государство. В 1549 г. был созван первый Земский Собор, ознаменовавший начало складывания сословно-представительной монархии. В 1550 г. был принят новый Судебник, а также началась военная реформа. Основным звеном в системе органов центральной власти стали приказы, ведавшие отдельными сферами управления либо отдельными территориями. В ходе земской реформы были ликвидированы кормления, власть на местах была передана избираемым губным и земским старостам. Также было унифицировано налогообложение, ограничено местничество и наведен порядок в церковно-обрядовой сфере.

Главным противоречием, обозначившимся в ходе реформ, был вопрос о том, по какому пути развития страна двинется дальше: либо продолжится процесс увеличения привилегий знати и укрепления прав формирующихся сословий при расширении полномочий боярской думы и Земского собора, либо будет и дальше укрепляться самодержавная власть царя. В годы политики опричнины (1565–1572) был сделан решительный шаг именно по второму пути. Разделение страны на две части – опричнину и земщину – сопровождалось невиданным доселе террором против всех явных и мнимых «государевых

непослушников». Историки до сих пор спорят о причинах, сути и содержании опричнины. Ее итогом стало укрепление режима личной власти царя при одновременном разорении значительной части страны.

Внешняя политика Ивана IV также была активной и неоднозначной по результатам. С одной стороны, территория страны увеличилась более чем в два раза за счет завоевания Казанского (1552), Астраханского (1556) и Сибирского (1581–1598) ханств, с другой – длительная Ливонская война (1558–1583) привела к значительным территориальным, материальным и людским потерям.

Общий итог правления Ивана Грозного неутешителен. Северо-западные и центральные районы страны были разорены. Бегство крестьян в более благополучные районы привело к усилению крепостнической политики государства. Войско было обескровлено бесконечными войнами. В обществе началось «брожение умов», вызванное опричными порядками и непредсказуемостью Ивана IV. Все это привело к серьезному кризису, охватившему Российское государство в конце XVI в.

## **Тема 6. Российское государство в XVII в.**

XVII столетие является во многом переломным периодом, обозначившим переход от Средневековья к Новому времени. Именно в это время наметились контуры того нового, что получит свое развитие в последующем столетии.

Начало века ознаменовалось невиданными доселе потрясениями Смутного времени (1598–1613). Согласно В. И. Даля, термин «смута» переводится как «возмущение, восстание, мятеж, крамола, общее неповиновение, раздор между народом и властью». Смутное время – это эпоха социально-политического, экономического, династического кризиса, сопровождавшаяся народными восстаниями, правлением самозванцев, разрушением государственной власти, польско-шведско-литовской интервенцией. Окончание Смуты обычно связывают с избранием на царство Михаила Романова и утверждением новой династии. Итогом Смуты стало разорение страны, последствия которого были преодолены только к концу столетия. Другим итогом было восстановление прежней монархической государственности при потере ряда территорий.

При первых царях новой династии шло постепенное восстановление разоренного хозяйства страны, а также, при сохранении во многом традиционного уклада, обозначились некоторые новые черты

в экономической, общественно-политической и духовной жизни. В частности, на основе специализации регионов начался процесс складывания всероссийского рынка, появились первые мануфактуры. Государство впервые прибегает к политике протекционизма. Важным событием стало принятие в 1649 г. Соборного Уложения, в котором были определены права и обязанности сословий. Этот же документ окончательно оформил в России систему крепостного права. В политической сфере шел процесс перехода от сословно-представительной монархии к абсолютизму. В военной сфере началось формирование полков нового строя. Обозначился кризис традиционного религиозного мировоззрения, постепенно стали усиливаться светские начала в культуре.

Ломка традиций и появление нового сопровождалась усилением социального протеста. Современники не зря называли XVII век «бунташным». Большая часть восстаний пришлась на правление царя Алексея Михайловича (1645–1676). Главными причинами восстаний были складывание крепостного права, увеличение налогового бремени, усиление абсолютистских тенденций, церковный раскол. Самыми известными восстаниями были Соляной (1648) и Медный (1662) бунты, восстание под руководством Степана Разина (1670–1671), Соловецкое восстание (1667–1676), три стрелецких бунта (1682, 1689, 1698). Как правило, все они жестоко подавлялись.

В 1652 г. началась обрядовая реформа патриарха Никона, проводившаяся в спешке и жесткими методами. Результатом стали церковный раскол и появление старообрядчества.

Общие результаты внешней политики в XVII в. были противоречивыми. России удалось вернуть часть утраченных после Смуты территорий, присоединить Левобережную Украину и обширные сибирские земли, но выходы к Балтийскому и Черному морям оставались закрытыми.

## **Тема 7. Реформы Петра I и начало российской модернизации**

Преобразования Петра I (1682–1725) были вызваны все нарастающим отставанием России от ведущих стран Запада. Впервые в отечественной истории реформы имели столь масштабный характер, охватив практически все сферы жизни общества.

Центральное место занимала военная реформа, суть которой сводилась к созданию регулярной армии и флота, комплектуемых на основе рекрутских наборов. В соответствии с западными образцами

армия и флот получали четкую организацию и единообразное вооружение. Для обеспечения нужд вооруженных сил и ведения войны со Швецией была создана мощная промышленная база (к 1725 г. было свыше 200 мануфактур). В сфере сельского хозяйства происходило расширение пахотных территорий и изменение структуры производства (увеличение посевов технических культур). Государство проводило политику протекционизма и меркантилизма.

Ведение длительной войны, проведение реформ в целом привели к резкому усилению налогового гнета. Результатом стала реформа налогообложения, заключавшаяся во введении подушной подати (1724).

Параллельно шло реформирование системы как центрального, так и местного управления. В 1708 г. проведена областная реформа, страна была разделена на восемь губерний во главе с назначаемыми лично царем губернаторами. В последствии губернии стали делиться на провинции, а последние – на уезды. В 1711 г. создан Сенат как высший распорядительный, совещательный и контрольный орган. В 1718 г. вместо путаной системы приказов началось создание коллегий. После ликвидации патриаршества и создания Синода (1721) как органа управления церковью произошло подчинение церкви государству.

Социальная политика Петра I в отношении дворянства была направлена на его сплочение и укрепление рядов. Во многом этому способствовало издание «Указа о единонаследии» (1714) и учреждение «Табели о рангах» (1722). Политика в отношении податных слоев населения была подчинена нуждам контроля и налогообложения. В стране были установлены жесткий полицейский режим и паспортная система.

Доминирующими тенденциями в развитии культуры и быта при Петре I были их европеизация и секуляризация (обмирщение).

Сами реформы, а также способы и методы их проведения вызвали недовольство широких слоев населения. Самыми известными восстаниями были Астраханское (1705–1706) и Кондратия Булавина (1707–1708). Кроме того, волнения были на Украине, в Поволжье, Башкирии.

Внешнюю политику Петра I в целом следует признать успешной. Главным достижением было получение выхода в Балтийское море в результате Северной войны (1700–1721). По ее итогам Россия была провозглашена империей (1721). Укрепились позиции в казах-

ских степях и Прикаспии. Единственной крупной внешнеполитической неудачей Петра I был Прутский поход (1711), в результате которого крепость Азов пришлось вернуть назад Турции.

В историографии существуют диаметрально противоположные мнения относительно оценки как петровских преобразований, так и личности царя-реформатора. Современные историки отмечают противоречивость преобразований. С одной стороны, в России были созданы современная армия и флот, мощная мануфактурная промышленность, возрос международный престиж; с другой – реформы проводились насильственными методами и привели к перенапряжению народных сил. Кроме того, парадокс петровской эпохи заключался в том, что европеизация и обновление сочетались с укреплением сущностных основ российской цивилизации – самодержавия и крепостничества.

### **Тема 8. Российская империя в 1725–1801 гг.**

Дворцовые перевороты – это период с 1725 по 1762 г., когда в Российской империи смена власти происходила в основном путем переворотов, совершавшихся дворянскими группировками при содействии гвардии. По словам В. О. Ключевского, на престоле порой оказывались совершенно случайные люди, вознесенные на него волей обстоятельств. Среди предпосылок переворотов обычно называют изменение Петром I традиционной системы престолонаследия (указ 1722 г.); увеличение количества претендентов на престол в связи с установлением династических связей с Европой; строительство Петром I новой столицы Санкт-Петербурга, где монарх порой оказывался заложником собственного окружения.

В правление Екатерины I (1725–1727) и Петра II (1727–1730) не было ярких событий, страна «переводила дух» после горячки петровского времени. Правление Анны Ивановны (1730–1740) и императора-младенца Ивана VI Антоновича (1740–1741) запомнились современникам как мрачное время «бироновщины» и засилья иностранцев. В царствование Елизаветы Петровны (1741–1761) происходит некоторая стабилизация, начинается расцвет наук и искусств. Недолгое правление Петра III (декабрь 1761 – июнь 1762) до сих пор вызывает неоднозначные оценки. С одной стороны, Петр III проводил необдуманную внешнюю политику, отличался взбалмошным и непредсказуемым поведением, с другой – именно при нем издан манифест о вольности дворянства (18 февраля 1762), ликвидирована

Тайная канцелярия. В целом перевороты носили «верхушечный» характер и не затрагивали общего развития страны. Продолжал действовать импульс, заданный реформами Петра I.

В правление Екатерины II Великой (1762–1796) произошел новый рывок в развитии страны. Суть проводимой ею политики «просвещенного абсолютизма» сводилась к стремлению модернизировать абсолютную монархию с использованием некоторых идей философии Просвещения. В рамках этой идеологии и политики была осуществлена попытка реформы законодательства (созыв Уложенной комиссии в 1767), открыто Вольное экономическое общество (1765), изданы Жалованные грамоты дворянству и городам (1785), проведены реформы в области образования. Однако вопиющим противоречием было то, что, несмотря на «просвещенческую» риторику самой Екатерины о правах и свободах, крепостной гнет достиг своего предела именно в ее царствование. Реакцией на это было, пожалуй, самое мощное в истории России народное восстание – Пугачевский бунт 1773–1775 гг. После начала Великой французской революции (1789) Екатерина II перестала заигрывать с идеями Просвещения, и внутренняя политика приняла консервативно-реакционные черты. Несмотря на внешнее противопоставление себя Екатерине II, император Павел I (1796–1801) мало изменил общий вектор социально-экономического и общественно-политического развития страны.

Основными задачами внешней политики в 1725–1801 гг. было сохранение завоеваний Петра I, дальнейшее расширение территорий, утверждение и поддержание статуса великой европейской державы. В ходе двух русско-шведских войн (1741–1743 и 1788–1790) России удалось подтвердить итоги Северной войны и удержаться в Прибалтике. Участие в Семилетней войне 1756–1763 гг. не принесло территориальных приобретений, но подтвердило великодержавный статус. Русско-турецкая война 1735–1739 гг. закончилась фактически «вничью». Зато две войны с Турцией при Екатерине II (1768–1774 и 1787–1791) были победоносными. С этого времени Россия прочно закрепилась в Северном Причерноморье. В ходе трех разделов Польши (1772, 1793, 1795) были присоединены Западная Украина, Белоруссия, Литва. После прихода к власти во Франции Наполеона Россия стала участвовать в антифранцузских коалициях. В целом внешняя политика этого периода была успешной.

## **Тема 9. Самодержавие и реформы в России в первой половине XIX в.**

К середине XIX в. Россия являлась крупнейшим государством мира с территорией около 18 млн кв. км. За половину столетия численность населения возросла почти в два раза – с 40 млн до 74 млн человек. Ведущей отраслью экономики было сельское хозяйство, основанное на использовании труда крепостных крестьян. В 1830-е гг. в России начался промышленный переворот, т. е. переход от ручного труда к машинной технике и от мануфактуры к фабрике (этот процесс завершился в 1880-х–90-х гг.). В первую очередь промышленный переворот начался в текстильном производстве. В целом основой экономики было использование подневольного труда крепостных людей, что обрекало Россию на отставание.

На первом этапе своего правления император Александр I (1801–1825) предпринял попытки либеральных преобразований: создание министерств (1802), издание указа «о вольных хлебопашцах» (1803), учреждение Государственного совета (1810), образовательная реформа. Олицетворением реформаторского курса был М. М. Сперанский. В 1815–1818 гг. во внутренней политике еще наблюдались колебания между либеральными и консервативными тенденциями. В этот период была дарована Конституция Царству Польскому (1815), разрабатывались проекты отмены крепостного права. Тем не менее, 1815–1825 гг. вошли в историю как «аракчеевщина», во внутренней политике стали доминировать консервативно-охранительные тенденции. Олицетворением реакции стало учреждение печально известных военных поселений (1816). С 1821 г. Александр I окончательно разочаровался в своих либеральных начинаниях. Правительственный курс конца правления проявился в усилении цензуры, гонениях на университеты, восстановлении палочной дисциплины в армии. Причиной такого поворота во внутренней политике была неготовность российского общества к либеральным преобразованиям, что очень хорошо почувствовал Александр I, столкнувшийся с противодействием своим передовым начинаниям со стороны широких слоев дворянства.

Николай I (1825–1855), вступивший на престол после подавления восстания декабристов, стремился укрепить самодержавие и проводил консервативную внутреннюю политику. Произошло усиление централизации власти и бюрократизация управления. Ведущую роль

в управлении стала играть Собственная Его Императорского Величества канцелярия. Среди основных мероприятий царствования выделяются: кодификация российского законодательства М. М. Сперанским (1830–1833); финансовая реформа Е. Ф. Канкрин (1839–1843); реформа управления государственными крестьянами П. Д. Киселева (1837–1841).

Первые десятилетия XIX в. характеризуются зарождением в России оппозиционного движения. Первыми, кто открыто выступил против самодержавия и крепостничества, были декабристы – представители радикального дворянства. Парадоксальность ситуации заключается в том, что, несмотря на господство цензуры, гонения на университеты и подавление любого инакомыслия в царствование Николая I, именно в это время происходит оформление и дальнейшее развитие основных течений общественной мысли. Представителями консервативного крыла были С. С. Уваров, С. П. Шевырев, Н. И. Греч и др. Начало русского либерализма обычно связывают с деятельностью кружка Станкевича и выходом публицистических произведений П. Я. Чаадаева. В конце 1830-х гг. в либеральном лагере произошел раскол на западников (Т. Н. Грановский, К. Д. Кавелин, Б. Н. Чичерин и др.) и славянофилов (А. С. Хомяков, Ю. Ф. Самарин, братья Аксаковы и др.). Представителями радикального течения общественной мысли были А. И. Герцен, Н. П. Огарев, Н. Г. Чернышевский, М. В. Буташевич-Петрашевский и др.

Центральное место во внешней политике Александра I занимает участие России в борьбе с Наполеоновской Францией, что в конечном итоге привело к Отечественной войне 1812 г. Вклад России в разгром Наполеона был решающим, что было признано всеми участниками антифранцузских коалиций. На Венском конгрессе (1814–1815), определявшем судьбу послевоенной Европы, за Александром I было решающее слово. Российская империя была на пике своего могущества. Однако страх других держав перед усиливающимся влиянием России в Европе привел к малой эффективности Священного союза и фактической недееспособности Венской системы международных отношений в целом.

В правление Александра I продолжился территориальный рост Российской империи. В результате войн с Ираном (1804–1813), Турцией (1806–1812), Швецией (1808–1809) были присоединены Бессарабия, Восточная Грузия, Дагестан, Азербайджан, Финляндия и Аландские острова. По итогам Венского конгресса на правах автономии в состав

России вошла Польша. Однако утверждение влияния на Северном Кавказе привело к длительной Кавказской войне (1817–1864).

Внешняя политика Николая I развивалась в том же ключе. В результате войн с Ираном (1826–1828) и Турцией (1828–1829) продолжилось укрепление позиций России на Балканах и Кавказе. В рамках Священного союза Николай I прилагал усилия для борьбы с революционным движением в Европе. Кризис случился в середине XIX в. Крымская война (1853–1856), призванная окончательно решить «восточный вопрос», закончилась поражением и подписанием унижительного мира. Главной причиной поражения стала военно-техническая отсталость русских армии и флота, что было результатом общего экономического отставания России от Европы.

### **Тема 10. Реформы и контрреформы в России во второй половине XIX в. Проблемы и противоречия раннебуржуазной модернизации**

Одной из главных причин начала эпохи «Великих реформ» было поражение в Крымской войне. В результате реформ Александра II (1855–1881) Россия осуществила раннеиндустриальную модернизацию. Приступить к широкомасштабным реформам было невозможно без решения крестьянского вопроса. Отмена крепостного права 19 февраля 1861 г. являлась важным историческим актом прогрессивного значения, переломным моментом, отделяющим Россию крепостную от России капиталистической. Вслед за этим, в 1860–1870-х гг. правительство Александра II осуществило целый ряд реформ (земская, городская, судебная, военная, цензурная, образовательная), которые продвинули страну по пути политической модернизации: были созданы элементы гражданского общества и правового государства. Однако политическая модернизация страны не была завершена, Россия оставалась самодержавной (неограниченной) монархией.

С приходом к власти Александра III (1881–1894) произошли смена политического курса и корректировка либеральных преобразований Александра II, не учитывавших в полной мере национально-государственных особенностей России и менталитета ее населения.

Одновременно с «контрреформами» в экономической сфере, министрами финансов Н. Х. Бунге, И. А. Вышнеградским, С. Ю. Витте проводилась прогрессивная политика, направленная на капиталистическую модернизацию страны (прекращение временнообязанного состояния крестьян и перевод их на выкуп; отмена подушной подати,

введение налогообложения рыночного типа; государственное стимулирование промышленного и железнодорожного строительства; подготовка финансовой реформы; введение рабочего законодательства и фабричной инспекции). К середине 1880-х гг. утвердилось крупное машинное производство, определилась отраслевая структура промышленности. При этом особенностью развития российской промышленности во второй половине XIX в. было сохранение ее многоукладности.

Во внешней политике основными задачами России были: борьба за пересмотр итогов Крымской войны, укрепление позиций на Ближнем Востоке и Балканах; присоединение Средней Азии и Дальнего Востока, завершение войны на Кавказе; участие в формировании военно-политических блоков.

Колебания правительственного курса от реформ к «контрреформам», порождаемые ими новые общественные противоречия привели к активизации общественного движения. В пореформенный период произошло окончательное оформление трех направлений в общественном движении: консервативного (К. П. Победоносцев, М. Н. Катков, Д. А. Толстой), либерального (К. Д. Кавелин, Б. Н. Чичерин, И. И. Петрункевич) и радикального (М. В. Бакунин, П. Л. Лавров, П. Н. Ткачев, С. Г. Нечаев).

В ходе реформ был начат масштабный переход к индустриальному обществу, но торможение процесса общественных преобразований в России в 1880 – начале 1890-х гг. сохранило значительный груз самодержавно-крепостнических пережитков, привело к диспропорциям в экономической и политической сферах, усилению социальной напряженности в обществе.

### **Тема 11. Российская империя на рубеже XIX–XX вв.**

На рубеже XIX–XX вв. Россия продолжала движение по капиталистическому пути, находясь на второй волне его развития. Политическим строем России в начале века являлась абсолютная монархия. Реформы второй половины XIX в. не смогли юридически изменить ситуацию в пользу буржуазной монархии. Возникла противоречивая ситуация, явившаяся одной из основных причин первой русской революции 1905–1907 гг., началом которой стало «Кровавое воскресенье» (9 января 1905). Массовое забастовочное движение, студенческие выступления, требования либеральной интеллигенции и промышленников создать «правовое государство» заставили правительство осознать

необходимость уступок. Серьезные волнения происходили в армии и на флоте (восстание на броненосце «Потемкин» в июне 1905 г.). Власть от полицейских репрессий переходила к уступкам: апрельский указ о веротерпимости разрешал переход из православия в другие христианские вероучения; 6 августа 1905 г. было объявлено об учреждении законосовещательной Государственной Думы (т. н. «Булыгинской»). Наивысший подъем революции относится к сентябрю-декабрю 1905 г. Всероссийская октябрьская политическая стачка охватила 120 городов России, в 55 из них появились Советы. Итогом стали еще большие уступки от власти. 17 октября 1905 г. был обнародован знаменитый царский манифест, провозглашавший основные свободы и создание полноценного парламента – законодательной Государственной Думы.

С начала 1906 г. наступил завершающий этап революции. В данный период произошло переустройство политической системы. В феврале 1906 г. Государственный Совет был преобразован в верхнюю палату парламента. В феврале – марте 1906 г. прошли выборы в I Государственную Думу, принесшие победу либеральным партиям. Большинство во II Думе (февраль – июнь 1907) представляли трудовики, социал-демократы, эсеры, кадеты. Споры по предложенной правительством программе реформ (особенно аграрной) привели к разгону II Госдумы 3 июня 1907 г., что стало финалом первой русской революции и началом новой системы – «третьеиюньской» монархии. Только III (ноябрь 1907 г. – июнь 1912 г.) и IV (ноябрь 1912 г. – октябрь 1917 г.) Думы можно назвать лояльными правительству.

Олицетворением противоречивости курса, проводимого правительством на рубеже XIX–XX вв., являлись С. Ю. Витте и П. А. Столыпин. Именно С. Ю. Витте благодаря денежной реформе (1897), обеспечил стране твердую валюту и приток иностранных капиталов вплоть до Первой мировой войны. Одним из самых эффективных средств пополнения государственной казны наряду с непопулярным ростом налогового бремени стала введенная Витте государственная винная монополия (1894).

С одной стороны, проводя репрессивную политику по подавлению и пресечению революционных выступлений, с другой – активизируя реформы, П. А. Столыпин мечтал реализовать идею Великой России, что было невозможно без внутренней и внешней стабильности.

Отправной точкой аграрной реформы П. А. Столыпина стал Указ 11 ноября 1906г., разрешавший крестьянам выход из общины.

Крепкие крестьянские хозяйства должны были предотвратить новую революцию. Проведение реформы не было гладким, существовали проблемы и в виде открытой оппозиции. В 1911 г. был убит сам идеолог реформы П. А. Столыпин.

Исследуемый период в сфере экономики – это время перемены спадов и подъемов: 1890-е гг. – подъем, 1900–1903 гг. – тяжелый кризис, 1904–1908 гг. – длительная депрессия и вновь значительный подъем в 1909–1913 гг. Рост объемов промышленного производства был значительным – в 1,5 раза. Россия занимала 5 место в мире по объему промышленного развития. В экономике страны утвердилось господство крупного монополистического капитала, охватывавшего как промышленную сферу, так и банковскую систему.

Внешняя политика рубежа XIX–XX вв. – это время усиления проблем, связанных с борьбой великих держав за передел мира, за сферы влияния в нем. Несмотря на попытки Николая II поддерживать внешнеполитическую линию Александра III Миротворца, избежать военных столкновений не удалось. Унизительным было поражение в русско-японской войне 1904–1905 гг., что приостановило экспансию России на Дальнем Востоке.

## **Тема 12. Россия в годы Первой Мировой войны и революционных потрясений**

Причины Первой мировой войны назревали в течение ряда десятилетий с конца XIX в., когда происходило формирование двух противостоящих военно-политических блоков европейских держав («Тройственного союза» и «Антанты»). Для России начало войны (1 августа 1914 г.) ознаменовалось патриотическим подъемом, захватившим в первые дни войны практически все слои населения и все политические силы, кроме крайне левых партий. Срыв планов быстрой войны и большие потери, понесенные русской армией на полях сражений, привели к кризису, что в свою очередь вызвало революционные потрясения, предопределившие развал армии и выход страны из войны по сепаратному Брестскому миру 3 марта 1918 г.

В ходе Февральской революции в условиях молниеносной гибели самодержавной монархии произошло формирование органов революционной власти (Петроградский Совет рабочих и солдатских депутатов во главе с меньшевиком Н. С. Чхеидзе и Временное правительство во главе с князем Г. Е. Львовым).

Политический кризис, развивавшийся после Февраля 1917 г. в связи с неспособностью Временного правительства проводить адекватную ситуации политику, завершился Октябрьским восстанием и захватом власти партией большевиков под руководством В. И. Ленина.

Оформление советской государственной системы произошло на V Всероссийском съезде Советов, проходившем 4–10 июля 1918 г. На нем была принята первая советская Конституция, в основе концепции которой была «Декларация прав трудящегося и эксплуатируемого народа». В условиях внутривластного и внешнеполитического кризиса советское руководство во главе с В. И. Лениным перешло к политике «военного коммунизма», строившейся на принципах централизации производства и распределения продукции, натурализации обмена, директивного управления, принуждения к труду. Определялся путь перехода к социализму. Он мыслился как прямой, непосредственный «скачок» к коммунизму, минуя промежуточные стадии и состояния.

### **Тема 13. Советское государство в 1918–1920-е гг.**

Одновременно с процессом становления власти большевиков нарастали противоречия между основными участниками политического процесса, что привело к гражданской войне (1917–1922). Ее последствия оказались катастрофичными для России. Человеческие потери составили порядка 15 млн человек, 2 млн эмигрировали из России; материальный ущерб составил более 50 млрд руб. золотом; Результатами были также хозяйственная разруха, утверждение военно-коммунистической психологии и идеологии, начало становления однопартийной политической диктатуры РКП(б).

В условиях экономического и социально-политического кризиса начала 1920-х гг. стал очевиден крах политики «военного коммунизма». В этих условиях X съезд РКП(б) в марте 1921 г. принял две важнейшие резолюции, предложенные В. И. Лениным. Первое решение – замена продразверстки продналогом с фиксированной ставкой. Второе решение «О единстве партии» запрещало внутрипартийную фракционную деятельность под угрозой исключения. Введение продналога ознаменовало собой начало новой экономической политики (НЭП), проводившейся в Советском государстве в 1920-е годы. В результате в СССР сложилась экономика смешанного типа, т. е. сочетавшая в себе элементы рынка и командно-административной системы. В силу внутренних противоречий и серии кризисов в конце 1920-х гг.

произошли свертывание НЭПа и переход к политике форсированной индустриализации и коллективизации.

К началу 1920-х гг. Советское государство консолидировалось как многонациональная держава, и после завершения гражданской войны возникла необходимость выбора пути национально-государственного устройства. 30 декабря 1922 г. I Всесоюзный съезд Советов принял Декларацию и Договор об образовании Союза Советских Социалистических Республик (СССР). В январе 1924 г. II Всесоюзный съезд Советов одобрил Конституцию СССР.

Несмотря на существование резолюции X съезда «О единстве партии», в течение 1920-х гг. происходили острые внутрипартийные дискуссии о перспективах развития страны. После смерти Ленина (январь 1924 г.) они вылились в открытую борьбу за лидерство в партии. В результате И. В. Сталину удалось избавиться от основных политических конкурентов (Г. Е. Зиновьев, Л. Б. Каменев и Л. Д. Троцкий) и обрести безраздельный контроль над партией.

#### **Тема 14. СССР в 1930-е гг. Сталинская модернизация**

Политика индустриализации проводилась в сложных условиях отсутствия внешних инвестиций. По всей территории СССР во время первой (1928/29–1932/33) и второй (1933–1937) пятилеток развернулось массивное строительство заводов, фабрик, электростанций и других промышленных объектов. В результате страна обрела потенциал, который по отраслевой структуре и техническому оснащению находился в основном на уровне передовых государств Запада.

С осени 1929 г. партия переходит к политике насильственной по отношению к большинству крестьян коллективизации. Коллективизация была в целом завершена к концу второй пятилетки. К 1937 г. индивидуальных крестьянских хозяйств осталось лишь 7 %.

В конце 1920 – начале 1930-х гг. произошло становление тоталитарного режима в стране. Наиболее драматичным проявлением сталинского тоталитаризма были массовые репрессии, затронувшие все слои советского общества (1928 г. – Шахтинское дело, 1930 г. – процессы по делам Трудовой крестьянской партии и Промпартии, в 1937 г. закрытый процесс по делу «Анτισоветской троцкистской организации в Красной Армии»). По ложным доносам и обвинениям в контрреволюционной деятельности арестовывали десятки тысяч невинных людей.

На рубеже 1920–1930-х гг. для советской внешней политики по-прежнему была характерна известная двойственность – цели официальной дипломатии и деятельности Коминтерна во многом противоречили друг другу. Однако с 1929–1930 гг. провозглашавшиеся ранее принципы интернационализма и мировой революции стали отходить на второй план. Для советской дипломатии 1920-х гг. характерны преодоление внешнеполитической изоляции и налаживание добрососедских отношений с Германией. Поворотным моментом в советско-германских отношениях был приход Гитлера к власти в 1933 г., что привело к активизации поисков партнеров среди западных демократических стран. В 1934 г. Советский Союз был принят в Лигу Наций, что означало полноправное возвращение нашей страны в мировое сообщество. В этих условиях нарком иностранных дел М. М. Литвинов предпринял попытку формирования системы коллективной безопасности. Однако развитие международных отношений в конце 1930-х гг. показало тщетность этих усилий. Перед лицом угрозы капиталистического окружения Советский Союз начинает сближение с Германией. 23 августа 1939 г. В. М. Молотов и министр иностранных дел Германии И. Риббентроп подписали в Москве пакт о ненападении и секретный дополнительный протокол к нему о разделе сфер влияния в Восточной Европе.

### **Тема 15. СССР во Второй мировой войне и первые послевоенные годы (1939–1953)**

История Второй мировой войны и Великой Отечественной войны ставит перед современными исследователями множество сложных и дискуссионных проблем: вклад участников антигитлеровской коалиции в разгром фашистской Германии и милитаристской Японии; вопрос людских потерь, понесенных СССР, как среди военнослужащих, так и среди мирного населения; немецкий оккупационный режим и коллаборационизм; роль Сталина и советских полководцев.

Ко Второй Мировой войне неизбежно вели изменение баланса сил великих держав и катастрофическое нарастание противоречий между ними. Война была порождена столкновением общественных систем, идеологических концепций (демократии, коммунизма, фашизма) и их геополитического воплощения.

1 сентября 1939 г. Германия напала на Польшу – это стало началом Второй Мировой войны. Германские войска осуществили быстрые кампании против Польши (сентябрь-октябрь 1939 г.) и Фран-

ции (май-июнь 1940 г.), после чего Гитлер приступил к подготовке плана войны против СССР. Советский Союз на начальном этапе конфликта (1 сентября 1939 – 21 июня 1941 гг.) осуществил значительное расширение своих территорий за счет присоединения в 1940 г. Эстонии, Латвии, Литвы, Бессарабии и Северной Буковины. С 30 ноября 1939 г. по 12 марта 1940 г. шла советско-финская война, результатом которой было исключение СССР из Лиги Наций.

Ранним воскресным утром 22 июня 1941 г. Германия, следуя намеченному плану «Барбаросса», напала на СССР. Кровавопролитные сражения первых месяцев Великой Отечественной войны позволили сорвать план «блицкрига». Коренной перелом в ходе войны (ноябрь 1942 – конец 1943 гг.) произошел в результате победы Красной Армии в Сталинградской битве (17 июля 1942 – 2 февраля 1943) и в сражении на Курской дуге (5 июля 1943 – 23 августа 1943). Благодаря этому произошел переход стратегической инициативы к странам антифашистской коалиции. На заключительном этапе Великой Отечественной войны (конец 1943 – 9 мая 1945 гг.) произошел разгром фашистской Германии и ее союзников.

Заключительным этапом Второй мировой войны стал разгром Японии – с 9 мая 1945 по 2 сентября 1945 гг. Победа СССР в Великой Отечественной войне предрешила исход Второй мировой войны. СССР внес решающий вклад в разгром агрессоров и понес наибольшие потери в годы войны. В результате военных действий, временной оккупации части территории, варварства и зверств фашистов нашему государству был нанесен невиданный в истории экономический ущерб и урон в людских ресурсах. Советский Союз потерял около 27 млн человек и 30 % национального богатства.

Великая Отечественная война являлась самым разрушительным и кровавым конфликтом в истории человечества. В СССР было уничтожено 1710 городов и поселков, более 70 тыс. сел и деревень. Серьезные трудности возникли во всех отраслях народного хозяйства.

Первая послевоенная пятилетка (1946–1950) была нацелена на восстановление советской экономики и опиралась на приоритетное развитие нескольких базовых отраслей тяжелой промышленности. Уже к 1948 г. страна смогла достигнуть довоенного уровня промышленного производства. Сохранялись значительные трудности в социальной сфере, но целым рядом мероприятий (отмена карточной системы, денежная реформа, снижение цен) правительству удалось улучшить социальный климат. Высокими темпами в послевоенные

годы развивались наука и техника, в целом ряде направлений науки и техники СССР вышел на самые передовые рубежи. В 1949 г. в СССР была впервые испытана атомная бомба.

В конце 1940-х гг. постепенно возобновились репрессии («Ленинградское дело», «дело врачей» и др.), символизировавшие возвращение руководства страны к довоенным методам управления.

Вторая половина 1940-х гг. явилась временем сначала охлаждения отношений между державами-победительницами, а затем втягивания их в «холодную войну», которая характеризовалась глобальным противостоянием двух мировых держав: СССР и США. Открытой пробой сил противостоящих блоков стала война в Корее (1950–1953). В послевоенный период в Китае, Польше, Чехословакии, Венгрии, Болгарии, Румынии, Югославии и Албании установились однородные с СССР социально-политические режимы.

### **Тема 16. СССР в период руководства Н. С. Хрущева (1953–1964 гг.)**

Со смертью И. В. Сталина (5 марта 1953) развернулась борьба за власть среди «молодого» поколения партийцев, попавших в непосредственное окружение Сталина в 30-е гг. (Л. П. Берия, Н. С. Хрущев, Г. М. Маленков, В. М. Молотов, Л. М. Каганович). В 1958 г. Председателем Совета Министров был избран Н. С. Хрущев, сохранивший также пост Первого секретаря ЦК КПСС, что означало его победу в борьбе за власть.

С именем Н. С. Хрущева была связана первая попытка реформирования тоталитарной политической системы, начало десталинизации общества – освобождение от наиболее одиозных черт сталинизма, вошедшее в историю под названием «оттепель». Важное место в поисках путей общественного обновления занял XX съезд КПСС (февраль, 1956), положивший начало процессу реабилитации жертв сталинских репрессий и демократизации жизни страны. На XXI съезде КПСС (1959) был сделан вывод о полной и окончательной победе социализма в СССР и объявлено о начале развернутого строительства коммунизма. XXII съезд (октябрь 1961) наметил конкретные этапы построения в СССР коммунизма к 1980 г.

Новым явлением экономической жизни страны того периода было не просто официальное провозглашение «повышения благосостояния» людей, но и выход на первое место по уровню жизни народа. Правительство предприняло ряд мер в попытке реформировать самый

проблемный к тому моменту сельскохозяйственный сектор (освоение целины, укрупнение колхозов, создание совхозов, ликвидация МТС, увеличение посевов кукурузы). Однако это привело к отказу от интенсивных методов ведения сельского хозяйства и усилению административных мер. На рубеже 1960-х гг. провал хрущевской аграрной политики стал очевиден. Нарастала социальная напряженность, что привело к событиям в Новочеркасске, где в 1962 г. демонстрация рабочих была подавлена властями. Чтобы избежать голода в 1963 г., Н. С. Хрущев впервые за всю историю страны пошел на массовые закупки зерна за рубежом.

В СССР с середины 1950-х гг. началась научно-техническая революция (НТР) как соединение достижений производительного труда с научным знанием. В 1953 г. прошли испытания водородной бомбы, в 1954 г. вступила в строй первая в мире атомная электростанция в г. Обнинске (Калужская обл.), в 1957 г. спущен на воду первый в мире атомный ледокол «Ленин». СССР находился у истоков космической эры, проявлениями чего были запуск первого искусственного спутника Земли в 1957 г. и полет первого космонавта Юрия Гагарина в 1961 г.

Н. С. Хрущев был непредсказуем и во внешней политике. После 1956 г. произошло обострение отношений с рядом стран социалистического блока: Китаем, Венгрией и Албанией. Отношения со странами Запада были достаточно противоречивы. В 1962 г. возник Карибский (ракетный) кризис. В 1962 г. в Москве прошел Всемирный конгресс за разоружение, в 1963 г. заключен договор СССР, США и Англии о запрещении испытания ядерного оружия в трех сферах: в воде, атмосфере, космосе. Вместе с тем влияние СССР в «третьем мире» в эти годы стремительно росло, однако для самого Советского Союза это оказалось большим финансовым бременем.

К 1964 г. недовольство деятельностью Н. С. Хрущева стало в стране едва ли не всеобщим, и на октябрьском Пленуме ЦК КПСС он был смещен со всех постов. С отставкой Н. С. Хрущева завершился процесс либерализации общественно-политической сферы, окончились начатые им преобразования.

## **Тема 17. СССР в 1964–1991 гг.**

Первым секретарем ЦК КПСС в 1964 г. стал Л. И. Брежнев. Председателем Совета министров СССР в 1964–1980 гг. являлся А. Н. Косыгин, с которым связано проведение реформ в 1960-х гг.

(аграрная реформа, реформа промышленности). Проведенные реформы дали краткосрочный положительный эффект, но стало очевидно, что директивная модель экономики исчерпала свой ресурс. Существовавшие условия организации и управления производства не могли уже обеспечить решение объективно стоящих перед экономикой задач. В 1970-х гг. обнаружилось отставание от передовых стран Запада в научно-технической сфере, ограниченно в народное хозяйство страны внедрялись передовые технологии, на низком уровне была механизация труда. По остаточному принципу финансировалась социальная сфера, но при этом положение основной части населения улучшилось. Внутри советского общества нарастали противоречия, связанные с процессами в идеологии и экономике, что нашло отражение в диссидентском движении (А. И. Солженицын и А. Д. Сахаров). В начале 1980-х гг. власти провели массовые репрессии против диссидентского движения и практически ликвидировали его, невзирая на протесты мировой общественности.

Период руководства страной Ю. В. Андроповым (1982–1984) характеризуется возобновлением преобразований в социально-экономической сфере. Однако все изменения свелись к административным мерам, укреплению трудовой дисциплины, разоблачению коррупции в близком окружении правящей верхушки и не привели к выходу из кризисного состояния социалистической системы.

Международное положение СССР в середине 1960-х гг. сложное и противоречивое. Осложнение отношений с Западом из-за начавшейся в 1965 г. открытой агрессии США во Вьетнаме. Раскол в социалистическом лагере, проявлением чего было введение войск ОВД в Чехословакию и подавление «Пражской весны» в 1968 г. В 1970-х гг. советское руководство предприняло ряд дипломатических шагов на ослабление напряженности в отношениях со странами Запада (1969 г. – созыв общеевропейского Совещания по безопасности и сотрудничеству, 1972 г. – подписан договор об ограничении систем противоракетной обороны, 1975 г. – подписание Заключительного акта Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе в Хельсинки). В конце 1970-х гг. нарастало противостояние СССР и США в региональных конфликтах. В 1979 г. ввод советских войск в Афганистан окончательно перечеркнул процесс разрядки и в значительной степени подорвал авторитет СССР на международной арене.

С начала 1980-х гг. в стране стали проявляться признаки системного кризиса социалистического строя. В сфере экономики кри-

зисные явления были вызваны диспропорцией в развитии различных отраслей экономики, слабым внедрением достижений НТП, неэффективностью капиталовложений, зависимостью от мировых цен на энергоносители и западных технологических поставок. Предпринятые попытки реформирования советского общества в период «перестройки» М. С. Горбачева (1985–1991) не увенчались успехом и привели к усилению негативных тенденций во всех сферах общественной жизни. КПСС стремительно теряла контроль над обществом. Резко обострились отношения центра и союзных республик. В 1990–1991 гг. состоялся так называемый «парад суверенитетов», когда все союзные республики объявили себя суверенными государствами. Суверенитет России был провозглашен Декларацией от 12 июня 1990 г. на I съезде народных депутатов РСФСР. В 1991 г. состоялись выборы Президента России. Им стал Б. Н. Ельцин.

### **Тема 18. Становление новой российской государственности (1991–2008)**

19 августа 1991 г. было объявлено о переходе власти к Государственному комитету по чрезвычайному положению (Г. И. Янаев, В. С. Павлов, В. А. Крючков, Д. Т. Язов, Б. К. Пуго и др.). В условиях фактического распада страны партийная номенклатура предприняла потерпевшую поражение попытку сохранения СССР. В декабре 1991 г. президенты России, Украины и Белоруссии (Б. Ельцин, Л. Кравчук, С. Шушкевич) подписали в Беловежской Пуще заявление о прекращении действия Союзного договора 1922 г. и о создании Содружества Независимых Государств (СНГ).

Сепаратизм, разрушивший СССР, первоначально отразился и на суверенной России. Первым серьезным шагом на пути сохранения единства России стал Федеративный договор, подписанный 31 марта 1992 г. большинством субъектов Федерации. Развитие сепаратистского движения в Чечне привело к расколу в руководстве республики и вооруженным конфликтам сепаратистов с официальной властью (1994–1996).

Осенью 1993 г. усилилось противостояние законодательной и исполнительной власти, что привело к открытому вооруженному противоборству. Результатом конфликта был роспуск Верховного Совета и принятие 12 декабря 1993 г. Конституции Российской Федерации.

Во внешнеполитической сфере Россия проводила политику уступок и открытости, шла навстречу стратегическим интересам США. Россия заняла место СССР во всех международных организациях, но долгое время не обладала необходимым авторитетом. В середине 1990-х гг. отмечается рост инициативности и самостоятельности внешней политики России. Противоречиво складывались отношения с бывшими союзными республиками.

В 1990-х гг. население России столкнулось со значительными экономическими трудностями. К началу 1992 г. правительство, возглавляемое Е. Т. Гайдаром, разработало программу радикальных реформ в области народного хозяйства на основе «шоковой терапии» (либерализация цен и приватизация). Результатом проведенных реформ была фактическая деиндустриализация страны, резкое падение жизненного уровня и социальной защищенности большей части населения страны, резко возрос уровень преступности. Правительство В. С. Черномырдина (1993–1998) предприняло некоторые меры для выхода из опасного финансового кризиса. С этой целью была произведена деноминация рубля и принят закон о банкротстве, но в августе 1998 г. в стране разразился финансовый кризис. Кризис сопровождался частой сменой глав правительства (С. В. Кириенко, Е. М. Примаков, С. В. Степашин). В августе 1999 г. Председателем Правительства России стал В. В. Путин.

За несколько часов до наступления нового 2000 г. президент Б. Н. Ельцин неожиданно заявил о досрочном завершении своих полномочий и назначении В. В. Путина исполняющим обязанности президента. В. В. Путин провозгласил главной задачей объединение общества и укрепление российской государственности. Политика президента В. В. Путина в 2000-х гг. была нацелена на обеспечение благоприятных условий для дальнейшего продвижения российского общества по пути реформ, его включения в мировое хозяйство, на создание предпосылок устойчивого, а не восстановительного роста. В период президентства В. В. Путина (2000–2008) и его преемника Д. А. Медведева (2008–2012) претворены в жизнь мероприятия, подчиненные интересам сохранения единства страны.

С начала 2000-х гг. международное положение России существенно изменилось. Внешнеполитический курс страны стал прагматичным. Внешняя политика России остается не конфронтационной и не силовой, направленной на упрочение международной безопасности и равноправное сотрудничество со всеми странами.

## 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Правила оформления и написания рефератов

Большое значение в написании реферата имеет *определение темы* исследования, что делается в соответствии с программой изучаемой дисциплины и научными интересами автора. Тематика рефератов определяется читающей кафедрой (перечень тем представлен ниже). Также тема может быть выдвинута студентом самостоятельно с разрешения преподавателя. Работа над рефератом носит самостоятельный характер. Материалы, полученные из Интернета, могут использоваться при освоении избранной темы (в этом случае необходимы соответствующие ссылки), однако копирование готовых работ не допускается.

Выбрав тему, необходимо приступить к *подбору литературы*. Примерный ее перечень предложен авторами в настоящем пособии (см. в разделах «Планы семинарских занятий» и «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»), но это не исключает, а напротив, предполагает поиск дополнительных источников в библиотеке и/или в Интернете. При написании реферата рекомендуется использовать монографии и журнальные статьи, позволяющие глубже разобраться в различных точках зрения на исторический процесс. В своем реферате студент должен продемонстрировать умение анализировать полученный материал, выражать свое отношение к нему, не уходить от дискуссионных вопросов. Изучение литературы и источников следует начинать с наиболее общих трудов, после чего студент переходит к освоению конкретных специализированных исследований по выбранной теме.

**Структура реферата.** Реферат должен состоять из плана, введения, нескольких глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. При написании работы следует выдерживать стилевое единство текста.

**Введение работы** содержит постановку проблемы, задачи и круг рассматриваемых вопросов. В нем также дается краткий анализ использованных источников и литературы, методов и средств обработки имеющегося материала.

**Основная часть** состоит из нескольких *глав*, имеющих свое название и раскрывающих один из вопросов темы. При написании ее необходимо последовательно излагать материал, логически переходить от одного вопроса к другому, подтверждать высказанное мнение

или суждение конкретными фактами, цифрами, датами, именами. При этом студент должен всегда стремиться проявить собственное историческое мышление по поводу изученного материала. Допускается (в некоторых случаях даже приветствуется) цитирование источников с обязательной ссылкой на них. В реферате должно выдерживаться определенное равновесие между теоретическими выводами и набором фактов.

В **заключении** излагаются основные выводы, к которым пришел автор работы на основании изучения исторического материала.

После заключения приводится **список источников и литературы** с указанием всех выходных данных, а также **приложения** (если есть необходимость в приведении схем, таблиц, графиков, иллюстраций и т. д.).

**Общий объем** реферата должен составлять 20–25 печатных страниц формата А4. Шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14 pts., интервал – полуторный. Нумерация страниц начинается со второй страницы, титульный лист не нумеруется. Порядковый номер страницы ставится сверху или снизу в середине листа.

**Титульный лист** (первая страница работы) имеет следующее наполнение: название учебного заведения, в котором выполнена работа, название дисциплины и изучаемой темы, сведения об авторе (номер группы, Ф. И. О. студента), сведения о руководителе (ученая степень, должность, Ф. И. О. преподавателя), год и место написания работы. Ниже приведен пример оформления титульного листа реферата.

На второй странице приводится содержание (план работы), включающее в себя введение, названия глав, заключение, список использованных источников и литературы, приложения. После названия каждого раздела работы справа указываются номера страниц, с которых они начинаются. Например:

#### Содержание

Введение .....	3
Название первой главы.....	6
Название второй главы.....	12
Заключение.....	19
Список источников и литературы .....	21
Приложения .....	23

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»  
Институт гуманитарных наук и искусств  
Кафедра истории России

**РЕФЕРАТ**

по дисциплине «История»

Тема: Альтернативы развития России в ходе  
революционных событий 1917 года

Выполнил: студент гр. Мг-131101

И. И. Иванов

Проверил: к. и. н., доцент

П. П. Петров

Екатеринбург  
2014

Образец оформления титульного листа

При наличии *ссылок* их порядковая нумерация может быть сквозной по тексту или своя на каждой странице. Если работа цитируется впервые, то дается ее библиографическое описание с указанием используемой страницы. Например, в тексте приводится ссылка на монографию историка Л. А. Тихомирова. Сноска в этом случае оформляется следующим образом:

<sup>1</sup> Тихомиров Л. А. Религиозно-философские основы истории. – М.: Эксмо, 2003. – С. 53.

Если ссылки на одну и ту же работу приводятся неоднократно, то сноска оформляется следующим образом:

<sup>2</sup> Тихомиров Л. А. Указ соч. – С. 74.

*Список источников и литературы* приводится в алфавитном порядке с полным библиографическим описанием книг, статей, документов. Например:

1. Алексеев В. В., Нефедов С. А. Гибель Советского Союза в контексте истории социализма // *Общественные науки и современность*. – 2002. – № 6.
2. Выбор пути: история России. 1939–2000 / отв. ред. А. Т. Тертышный. – Екатеринбург : УрГЭУ, 2001.
3. Красильщиков В. А. Вдогонку за прошедшим веком. Развитие России в XX веке с точки зрения мировых модернизаций / В. А. Красильщиков. – М.: РОССПЭН, 1998.

*Приложения* должны иметь названия и буквенную нумерацию (А, Б, В и т. д.). В тексте реферата можно не указывать полное название приложения, указав лишь на его литеру.

## 2.2. Перечень тем рефератов

1) Место и роль России в мировом историческом процессе: основные концептуальные подходы к проблеме.

2) Роль геополитического, природно-климатического и этноконфессионального факторов в развитии и судьбе России.

3) Особенности формирования древнерусской государственности: история и историография.

4) Геополитический выбор Александра Невского в XIII веке в свете различных исторических измерений.

5) Становление Российского централизованного государства: основные этапы и альтернативные варианты.

6) Становление самодержавной власти в России. Оценки деятельности Ивана IV Грозного в исторической литературе.

- 7) Смутное время как проявление кризиса российской государственности.
- 8) Россия после Смуты (XVII век): необходимость перемен.
- 9) Церковный раскол в XVII веке как религиозный и социокультурный феномен.
- 10) Петровская модернизация и ее последствия для России с точки зрения различных исторических концепций.
- 11) «Просвещенный абсолютизм» Екатерины II в трудах историков.
- 12) Становление имперских традиций во внешней политике России XVIII века.
- 13) Общественно-политическая мысль России в первой половине XIX века: формы, направления, теоретические основы, идейная эволюция.
- 14) Россия и мир в первой половине XIX века: проблемы модернизации и социальной трансформации.
- 15) Самодержавие и реформы в России во второй половине XIX – начале XX вв.
- 16) Общественная мысль и общественное движение в России во второй половине XIX века.
- 17) Россия в условиях Первой Мировой войны и общенационального кризиса.
- 18) Политические организации и партии в России начала XX века: возникновение, состав, программы, тактика.
- 19) Альтернативы развития России в ходе революционных событий 1917 г.
- 20) Большевизм и меньшевизм: исторические роли и судьбы.
- 21) Поиск модели развития страны в 1920-е–1930-е гг. Сталинская модернизация.
- 22) Цели и характер советской внешней политики в 1920-е–1930-е гг.
- 23) Великая Отечественная война: дискуссионные вопросы истории.
- 24) Холодная война: причины, основные этапы, итоги.
- 25) Трансформация советской системы в 1985–1991 гг.: замыслы и результаты, интерпретации историков.
- 26) Проблемы развития Российской Федерации в условиях новой геополитической реальности конца XX – начала XXI вв.

## 2.3. Планы семинарских занятий

### *Тема 1. История и ее научные категории. Российские исторические школы*

1. История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.

2. Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.

3. Сущность мирового исторического процесса:

– цивилизация как категория исторической науки;

– роль природного и мировоззренческого факторов в определении сущности цивилизаций;

– этносоциальная сущность исторического процесса.

4. Основные методологические интерпретации исторических фактов.

5. Российские исторические школы и их представители.

#### Л и т е р а т у р а

• Вернадский Г. В. Русская историография / Г. В. Вернадский. М.: Аграф, 1998.

• Историография истории России : учебное пособие / под ред. А. А. Чернобаева. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Юрайт, 2014.

• История в XXI веке: Историко-антропологический подход в преподавании и изучении истории человечества. М.: Институт «Открытое общество», 2001.

• Источниковедение: Теория. История. Метод. Источники российской истории. М.: РГГУ, 2004.

• Лотман Ю. М. Карамзин / Ю. М. Лотман. СПб.: Искусство-СПб, 1997.

• Методологические проблемы истории : учеб. пособие / под общ. ред. В. Н. Сидорцова. Минск: ТетраСистемс, 2006.

• Нечкина М. В. Василий Осипович Ключевский / М. В. Нечкина. М.: Наука, 1974.

• Поршнева О. С. Междисциплинарные методы в историко-антропологических исследованиях / О. С. Поршнева. 2-е изд., доп. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009.

• Репина Л. П. История исторического знания / Л. П. Репина, В. В. Зверева, М. Ю. Парамонова. 4-е изд. М.: Юрайт, 2012.

- Рузавин Г. И. Основы философии истории / Г. И. Рузавин. М.: Юнити-Дана, 2001.
- Румянцева М. Ф. Теория истории / М. Ф. Румянцева. М.: Аспект Пресс, 2002.
- Смоленский Н. И. Теория и методология истории / Н. И. Смоленский. 4-е изд. М.: Академия, 2012.
- Эйдельман Н. Я. Последний летописец / Н. Я. Эйдельман. М.: Вагриус, 2004.

## ***Тема 2. Восточные славяне в древности. Образование Древнерусского государства***

1. Языковые семьи и группы народов России.
2. Славяне: теории происхождения, расселение, занятия, общественное устройство.
3. Предпосылки образования государственности у восточных славян. Норманнская и антинорманнская теории. Первые князья династии Рюриковичей.
4. Крещение Руси и его значение.
5. Социально-экономический и общественно-политический строй Киевской Руси (конец X – первая треть XII вв.).

### **Л и т е р а т у р а**

- Бушуев С. В. История государства Российского: историко-библиографические очерки / С. В. Бушуев, Г. Е. Миронов. Кн. 1: IX–XVI вв. М.: Книжная палата, 1991.
- Восточные славяне. Антропология и этническая история. М.: Научный мир, 2002.
- Володихин Д. М. Рюриковичи / Д. М. Володихин. М.: Молодая гвардия, 2013.
- Голубовский П. В. Печенеги, торки и половцы. Русь и степь до нашествия татар / П. В. Голубовский. М.: Вече, 2013.
- Горский А. А. Русское средневековье / А. А. Горский. М.: Астрель; Олимп, 2010.
- Греков Б. Д. Киевская Русь / Б. Д. Греков. М.: АСТ, 2004.
- Гумилев Л. Н. Древняя Русь и Великая степь / Л. Н. Гумилев. М.: Айрис-Пресс, 2012.
- Гумилев Л. Н. От Руси до России / Л. Н. Гумилев. М.: Айрис-Пресс, 2013.

- Данилевский И. Н. Древняя Русь глазами современников и потомков (IX–XII вв.) / И. Н. Данилевский. М.: Аспект Пресс, 2001.
- Дворниченко А. Ю. Русское православие: от крещения до патриаршества / А. Ю. Дворниченко, Ю. В. Кривошеев, Р. А. Соколов, В. В. Шапошник. СПб.: Академия исследования культуры, 2012.
- Иловайский Д. И. История России. Начало Руси / Д. И. Иловайский. М.: Алгоритм, 2012.
- Карпов А. Ю. Владимир Святой / А. Ю. Карпов. М.: Вече, 2006.
- Карпов А. Ю. Ярослав Мудрый / А. Ю. Карпов. 2-е изд. М.: Молодая гвардия, 2010.
- Карпов А. Ю. Исследования по истории домонгольской Руси / А. Ю. Карпов. М.: Квадрига, 2014.
- Клейн Л. С. Спор о варягах / Л. С. Клейн. СПб.: Евразия, 2009.
- Кузьмин А. Г. Древнерусская цивилизация / А. Г. Кузьмин. М.: Алгоритм, 2013.
- Мавродин В. В. Древняя Русь / В. В. Мавродин. М.: Русский мир, 2009.
- Назаренко А. В. Древняя Русь на международных путях. Междисциплинарные очерки культурных, торговых, политических связей IX–XII вв. / А. В. Назаренко. М.: Языки русской культуры, 2001.
- Петрухин В. Я. Древняя Русь (IX в. – 1263 г.) / В. Я. Петрухин. М.: АСТ; Астрель, 2005.
- Петрухин В. Я. «Русь и вси языци». Аспекты исторических взаимосвязей. Историко-археологические очерки / В. Я. Петрухин. М.: Языки славянских культур, 2011.
- Петрухин В. Я. Русь в IX–X вв. От призвания варягов до выбора веры / В. Я. Петрухин. М.: Форум, Неолит, 2014.
- Пчелов Е. В. Рюрик / Е. В. Пчелов. 2-е изд. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Резников К. Ю. Русская история: мифы и факты. От рождения славян до покорения Сибири / К. Ю. Резников. М.: Вече, 2012.
- Рыбаков Б. А. Мир истории: начальные века русской истории / Б. А. Рыбаков. М.: Молодая гвардия, 1987.
- Рыбаков Б. А. Язычество древних славян / Б. А. Рыбаков. М.: Академический Проект, 2013.

- Рыбаков Б. А. Язычество Древней Руси / Б. А. Рыбаков. М.: Академический Проект, 2013.
- Скрынников Р. Г. Крест и корона: Церковь и государство на Руси IX–XVII вв. / Р. Г. Скрынников. СПб.: Искусство-СПБ, 2000.
- Славяне и Русь: проблемы и идеи. Концепции, рожденные трехвековой полемикой, в хрестоматийном изложении. М.: Флинта Наука, 2001.
- Славянская энциклопедия. Киевская Русь – Московия : в 2 т. М.: Олма-Пресс, 2005.
- Фроянов И. Я. Древняя Русь / И. Я. Фроянов. М.: Русский издательский центр, 2012.

### ***Тема 3. Русские земли в период государственной раздробленности (XII – XIII вв.)***

#### **1. Политическая раздробленность на Руси:**

а) предпосылки, общая характеристика, последствия, оценки в отечественной историографии;

б) крупнейшие русские земли и княжества XII–XIII вв. (Владими́ро-Суздальское, Галицко-Волынское, Киевское, Новгородская земля).

#### **2. Борьба Русских земель с иноземными захватчиками:**

а) завоевательные походы монголов и Батыево нашествие на Русь;

б) борьба с немецко-шведской агрессией;

в) внешнеполитический выбор Александра Невского и его последствия.

3. Золотоордынское влияние на развитие средневековой Руси: оценки историков.

#### **Л и т е р а т у р а**

- Вернадский Г. В. Монголы и Русь / Г. В. Вернадский. М.: Ломоносов, 2013.

- Володихин Д. М. Рюриковичи / Д. М. Володихин. М.: Молодая гвардия, 2013.

- Голубовский П. В. Печенеги, торки и половцы. Русь и степь до нашествия татар / П. В. Голубовский. М.: Вече, 2013.

- Горский А. А. Русское средневековье / А. А. Горский. М.: Астрель; Олимп, 2010.

- Греков И. Б. Мир истории: русские земли в XII–XV вв. / И. Б. Греков, Ф. Ф. Шахмагонов. М.: Молодая гвардия, 1988.
- Гумилев Л. Н. От Руси до России / Л. Н. Гумилев. М.: Айрис-Пресс, 2013.
- Данилевский И. Н. Русские земли глазами современников и потомков (XII–XIV вв.) / И. Н. Данилевский. М.: Аспект Пресс, 2001.
- Дворниченко А. Ю. Русское православие: от крещения до патриаршества / А. Ю. Дворниченко, Ю. В. Кривошеев, Р. А. Соколов, В. В. Шапошник. СПб.: Академия исследования культуры, 2012.
- Егоров В. Л. Историческая география Золотой Орды в XIII–XIV вв. / В. Л. Егоров. 4-е изд. М.: Либроком, 2013.
- История России. Россия и Восток / сост. Ю. А. Сандулов. СПб.: Лексикон, 2002.
- Каргалов В. В. Народ Богатырь. История военных нашествий на Русь (IV–XIV вв.) / В. В. Каргалов. М.: Либроком, 2011.
- Каргалов В. В. Монголо-татарское нашествие на Русь. XIII век / В. В. Каргалов. М.: Либроком, 2014.
- Карпов А. Ю. Юрий Долгорукий / А. Ю. Карпов. М.: Молодая гвардия, 2007.
- Карпов А. Ю. Александр Невский / А. Ю. Карпов. М.: Молодая гвардия, 2013.
- Карпов А. Ю. Андрей Боголюбский / А. Ю. Карпов. М.: Молодая гвардия, 2014.
- Кривошеев Ю. В. Русь и монголы: Исследование по истории Северо-Восточной Руси XII–XIV вв. / Ю. В. Кривошеев. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003.
- Кривошеев Ю. В. Александр Невский. Эпоха и память: исторические очерки / Ю. В. Кривошеев, Р. А. Соколов. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2009.
- Кучкин В. А. Русь под игом: как это было? / В. А. Кучкин. М.: Панорама, 1991.
- Резников К. Ю. Русская история: мифы и факты. От рождения славян до покорения Сибири / К. Ю. Резников. М.: Вече, 2012.
- Романов Б. А. Люди и нравы Древней Руси / Б. А. Романов. М.: Ломоносов, 2013.
- Рыбаков Б. А. Киевская Русь и русские княжества XII–XIII вв. Происхождение Руси и становление ее государственности / Б. А. Рыбаков. М.: Академический Проект, 2013.

- Селезнев Ю. В. Русско-ордынские конфликты XIII–XV вв. : справочник / Ю. В. Селезнев. М.: Квадрига, 2010.
- Славянская энциклопедия. Киевская Русь – Московия : в 2 т. М.: Олма-Пресс, 2005.
- Хрусталеv Д. Г. Северные крестоносцы. Русь в борьбе за сферы влияния в Восточной Прибалтике XII–XIII вв. / Д. Г. Хрусталеv. СПб.: Евразия, 2012.
- Хрусталеv Д. Г. Русь и монгольское нашествие (20–50-е гг. XIII в.) / Д. Г. Хрусталеv. СПб.: Евразия, 2013.
- Шенк Ф. Б. Александр Невский в русской культурной памяти: святой, правитель, национальный герой (1263–2000) / Ф. Б. Шенк. Авторизованный перевод с нем. М.: Новое литературное обозрение, 2007.

#### ***Тема 4. Образование Российского централизованного государства (XIV – начало XVI вв.)***

1. Понятие, предпосылки и особенности процесса объединения русских земель. Альтернативные варианты.
2. Этапы политического объединения, их характеристика и содержание.
3. Социально-экономическое развитие и формирование политических основ Российского государства при Иване III и Василии III.
4. Духовность, культура, обычаи и нравы Руси XIV – начала XVI вв.

#### **Л и т е р а т у р а**

- Алексеев Ю. Г. Освобождение Руси от ордынского ига / Ю. Г. Алексеев. Л.: Наука, 1989.
- Алексеев Ю. Г. Государь всея Руси / Ю. Г. Алексеев. Новосибирск: Наука, 1991.
- Амелькин А. О. Куликовская битва в свидетельствах современников и памяти потомков / А. О. Амелькин, Ю. В. Селезнев. М.: Квадрига, 2011.
- Борисов Н. С. Иван III / Н. С. Борисов. 3-е изд. М.: Молодая гвардия, 2006.
- Борисов Н. С. Возвышение Москвы / Н. С. Борисов. М.: Русский Мир, 2011.
- Володихин Д. М. Рюриковичи / Д. М. Володихин. М.: Молодая гвардия, 2013.

- Горский А. А. «Всего еси исполнена земля русская...»: Личности и ментальность русского средневековья : очерки / А. А. Горский. М.: Языки славянской культуры, 2001.
- Горский А. А. Москва и Орда / А. А. Горский. М.: Наука, 2003.
- Горский А. А. Русское средневековье / А. А. Горский. М.: Астрель; Олимп, 2010.
- Гумилев Л. Н. От Руси до России / Л. Н. Гумилев. М.: Айрис-Пресс, 2013.
- Данилевский И. Н. Русские земли глазами современников и потомков (XII–XIV вв.) / И. Н. Данилевский. М.: Аспект Пресс, 2001.
- Данилов А. Г. Альтернативы в истории России: миф или реальность (XIV–XIX вв.) / А. Г. Данилов. Ростов н/Д: Феникс, 2007.
- Дворниченко А. Ю. Русское православие: от крещения до патриаршества / А. Ю. Дворниченко, Ю. В. Кривошеев, Р. А. Соколов, В. В. Шапошник. СПб.: Академия исследования культуры, 2012.
- Зимин А. А. Витязь на распутье. Феодалная война в России XV в. / А. А. Зимин. М.: Мысль, 1991.
- История Отечества: люди, идеи, решения. Очерки истории России IX – начала XX в. М.: Политиздат, 1991.
- Каргалов В. В. Свержение монголо-татарского ига / В. В. Каргалов. М.: Либроком, 2011.
- Ковалев-Случевский К. П. Юрий Звенигородский – Великий князь Московский / К. П. Ковалев-Случевский. М.: Молодая гвардия, 2008.
- Лошиц Ю. М. Дмитрий Донской / Ю. М. Лошиц. М.: Молодая гвардия, 2010.
- Селезнев Ю. В. Русско-ордынские конфликты XIII–XV вв. : справочник / Ю. В. Селезнев. М.: Квадрига, 2010.
- Скрынников Р. Г. Крест и корона: Церковь и государство на Руси IX–XVII вв. Р. Г. Скрынников. СПб.: Искусство-СПБ, 2000.
- Скрынников Р. Г. Иван III / Р. Г. Скрынников. М.: АСТ, 2006.
- Славянская энциклопедия. Киевская Русь – Московия : в 2 т. М.: Олма-Пресс, 2005.
- Тихомиров М. Н. Древняя Москва XII–XV вв. Средневековая Россия на международных путях XIV–XV вв. / М. Н. Тихомиров. М.: Московский рабочий, 1992.

- Трепавлов В. В. Золотая Орда в XIV столетии / В. В. Трепавлов. М.: Квадрига, 2010.

- Филюшкин А. И. Василий III / А. И. Филюшкин. М.: Молодая гвардия, 2010.

### ***Тема 5. Российское государство в XVI в. Иван IV Грозный***

1. Иван IV Грозный – первый русский царь. Личность и деятельность Ивана IV в оценках историков.

2. Деятельность «Избранной Рады». Реформы конца 40-х – 50-х гг. XVI в.

3. Политика опричнины и ее роль в укреплении самодержавно-крепостнической системы: предпосылки, сущность, последствия, оценки историков.

4. Основные цели, приоритеты и направления внешней политики в XVI в.: успехи и поражения.

### **Л и т е р а т у р а**

- Альшиц Д. Н. Начало самодержавия в России: государство Ивана Грозного / Д. Н. Альшиц. Л.: Наука, 1988.

- Бушуев С. В. История государства Российского: историко-библиографические очерки. Кн. 1: IX–XVI вв. / С. В. Бушуев, Г. Е. Миронов. М.: Книжная палата, 1991.

- Валишевский К. Иван Грозный. Смутное время. Первые Романовы / К. Валишевский. М.: Альфа-книга, 2013.

- Волков В. А. Войны и войска Московского государства / В. А. Волков. М.: Эксмо; Алгоритм, 2004.

- Володихин Д. М. Царь Федор Иванович / Д. М. Володихин. М.: Молодая гвардия, 2011.

- Володихин Д. М. Иван IV Грозный / Д. М. Володихин. М.: Вече, 2012.

- Володихин Д. М. Рюриковичи / Д. М. Володихин. М.: Молодая гвардия, 2013.

- Зимин А. А. Россия времени Ивана Грозного / А. А. Зимин, А. Л. Хорошкевич. М.: Наука, 1982.

- Гумилев Л. Н. От Руси до России / Л. Н. Гумилев. М.: Айрис-Пресс, 2013.

- Ключевский В. О. Курс русской истории : соч. в 9 т. / В. О. Ключевский. М.: Мысль, 1987. Т. II.

- Кобрин В. Б. Власть и собственность в средневековой России XV–XVII вв. / В. Б. Кобрин. М.: Мысль, 1985.

- Кобрин В. Б. Иван Грозный / В. Б. Кобрин. М.: Московский рабочий, 1989.
- Костомаров Н. И. Русская история в жизнеописаниях ее главнейших деятелей / Н. И. Костомаров. М.: Эксмо, 2012.
- Милов Л. В. Великорусский пахарь и особенности русского исторического процесса / Л. В. Милов. М.: Наука, 2002.
- Резников К. Ю. Русская история: мифы и факты. От рождения славян до покорения Сибири / К. Ю. Резников. М.: Вече, 2012.
- Российская империя: От истоков до начала XIX в. Очерки социально-политической и экономической истории. М.: Русская панорама, 2011.
- Россия XVI века. Воспоминания иностранцев. Смоленск: Русич, 2003.
- Скрынников Р. Г. Царство террора / Р. Г. Скрынников. Л.: Наука, 1992.
- Скрынников Р. Г. Крест и корона: Церковь и государство на Руси IX–XVII вв. / Р. Г. Скрынников. СПб.: Искусство-СПБ, 2000.
- Скрынников Р. Г. Василий III. Иван Грозный / Р. Г. Скрынников. М.: АСТ, 2008.
- Скрынников Р. Г. Ермак / Р. Г. Скрынников. М.: Молодая гвардия, 2008.
- Славянская энциклопедия. Киевская Русь – Московия : в 2 т. М.: Олма-Пресс, 2005.
- Флоря Б. Н. Иван Грозный / Б. Н. Флоря. М.: Молодая гвардия, 2009.
- Церковь, общество и государство феодальной России. М.: Наука, 1990.

### ***Тема 6. Российское государство в XVII в.***

#### **1. Смутное время начала XVII в.:**

- а) предпосылки, общая характеристика и оценки Смуты в историографии;
- б) ход событий Смуты;
- в) итоги и последствия Смутного времени.

#### **2. Развитие Российского государства при первых царях династии Романовых:**

- а) новые явления в социально-экономической жизни. Соборное уложение 1649 г.;

- б) движение социального протеста;
- в) государственно-общественное развитие: от сословно-представительной монархии к абсолютизму;
- г) реформы патриарха Никона и церковный раскол;
- д) внешняя политика России в XVII в., присоединение новых территорий.

#### Л и т е р а т у р а

- Андреев И. Л. Алексей Михайлович / И. Л. Андреев. 2-е изд., испр. М.: Молодая гвардия, 2006.
- Богданов А. П. Несостоявшийся император Федор Алексеевич / А. П. Богданов. М.: Вече, 2009.
- Борисов Н. С. Церковные деятели средневековой Руси XIII–XVII вв. / Н. С. Борисов. М.: Изд-во МГУ, 1988.
- Боханов А. Н. Царь Алексей Михайлович / А. Н. Боханов. М.: Вече, 2012.
- Буганов В. И. Мир истории. Россия в XVII столетии / В. И. Буганов. М.: Молодая гвардия, 1989.
- Бушуев С. В. История государства Российского: Историко-библиографические очерки. Кн. 2: XVII–XVIII вв. / С. В. Бушуев, Г. Е. Миронов. М.: Книжная палата, 1994.
- Валишевский К. Иван Грозный. Смутное время. Первые Романовы / К. Валишевский. М.: Альфа-книга, 2013.
- Волков В. А. Войны и войска Московского государства / В. А. Волков. М.: Эксмо; Алгоритм, 2004.
- Володихин Д. М. Царь Федор Алексеевич, или Бедный отрок / Д. М. Володихин. М.: Молодая гвардия, 2013.
- Демидова Н. Ф. Служилая бюрократия в России XVII в. и ее роль в формировании абсолютизма / Н. Ф. Демидова. М.: Наука, 1987.
- Карташев А. В. История русской церкви / А. В. Карташев. М.: Эксмо, 2010.
- Ключевский В. О. Курс русской истории : соч. в 9 т. / В. О. Ключевский. М.: Мысль, 1987. Т. III.
- Козляков В. Н. Смута в России. XVII век / В. Н. Козляков. М.: Омега, 2007.
- Козляков В. Н. Василий Шуйский / В. Н. Козляков. М.: Молодая гвардия, 2007.

- Козляков В. Н. Лжедмитрий I / В. Н. Козляков. М.: Молодая гвардия, 2009.
- Козляков В. Н. Михаил Федорович / В. Н. Козляков. 2-е изд. М.: Молодая гвардия, 2010.
- Козляков В. Н. Борис Годунов / В. Н. Козляков. М.: Молодая гвардия, 2011.
- Козляков В. Н. Герои Смуты / В. Н. Козляков. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Костомаров Н. И. Русская история в жизнеописаниях ее главнейших деятелей / Н. И. Костомаров. М.: Эксмо, 2012.
- Кристенсен С. О. История России XVII в. Обзор исследований и источников / С. О. Кристенсен. М.: Прогресс, 1989.
- Курукин И. В. Романовы / И. В. Курукин. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Лебедев В. Э. Русская смута: историческая динамика и последствия / В. Э. Лебедев. Екатеринбург: УМЦ УПИ, 1993.
- Маньков А. Г. Уложение 1649 г. Кодекс феодального права России / А. Г. Маньков. Л.: Наука, 1980.
- Никитин Н. И. Сибирская эпопея XVII века (начало освоения Сибири русскими людьми) / Н. И. Никитин. М.: Наука, 1987.
- Никитин Н. И. Освоение Сибири в XVII веке / Н. И. Никитин. М.: Просвещение, 1990.
- Платонов С. Ф. Очерки по истории Смутного времени / С. Ф. Платонов. М.: АСТ, 2009.
- Резников К. Ю. Мифы и факты русской истории. От лихолетья Смуты до империи Петра / К. Ю. Резников. М.: Вече, 2012.
- Российская империя: От истоков до начала XIX в. Очерки социально-политической и экономической истории. М.: Русская панорама, 2011.
- Россия XVII века. Воспоминания иностранцев. Смоленск: Русич, 2003.
- Скрынников Р. Г. Россия в начале XVII в. «Смута» / Р. Г. Скрынников. М.: Мысль, 1988.
- Скрынников Р. Г. Крест и корона: Церковь и государство на Руси IX–XVII вв. / Р. Г. Скрынников. СПб.: Искусство-СПБ, 2000.
- Скрынников Р. Г. Три Лжедмитрия / Р. Г. Скрынников. М.: Астрель, 2003.

- Скрынников Р. Г. Михаил Романов / Р. Г. Скрынников. М.: АСТ, 2005.
- Скрынников Р. Г. Василий Шуйский / Р. Г. Скрынников. М.: АСТ, 2006.
- Скрынников Р. Г. Смутное время. Крушение царства / Р. Г. Скрынников. М.: АСТ, 2007.
- Скрынников Р. Г. Минин и Пожарский / Р. Г. Скрынников. М.: Молодая гвардия, 2011.
- Славянская энциклопедия. XVII век : в 2 т. М.: Олма-Пресс, 2004.
- Талина Г. В. Выбор пути: Русское самодержавие второй половины XVII – первой четверти XVIII в. / Г. В. Талина. М.: Русский Мирь, 2010.
- Ципоруха М. И. Покорение Сибири. От Ермака до Беринга / М. И. Ципоруха. М.: Вече, 2013.
- Черная Л. А. Русские в переломную эпоху: От Средневековья к Новому времени / Л. А. Черная. М.: Логос, 2012.

### ***Тема 7. Реформы Петра I и начало российской модернизации***

1. Россия на рубеже XVII–XVIII вв. Необходимость модернизации российского общества. Оценка личности и деятельности Петра I в исторической литературе.
2. Внешняя политика Петра I. Рождение Российской империи.
3. Экономическая и социальная политика первой четверти XVIII в.
4. Реформы органов государственной власти, управления и армии.
5. Европеизация и секуляризация русской культуры: результаты и последствия.

#### **Л и т е р а т у р а**

- Анисимов Е. В. Время петровских реформ / Е. В. Анисимов. Л.: Наука, 1989.
- Анисимов Е. В. Петр Великий. Личность и реформы / Е. В. Анисимов. СПб.: Питер, 2009.
- Анисимов Е. В. Императорская Россия / Е. В. Анисимов. СПб.: Питер, 2014.
- Буганов В. И. Петр Великий и его время / В. И. Буганов. М.: Наука, 1989.

- В борьбе за власть: страницы политической истории России XVIII века. Л.: Наука, 1988.
- История внешней политики России в XVIII веке. От Северной войны России до войн России против Наполеона. М.: Международные отношения, 1998.
- Каменский А. Б. От Петра I до Павла I. Реформы в России XVIII в.: опыт целостного анализа / А. Б. Каменский. М.: РГГУ, 1999.
- Курукин И. В. Романовы / И. В. Курукин. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Мавродин В. В. Рождение новой России / В. В. Мавродин. Л.: Изд-во ЛГУ, 1988.
- Медушевский А. Н. Утверждение абсолютизма в России / А. Н. Медушевский. М.: Наука, 1996.
- Миронов Б. Н. Социальная история России периода империи. XVIII – начало XX в.: генезис личности, демократической семьи, гражданского общества и правового государства : в 2 т. / Б. Н. Миронов. СПб.: Дмитрий Буланин, 2003.
- Молчанов Н. Н. Дипломатия Петра Первого / Н. Н. Молчанов. М.: Международные отношения, 1991.
- Очерки русской культуры XVIII века. М.: Изд-во МГУ, 1986–1990. Ч. I–IV.
- Павленко Н. И. Петр Первый / Н. И. Павленко. М.: Молодая гвардия, 2010.
- Резников К. Ю. Мифы и факты русской истории. От лихолетья Смуты до империи Петра / К. Ю. Резников. М.: Вече, 2012.
- Российская империя: От истоков до начала XIX в. Очерки социально-политической и экономической истории. М.: Русская панорама, 2011.
- Тарле Е. В. Северная война и шведское нашествие на Россию. Русский флот и внешняя политика Петра I / Е. В. Тарле. М.: АСТ; Астрель, 2011.
- Эйдельман Н. Я. Твой Восемнадцатый век / Н. Я. Эйдельман. М.: АСТ; Астрель, 2011.

### ***Тема 8. Российская империя в 1725–1801 гг.***

1. Историки о переменах на российском престоле: причины, суть, последствия.
2. «Эпоха дворцовых переворотов» (1725–1762 гг.).

### 3. Царствование Екатерины II:

а) социально-экономическое развитие России во 2-й половине XVIII в.;

б) «Просвещенный абсолютизм»: содержание, особенности, противоречия.

4. Российское государство в конце XVIII века. Павел I.

5. Внешняя политика России.

#### Л и т е р а т у р а

• Анисимов Е. В. Россия в XVIII – первой половине XIX вв. / Е. В. Анисимов, А. Б. Каменский. М.: Мирос, 1994.

• Анисимов Е. В. Дыба и кнут: политический сыск и русское общество в XVIII в. / Е. В. Анисимов. М.: Новое литературное обозрение, 1999.

• Анисимов Е. В. Женщины на российском престоле / Е. В. Анисимов.. М.: Норинт, 2002.

• Анисимов Е. В. Афродита у власти. Царствование Елизаветы Петровны / Е. В. Анисимов. М.: АСТ; Астрель, 2010.

• Анисимов Е. В. Куда ж нам плыть? Россия после Петра Великого / Е. В. Анисимов. М.: АСТ; Астрель, 2010.

• Анисимов Е. В. Императорская Россия / Е. В. Анисимов. СПб.: Питер, 2014.

• Анисимов Е. В. Толпа героев XVIII века / Е. В. Анисимов. М.: Астрель, 2013.

• Брикнер А. Г. Екатерина II Великая. Ее жизнь и царствование / А. Г. Брикнер. М.: Эксмо, 2009.

• Валишевский К. Елизавета Петровна. Дочь Петра Великого / К. Валишевский. М.: Терра-Книжный клуб, 2003.

• Дашкова Е. Р. Записки / Е. Р. Дашкова. М.: Азбука, 2011.

• Елисеева О. И. Екатерина Великая / О. И. Елисеева. М.: Молодая гвардия, 2013.

• Записки императрицы Екатерины II. М.: Внешберика, 1990.

• История внешней политики России в XVIII веке. От Северной войны России до войн России против Наполеона. М.: Международные отношения, 1998.

• Каменский А. Б. Под сенью Екатерины II / А. Б. Каменский. СПб.: Питер, 1992.

- Каменский А. Б. От Петра I до Павла I. Реформы в России XVIII в.: опыт целостного анализа / А. Б. Каменский. М.: РГГУ, 1999.
- Каменский А. Б. Российская империя в XVIII в.: традиции и модернизация / А. Б. Каменский. М.: Новое литературное обозрение, 1999.
- Ключевский В. О. Курс русской истории : соч. в 9 т. / В. О. Ключевский. М.: Мысль, 1990. Т. V.
- Курукин И. В. История России. XVIII век / И. В. Курукин. М.: Дрофа, 2010.
- Курукин И. В. Романовы / И. В. Курукин. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Лотман Ю. М. Беседы о русской культуре. Быт и традиции русского дворянства (XVIII – начало XIX в.) / Ю. М. Лотман. СПб.: Искусство-СПб, 2008.
- Милюков П. Н. Очерки по истории русской культуры / П. Н. Милюков. М.: Прогресс, 1993. Т. I.
- Миронов Б. Н. Социальная история России периода империи. XVIII – начало XX в.: генезис личности, демократической семьи, гражданского общества и правового государства : в 2 т. / Б. Н. Миронов. СПб.: Дмитрий Буланин, 2003.
- Павленко Н. И. Вокруг трона / Н. И. Павленко. М.: Мысль, 1999.
- Павленко Н. И. Екатерина Великая / Н. И. Павленко. М.: Молодая гвардия, 2003.
- Павленко Н. И. Елизавета Петровна / Н. И. Павленко. М.: Авнтa+; Астрель, 2008.
- Павленко Н. И. Екатерина I / Н. И. Павленко. М.: Молодая гвардия, 2009.
- Павленко Н. И. Столетие безумно и мудро / Н. И. Павленко. М.: Дрофа, 2010.
- Российская империя: От истоков до начала XIX в. Очерки социально-политической и экономической истории. М.: Русская панорама, 2011.
- Эйдельман Н. Я. Грань веков / Н. Я. Эйдельман. М.: Вагриус, 2004.
- Эйдельман Н. Я. Твой Восемнадцатый век / Н. Я. Эйдельман. М.: АСТ; Астрель, 2011.

## *Тема 9. Самодержавие и реформы в России в первой половине XIX в.*

1. Александр I: реформаторские замыслы и проблемы их осуществления
2. Внешняя политика в первой четверти XIX в.
3. Внутренняя и внешняя политика императора Николая I.
4. Культура и общественная жизнь России в первой половине XIX в. Зарождение оппозиционного движения.

### *Л и т е р а т у р а*

- Анисимов Е. В. Россия в XVIII – первой половине XIX вв. / Е. В. Анисимов, А. Б. Каменский. М.: Мирос, 1994.
- Анисимов Е. В. Императорская Россия / Е. В. Анисимов. СПб.: Питер, 2014.
- Аникин А. В. Путь исканий: социально-экономические идеи в России до марксизма / А. В. Аникин. М.: Политиздат, 1990.
- Архангельский А. Н. Александр I / А. Н. Архангельский. М.: Молодая гвардия, 2006.
- Безотосный В. М. Наполеоновские войны / В. М. Безотосный. М.: Вече, 2010.
- Безотосный В. М. Россия и Европа в эпоху 1812 года. Стратегия и геополитика / В. М. Безотосный. М.: Вече, 2012.
- Боханов А. Н. Николай I / А. Н. Боханов. М.: Вече, 2008.
- Валлотон А. Александр I / А. Валлотон. М.: Прогресс, 1991.
- Выскочков Л. В. Николай I / Л. В. Выскочков. М.: Молодая гвардия, 2006.
- Гордин Я. А. Мятеж реформаторов: Трагедия мятежа 14 декабря 1825. Кн. 2 / Я. А. Гордин. СПб.: Издательство Пушкинского фонда, 2006.
- Данилов А. Г. Альтернативы в истории России: миф или реальность (XIV–XIX вв.) / А. Г. Данилов. Ростов н/Д: Феникс, 2007.
- Дженкинс М. Аракчеев. Реформатор-реакционер / М. Дженкинс. М.: Центрполиграф, 2004.
- История внешней политики России. Первая половина XIX в. М.: Международные отношения, 1999.
- Колесникова В. С. Николай I. Лики масок государя: Психологические этюды / В. С. Колесникова. М.: ЗАО ОЛМА Медиа Групп, 2008.

- Курукин И. В. Романовы / И. В. Курукин. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Кюстин А. Николаевская Россия / А. Кюстин. М.: АСТ, 2008.
- Леонтович В. В. История либерализма в России (1762–1914) / В. В. Леонтович. М.: Русский путь, 1995.
- Ляшенко Л. М. Декабристы. Новый взгляд / Л. М. Ляшенко. М.: АСТ-пресс книга, 2013.
- Ляшенко Л. М. Николай I. Случайный император / Л. М. Ляшенко. М.: АСТ-пресс книга, 2013.
- Миронов Б. Н. Социальная история России периода империи. XVIII – начало XX в.: генезис личности, демократической семьи, гражданского общества и правового государства : в 2 т. / Б. Н. Миронов. СПб.: Дмитрий Буланин, 2003.
- Миронов Г. Е. История государства Российского: Историко-библиографические очерки. XIX век / Г. Е. Миронов. М.: Книжная палата, 1995.
- Мироненко С. В. Самодержавие и реформы. Политическая борьба в России в начале XIX в. / С. В. Мироненко. М.: Наука, 1989.
- Нечкина М. В. Декабристы / М. В. Нечкина. М.: Наука, 1984.
- Олейников Д. И. Николай I / Д. И. Олейников. М. : Молодая гвардия, 2012.
- Пресняков А. Е. Российские самодержцы / А. Е. Пресняков. М.: Книга, 1990.
- Революционеры и либералы в России. М.: Наука, 1990.
- Романов Н. М. Император Александр I. Биография / Н. М. Романов. М.: Захаров, 2010.
- Российские самодержцы 1801–1917 гг. М.: Международные отношения, 1993.
- Российский либерализм середины XVIII – начала XX в. / Под ред. В. В. Шелохаева. М.: РОССПЭН, 2010.
- Русский консерватизм середины XVIII – начала XX в. / Под ред. В. В. Шелохаева. М.: РОССПЭН, 2010.
- Тарасов Б. Ю. Россия крепостная / Б. Ю. Тарасов. М.: Вече, 2011.
- Тарле Е. В. Крымская война : в 2 т. / Е. В. Тарле. СПб.: Наука, 2011.
- Тарле Е. В. 1812. Год русской славы / Е. В. Тарле. М.: Эксмо, 2012.

- Томсинов В. А. Светило российской бюрократии. Исторический портрет М. М. Сперанского / В. А. Томсинов. М.: Зерцало-М, 2012.
- Томсинов В. А. Временщик. Исторический портрет А. А. Аракчеева / В. А. Томсинов. М.: Зерцало-М, 2012.
- Троицкий Н. А. Фельдмаршал Кутузов: мифы и факты / Н. А. Троицкий. М.: Центрполиграф, 2003.
- Федоров В. А. М. М. Сперанский и А. А. Аракчеев / В. А. Федоров. М.: Высшая школа, 1997.
- Хартли Дж. Александр I / Дж. Хартли. Ростов н/Д: Феникс, 1998.
- Цветков С. В. Александр I (1777–1825) / С. В. Цветков. М.: Центрполиграф, 2001.
- Шеин И. А. Война 1812 года в отечественной историографии / И. А. Шеин. М.: Научно-политическая книга, 2013.
- Шепелев Л. Е. Аппарат власти в России: Эпоха Александра I и Николая I / Л. Е. Шепелев. СПб.: Искусство-СПб, 2007.
- Шильдер Н. К. Император Александр I. Его жизнь и царствование / Н. К. Шильдер. М.: Эксмо, 2008.
- Чаадаев П. Я. Полное собрание сочинений и избранные письма : в 2 т. / П. Я. Чаадаев. М.: Наука, 1991.
- Эйдельман Н. Я. Грань веков / Н. Я. Эйдельман. М.: Вагриус, 2004.
- Эйдельман Н. Я. Твой Деятнадцатый век / Н. Я. Эйдельман. М.: АСТ; Астрель, 2010.
- Эпоха 1812 года в судьбах России и Европы. М. : ИРИ РАН, 2013.

***Тема 10. Реформы и контрреформы в России во второй половине XIX в. Проблемы и противоречия раннебуржуазной модернизации***

1. Оценка деятельности Александра II и преобразований в России во второй половине XIX в. в отечественной историографии.
2. Отмена крепостного права и ее влияние на социально-экономическое развитие страны.
3. Либерально-буржуазные реформы 60–70-х гг. XIX в. и их последствия.

4. «Контрреформы» Александра III: корректировка реформаторского курса.

5. Общественно-политические движения (консервативный, либеральный, революционный лагерь).

6. Внешняя политика России во второй половине XIX в.

#### Л и т е р а т у р а

• Александр II. Трагедия реформатора. Люди в судьбах реформ, Реформы в судьбах людей. СПб.: Изд-во Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2012.

• Аникин А. В. Путь исканий: социально-экономические идеи в России до марксизма / А. В. Аникин. М.: Политиздат, 1990.

• Анисимов Е. В. Императорская Россия / Е. В. Анисимов. СПб.: Питер, 2014.

• Боханов А. Н. Император Александр III / А. Н. Боханов. М.: Вече, 2007.

• Великие реформы в России (1856–1874). М.: Наука, 1992.

• Захарова Л. Г. Самодержавие и реформы в России (К вопросу о выборе пути развития) / Л. Г. Захарова. М.: Мысль, 1989.

• Захарова Л. Г. Александр II и отмена крепостного права в России / Л. Г. Захарова. М.: РОССПЭН, 2011.

• Ильин В. В. Реформы и контрреформы в России: циклы модернизационного процесса / В. В. Ильин, А. С. Панарин, А. С. Ахиезер. М.: Изд-во МГУ, 1996.

• История внешней политики России. Вторая половина XIX века. От Парижского мира 1856 г. до русско-французского союза. М.: Международные отношения, 1999.

• Константин Петрович Победоносцев: мыслитель, ученый, человек. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007.

• Курукин И. В. Романовы / И. В. Курукин. М.: Молодая гвардия, 2012.

• Леонтович В. В. История либерализма в России (1762–1914) / В. В. Леонтович. М.: Русский путь, 1995.

• Литвак Б. Г. Переворот 1861 г. в России: почему не реализовалась реформаторская альтернатива / Б. Г. Литвак. М.: Политиздат, 1991.

• Ляшенко Л. М. Александр II. Победа и трагедия / Л. М. Ляшенко. М.: АСТ-Пресс Книга, 2011.

- Медушевский А. Н. Проекты аграрных реформ в России (XVIII – начало XXI вв.) / А. Н. Медушевский. М.: Наука, 2005.
- Миронов Б. Н. Социальная история России периода империи. XVIII – начало XX вв.: генезис личности, демократической семьи, гражданского общества и правового государства : в 2 т. / Б. Н. Миронов. СПб.: Дмитрий Буланин, 2003.
- Пантин И. К. Революционная традиция в России / И. К. Пантин, Е. Г. Плимак, В. Г. Хорос. М.: Мысль, 1986.
- Полунов А. Ю. К. П. Победоносцев в общественно-политической и духовной жизни России / А. Ю. Полунов. М.: РОССПЭН, 2010.
- Российский либерализм. Идеи и люди. М.: Новое издательство, 2007.
- Российский либерализм середины XVIII – начала XX в. / Под ред. В. В. Шелохаева. М.: РОССПЭН, 2010.
- Русский консерватизм середины XVIII – начала XX в. / Под ред. В. В. Шелохаева. М.: РОССПЭН, 2010.
- Русский консерватизм XIX столетия: идеология и практика / под ред. В. Я. Гросула. М.: Наука, 2000.
- Татищев С. С. Император Александр II. Его жизнь и царствование / С. С. Татищев. М.: АСТ, 2006.
- Эйдельман Н. Я. «Революция сверху» в России / Н. Я. Эйдельман. М.: Книга, 1989.

### ***Тема 11. Российская империя на рубеже XIX–XX вв.***

1. Проблемы российской модернизации на рубеже XIX–XX вв. Программа индустриализации С. Ю. Витте.
2. Революция 1905–1907 гг. в России: причины, характер, движущие силы, особенности, результаты.
3. Становление многопартийности и парламентаризма в России.
4. Реформаторский курс правительства П. А. Столыпина.
5. Внешняя политика России на рубеже XIX–XX вв.

#### **Л и т е р а т у р а**

- Аврех А. Я. Столыпин и судьба реформ в России / А. Я. Аврех. М.: Политиздат, 1991.
- Ананьич Б. В. Сергей Юльевич Витте и его время / Б. В. Ананьич, Р. Ш. Ганелин. СПб.: Изд-во «Дмитрий Буланин», 2000.

- Ананьич Б. В. Банкирские дома в России 1860–1914 гг.: Очерки истории частного предпринимательства / Б. В. Ананьич. М.: РОССПЭН, 2006.
- Анисимов Е. В. Императорская Россия / Е. В. Анисимов. СПб.: Питер, 2014.
- Бескровный Л. Г. Армия и флот России в начале XX в. Очерки военно-экономического потенциала / Л. Г. Бескровный. М.: Наука, 1986.
- Витте С. Ю. Воспоминания : в 3 т. / С. Ю. Витте. СПб.: Изд-во «Дмитрий Буланин», 2003.
- Зырянов П. Н. Петр Столыпин: политический портрет / П. Н. Зырянов. М.: Высшая школа, 1992.
- Игнатъев А. В. С. Ю. Витте – дипломат / А. В. Игнатъев. М.: Международные отношения, 1989.
- Ильин С. В. Витте / С. В. Ильин. 2-е изд. М.: Молодая гвардия, 2012.
- История политических партий в России / под ред. А. И. Зевелева. М.: Наука, 1994.
- Корелин А. П. С. Ю. Витте: финансист, политик, дипломат / А. П. Корелин, О. А. Степанов. М.: Терра, 1998.
- Курукин И. В. Романовы / И. В. Курукин. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Малышева О. Г. Думская монархия: рождение, становление, крах / О. Г. Малышева. М.: Наука, 2001.
- Медушевский А. Н. Проекты аграрных реформ в России (XVIII – начало XXI вв.) / А. Н. Медушевский. М.: Наука, 2005.
- Медушевский А. Н. Диалог со временем. Российские конституционалисты конца XIX – начала XX вв. / А. Н. Медушевский. М.: Новый хронограф, 2010.
- Миронов Б. Н. Социальная история России периода империи. XVIII – начало XX в.: генезис личности, демократической семьи, гражданского общества и правового государства: в 2 т. / Б. Н. Миронов. СПб.: Дмитрий Буланин, 2003.
- Милюков П. Н. Воспоминания / П. Н. Милюков. М.: Политиздат, 1991.
- Николай II. Воспоминания, дневники. М.: Издательство Пушкинского фонда, 1994.
- Николай II. Дневник. М.: Захаров, 2007.

- Ольденбург С. С. Царствование Николая II / С. С. Ольденбург. М.: АСТ; Астрель, 2008.
- Опыт российских модернизаций XVIII–XX вв. М.: Наука, 2000.
- Пайпс Р. Россия при старом режиме / Р. Пайпс. М.: Захаров, 2012.
- Палеолог М. Царская Россия накануне революции / М. Палеолог. М.: Терра, 1996.
- Первая революция в России. Взгляд через столетие / отв. ред. С. В. Тютюкин. М.: Памятники исторической мысли, 2005.
- Политические партии России в контексте ее истории. Ростов н/Д: Феникс, 1998.
- Политические партии в России: история и современность. М.: Наука, 2000.
- Российский либерализм середины XVIII – начала XX в. / Под ред. В. А. Шелохаева. М.: РОССПЭН, 2010.
- Русский консерватизм середины XVIII – начала XX в. / Под ред. В. А. Шелохаева. М.: РОССПЭН, 2010.
- Рутыч Н. Н. Думская монархия / Н. Н. Рутыч. СПб.: Логос, 1996.
- Рыбас С. Ю. Столыпин / С. Ю. Рыбас. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Рыбаченок И. С. Закат великой державы. Внешняя политика России на рубеже XIX–XX вв.: цели, задачи и методы / И. С. Рыбаченок. М.: РОССПЭН, 2012.
- Столыпин П. А. глазами современников. М.: РОССПЭН, 2008.
- Столыпин П. А. «Нам нужна Великая Россия». Самые знаменитые речи и письма. М.: АСТ, 2013.
- Шацилло В. К. Русско-японская война. 1904–1905. Факты. Документы / В. К. Шацилло, Л. А. Шацилло. М.: Молодая гвардия, 2004.

## ***Тема 12. Россия в годы Первой мировой войны и революционных потрясений***

1. Историки о событиях в России в 1914–1918 гг.
2. Участие России в Первой мировой войне (1914–1918 гг.): причины, характер, итоги.
3. Внутренняя ситуация в стране в годы войны: нарастание общенационального кризиса.

4. 1917 год: от Февраля к Октябрю. Революционные события и проблемы власти. Смена политических режимов.

5. Первые мероприятия советской власти и формирование новой политической системы (октябрь 1917 – первая половина 1918 гг.).

#### Л и т е р а т у р а

• 1917 год в судьбах России и мира. Февральская революция: от новых источников к новому осмыслению. М.: Наука, 1997.

• 1917. Разложение армии. М.: Вече, 2010.

• Аврех А. Я. Царизм накануне свержения / А. Я. Аврех. М.: Наука, 1989.

• Айрапетов О. Р. Участие Российской империи в Первой мировой войне (1914–1917). Т. 1. 1914 год. Начало / О. Р. Айрапетов. М.: ИД КДУ, 2014.

• Айрапетов О. Р. Участие Российской империи в Первой мировой войне (1914–1917). Т. 2. 1915 год. Апогей / О. Р. Айрапетов. М.: ИД КДУ, 2014.

• Бондаренко В. В. Герои Первой мировой / В. В. Бондаренко. М.: Молодая гвардия, 2013.

• Брусилов А. А. Мои воспоминания. Брусиловский прорыв / А. А. Брусилов. М.: Эксмо, 2013.

• Булдаков В. П. Красная Смута. Природа и последствия революционного насилия / В. П. Булдаков. М.: РОССПЭН, 2010.

• Верт Н. 1917. Россия в революции / Н. Верт. М.: АСТ; Астрель, 2003.

• Деникин А. И. Очерки русской смуты : в 3 кн. / А. И. Деникин. М.: Айрис-пресс, 2013.

• Зайончковский А. М. Первая мировая война / А. М. Зайончковский. СПб.: Полигон, 2000.

• Залесский К. А. Первая мировая война : энциклопедия / К. А. Залесский. М.: ФИВ, 2014. Ч. 1–2.

• Иоффе Г. З. Семнадцатый год: Ленин, Керенский, Корнилов / Г. З. Иоффе. М.: Наука, 1995.

• Иоффе Г. З. Революция и семья Романовых / Г. З. Иоффе. М.: Эксмо, 2012.

• Красильщиков В. А. Вдогонку за прошедшим веком. Развитие России в XX веке с точки зрения мировых модернизаций / В. А. Красильщиков. М.: РОССПЭН, 1998.

- Любош С. И. Последние Романовы / С. И. Любош. М.: АСТ; СПб.: Полигон; Минск: Харвест, 2007.
- Милюков П. Н. Воспоминания / П. Н. Милюков. М.: Политиздат, 1991.
- Мировые войны XX века. Кн. 1, 2: Первая мировая война. М.: Наука, 2002.
- Нарский И. В. Жизнь в катастрофе. Будни населения Урала в 1917–1922 гг. / И. В. Нарский. М.: РОССПЭН, 2001.
- Оськин М. В. История Первой мировой войны / М. В. Оськин. М.: Вече, 2014.
- Первая Мировая война: дискуссионные проблемы истории. М.: Наука, 1994.
- Первая Мировая война: пролог XX века. М.: Наука, 1998.
- Поршнева О. С. Крестьяне, рабочие и солдаты России накануне и в годы Первой Мировой войны / О. С. Поршнева. М.: РОССПЭН, 2004.
- Последняя война императорской России. М.: Наука, 2006.
- Рабинович А. Революция 1917 г. в Петрограде. Большевики приходят к власти / А. Рабинович. М.: Весь мир, 2003.
- Революция и человек: Социально-психологический аспект. М.: ИРИ РАН, 1996.
- Революция и человек: Быт, нравы, поведение, мораль. М.: ИРИ РАН, 1997.
- Россия и Первая мировая война. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999.
- Сенявская Е. С. Психология войны в XX веке: исторический опыт России / Е. С. Сенявская. М.: РОССПЭН, 1999.
- Тютюкин С. В. Александр Керенский: Страницы политической биографии (1905–1917гг.) / С. В. Тютюкин. М.: РОССПЭН, 2012.
- Уткин А. И. Первая мировая война / А. И. Уткин. М.: Эксмо, 2002.
- Шацилло В. К. Последняя война царской России / В. К. Шацилло. М.: Эксмо; Яуза, 2010.
- Яковлев Н. А. 1 августа 1914 года / Н. А. Яковлев. М.: Эксмо; Алгоритм, 2002.

### **Тема 13. Советское государство в 1918–1920-е гг.**

1. Гражданская война в России и первое десятилетие Советской власти: проблемы историографии.

2. Гражданская война в России:

а) причины, этапы, социальная база белого и красного движений;

б) экономическая политика двух лагерей;

в) итоги Гражданской войны и ее последствия для страны.

3. Кризис 1921 г. Новая экономическая политика: цели, направления, результаты.

4. Образование СССР.

5. Внешняя политика Советского государства в 1920-е гг.

#### **Л и т е р а т у р а**

• Байбаков С. А. История образования СССР: итоги и перспективы изучения / С. А. Байбаков. М.: Наука, 1997.

• Белая армия. Белое дело. Исторический альманах / под ред. Н. И. Дмитриева. Екатеринбург, 1996–2013. Вып. 1–21.

• Бортневский В. Г. Белое дело: люди и события / В. Г. Бортневский. СПб.: Независимая гуманитарная академия, 1993.

• Вдовин А. И. Русские в XX веке. Трагедии и триумфы великого народа / А. И. Вдовин. М.: Вече, 2013.

• Власть и реформы: от самодержавной к советской России. СПб.: Дмитрий Буланин, 1996.

• Военная история Гражданской войны 1918–1920 гг. в России. М.: Евролинц, 2004.

• Виноградов С. В. НЭП: опыт создания многоукладной экономики / С. В. Виноградов. М.: ИРИ РАН, 1996.

• Вишневский А. Г. Серп и рубль. Консервативная модернизация в СССР / А. Г. Вишневский. М.: ОГИ, 1998.

• Гимпельсон Е. Г. Формирование советской политической системы (1917–1923 гг.) / Е. Г. Гимпельсон. М.: Наука, 1995.

• Гимпельсон Е. Г. НЭП и советская политическая система. 1920-е годы / Е. Г. Гимпельсон. М.: ИРИ РАН, 2000.

• Голос народа. Письма и отклики рядовых советских граждан о событиях 1918–1932 гг. М.: РОССПЭН, 1998.

• Гражданская война в России: перекресток мнений. М.: Наука, 1994.

- Гросул В. Я. Образование СССР (1917–1924 гг.) / В. Я. Гросул. М.: ИТРК, 2012.
- Деникин А. И. Очерки русской смуты : в 3 кн. / А. И. Деникин. М.: Айрис-пресс, 2013.
- Емельянов Ю. В. Сталин: путь к власти / Ю. В. Емельянов. М.: Вече, 2003.
- Кара-Мурза С. Г. Советская цивилизация / С. Г. Кара-Мурза. М.: Эксмо, 2011.
- Красильщиков В. А. Вдогонку за прошедшим веком. Развитие России в XX веке с точки зрения мировых модернизаций / В. А. Красильщиков. М.: РОССПЭН, 1998.
- Никулин В. В. Власть и общество в 1920-е гг. Политический режим в период НЭПа. Становление и функционирование (1921–1929 гг.) / В. В. Никулин. СПб.: Нестор, 1997.
- НЭП: приобретения и потери. М.: Наука, 1994.
- НЭП: экономические, политические и социокультурные аспекты. М.: РОССПЭН, 2006.
- Павлюченков С. А. Крестьянский Брест или Предыстория большевистского НЭПа / С. А. Павлюченков. М.: Русское книгоизд. т-во, 1996.
- Павлюченков С. А. «Орден меченосцев»: партия и власть после революции. 1917–1929 / С. А. Павлюченков. М.: Собрание, 2008.
- Пайпс Р. Россия при большевиках / Р. Пайпс. М.: РОССПЭН, 1997.
- Россия нэповская. М.: Новый хронограф, 2002.
- Шишкин В. А. Власть. Политика. Экономика. Послереволюционная Россия (1917–1928) / В. А. Шишкин. М.: ИРИ РАН, 1997.

#### ***Тема 14. СССР в 1930-е гг. Сталинская модернизация***

1. Мнения историков о развитии советского общества и государства в 1930-е гг.
2. Форсирование социально-экономических преобразований в СССР:
  - а) индустриализация страны: необходимость, источники, методы, итоги;
  - б) коллективизация сельского хозяйства;
  - в) формирование и упрочение административно-бюрократической системы.

3. Политическая система СССР в 1930-е годы. Завершение «культурной революции».

4. Внешняя политика СССР в 1930-е гг.

#### Л и т е р а т у р а

• Восленский М. С. Номенклатурно-господствующий класс Советского Союза / М. С. Восленский. М.: Советская Россия; Октябрь, 1990.

• Галин В. В. Ответный сталинский удар / В. В. Галин. М.: Алгоритм, 2008.

• Грамов Е. С. Сталин: искусство и власть / Е. С. Грамов. М.: Эксмо; Алгоритм, 2003.

• Зеленин И. Е. Сталинская «революция сверху» после «великого перелома». 1930 – 1939: Политика, осуществление, результаты / И. Е. Зеленин. М.: Наука, 2006.

• Капченко И. И. Политическая биография Сталина : в 2 т. / И. И. Капченко Тверь: Северная корона, 2004–2006.

• Кара-Мурза С. Г. Советская цивилизация / С. Г. Кара-Мурза. М.: Эксмо, 2011.

• Кондрашин В. В. Голод 1932–1933 годов: трагедия российской деревни / В. В. Кондрашин. М.: РОССПЭН, 2008.

• Конквест Р. Большой террор : в 2 кн. / Р. Конквест. Рига: Ракстниекс, 1991.

• Красильщиков В. А. Вдогонку за прошедшим веком. Развитие России в XX веке с точки зрения мировых модернизаций / В. А. Красильщиков. М.: РОССПЭН, 1998.

• Осокина Е. А. За фасадом сталинского изобилия / Е. А. Осокина. М.: РОССПЭН, 1999.

• Соколов Б. В. Сталин: власть и кровь / Б. В. Соколов. М.: АСТ-Пресс книга, 2006.

• Суходеев В. Эпоха Сталина: события и люди / В. Суходеев. М.: Алгоритм, 2004.

• Чемоданов И. В. Была ли в России альтернатива насильственной коллективизации? / И. В. Чемоданов // Вопросы истории. 2006. № 2.

• Фицпатрик Ш. Повседневный сталинизм. Социальная история советской России в 30-е гг. / Ш. Фицпатрик. 2-е изд. М.: РОССПЭН, 2008.

- Хлевнюк О. В. Политбюро. Механизмы политической власти в 30-е годы / О. В. Хлевнюк. М.: РОССПЭН, 1996.
- Черушев Н. С. 1937 год: элита Красной армии на Голгофе / Н. С. Черушев. М.: Вече, 2005.

### ***Тема 15. СССР во Второй мировой войне и первые послевоенные годы (1939–1953)***

1. Мнения историков о роли СССР накануне и во время Второй Мировой войны.

2. Причины Второй Мировой войны. Инициаторы развязывания глобального конфликта.

3. СССР накануне и в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.:

- а) подготовка страны к войне, план «Барбаросса», этапы войны;
- б) крупнейшие сражения, партизанское движение, работа тыла;
- в) итоги и уроки войны, цена Великой победы.

4. Социально-экономическое и общественно-политическое развитие СССР в 1946–1953 гг.:

- а) восстановление хозяйства страны;
- б) ужесточение политического режима, «Апогей сталинизма»;
- в) внешняя политика в первые послевоенные годы.

#### **Л и т е р а т у р а**

- Великая Отечественная катастрофа. Трагедия 1941 г. : сборник статей / сост. А. Д. Кошелев. М.: Эксмо, 2007.

- Великая Отечественная без грифа секретности. Книга потерь. М. : Вече, 2014.

- Вдовин А. И. Русские в XX веке. Трагедии и триумфы великого народа / А. И. Вдовин. М.: Вече, 2013.

- Война 1939–1945: два подхода : сборник статей. М.: РГГУ, 1995. Ч.1.

- Вторая Мировая война: дискуссии, основные тенденции, результаты исследований. М.: Весь мир, 1997.

- Городецкий Г. Миф «Ледокола» / Г. Городецкий. М.: Прогресс-Академия, 1995.

- Горьков Ю. А. Государственный комитет обороны постановляет (1941–1945 гг.) / Ю. А. Горьков. М.: ОЛМА-Пресс, 2002.

- Емельянов Ю. В. Сталин. На вершине власти / Ю. В. Емельянов. М.: Вече, 2007.
- История Отечества: люди, идеи, решения. Очерки истории Советского государства. М.: Политиздат, 1991.
- Киличенков А. А. Краткий курс Великой Отечественной войны / А. А. Киличенков. М.: Яуза; Эксмо, 2008.
- Ковалев Б. Н. Нацистская оккупация и коллаборационизм в России: 1941–1944 / Б. Н. Ковалев. М.: АСТ, 2004.
- Кульков Е. Н. Война 1941–1945. Факты и документы / Е. Н. Кульков, М. Ю. Мягков, О. А. Ржешевский. М.: Олма-Пресс, 2011.
- Литвиненко В. В. Цена войны. Людские потери на советско-германском фронте. М.: Вече, 2014.
- Мельтюхов М. И. Упущенный шанс Сталина: Советский Союз в борьбе за Европу (1939–1941) / М. И. Мельтюхов. М.: Вече, 2000.
- Мировые войны XX века. Кн. 3, 4: Вторая мировая война. М.: Наука, 2002.
- Нарочницкая Н. А. Великие войны XX столетия. За что и с кем мы воевали / Н. А. Нарочницкая. М.: Русская панорама, 2012.
- Орлов А. Б. Сталин в преддверии войны / А. Б. Орлов. М.: Эксмо; Алгоритм, 2003.
- Пронько В. А. Сражения историков на фронтах Второй мировой и Великой Отечественной войн (1939–1945 гг.) / В. А. Пронько. М.: Дашков и К, 2010.
- Россия: XX век: документы и материалы. М.: Высшая школа, 2004. Ч. I–II.
- Сенявская Е. С. История войн России XX века в человеческом измерении: проблемы военно-исторической антропологии и психологии / Е. С. Сенявская. М.: РГГУ, 2012.
- Смирнов В. П. Краткая история Второй Мировой войны / В. П. Смирнов. М.: Весь мир, 2005.
- Соколов Б. В. Тайны Второй Мировой войны / Б. В. Соколов. М.: Вече, 2001.
- Соколов Б. В. Все мифы о Второй мировой. «Неизвестная война» / Б. В. Соколов. М.: Яуза-Пресс, 2013.
- Сперанский А. В. На войне как на войне... Свердловская область в 1941–1945 гг. / А. В. Сперанский. Екатеринбург : Сократ, 2012.

- Сталин И. В. О Великой Отечественной войне Советского Союза / И. В. Сталин. СПб.: Питер, 2010.
- Уткин А. И. Вторая мировая война / А. И. Уткин. М.: Эксмо, 2005.
- Черепанов В. В. Власть и война. Сталинский механизм государственного управления в Великой Отечественной войне / В. В. Черепанов. М.: Известия, 2006.
- Эренбург И. Г. Война 1941–1945. Очерки / И. Г. Эренбург. М.: КРПА-Олимп; АСТ; Астрель, 2004.

***Тема 16. СССР в период руководства Н. С. Хрущева (1953–1964 гг.)***

1. Оценка периода в историографии.
2. Перемены в жизни советского общества; XX съезд КПСС и начало десталинизации, «оттепель» в политической и культурной сферах.
3. Успехи и противоречия социально-экономического развития.
4. Внешняя политика руководства Н. С. Хрущева:
  - а) отношения с капиталистическими странами;
  - б) отношения с социалистическими странами и странами «третьего мира».

**Л и т е р а т у р а**

- Арбатов Г. А. Свидетельство современника. Затянувшееся выздоровление (1953–1985 гг.) / Г. А. Арбатов. М.: Международные отношения, 1991.
- Бурлацкий Ф. М. Вожди и советники / Ф. М. Бурлацкий. М.: Политиздат, 1990.
- Вайль П. 60-е. Мир советского человека / П. Вайль, А. Генис. М.: АСТ, Corpus, 2013.
- Волкогонов Д. А. Семь вождей : в 2 кн. / Д. А. Волкогонов. М.: АСТ; Новости, 1998.
- Емельянов Ю. В. Хрущев. От пастуха до секретаря ЦК / Ю. В. Емельянов. М.: Вече, 2005.
- Емельянов Ю. В. Хрущев. Смутьян в Кремле / Ю. В. Емельянов. М.: Вече, 2005.
- Зубкова Е. Ю. Общество и реформы. 1945–1964 гг. / Е. Ю. Зубкова. М.: Россия молодая, 1993.

- Зубкова Е. Ю. Послевоенное советское общество: политика и повседневность, 1945–1953 / Е. Ю. Зубкова. М.: РОССПЭН, 1999.
- Кара-Мурза С. Г. Советская цивилизация / С. Г. Кара-Мурза. М.: Эксмо, 2011.
- Мальков В. Л. Россия и США в XX веке. Очерки истории межгосударственных отношений и дипломатии в социокультурном контексте / В. Л. Мальков. М.: Наука, 2009.
- Медведев Р. А. Н. С. Хрущев. Политическая биография / Р. А. Медведев. М.: ИД Книга, 1990.
- Медведев Р. А. Окружение Сталина / Р. А. Медведев. М.: Молодая гвардия, 2010.
- Пихоя Р. Г. Советский Союз: история власти. 1945–1991 / Р. Г. Пихоя. 2-е изд., доп. Новосибирск: Сибирский хронограф, 2000.
- Пихоя Р. Г. Москва. Кремль. Власть. Сорок лет после войны: 1945–1985 / Р. Г. Пихоя. М.: АСТ, 2007.
- Таубман У. Хрущев / У. Таубман. М.: Молодая гвардия, 2008.
- Хрущев Н. С. Воспоминания / Н. С. Хрущев. М.: Московские новости, 1999.
- Хрущев С. Н. Никита Хрущев: Кризисы и ракеты / С. Н. Хрущев. М.: Новости, 1994.

### ***Тема 17. СССР в 1964–1991 гг.***

1. СССР в середине 1960-х – начале 1980-х гг.:

- а) общественно-политическое развитие советской страны в период руководства Л. И. Брежнева;
- б) экономика СССР во второй половине 1960-х – начале 1980-х гг.: от реформ к стагнации;
- в) внешняя политика: от «разрядки» к новому витку напряженности;
- г) СССР в период руководства Ю. В. Андропова и К. У. Черненко (ноябрь 1982 – март 1985 гг.).

2. Советский союз на этапе выбора пути развития (1985–1991 гг.):

- а) концепция «Нового политического мышления» и ее претворение в жизнь;
- б) экономические преобразования: от политики «Ускорения» к политике «Перестройки»;
- в) попытки реформирования политической систем, крах советской государственности и ликвидация СССР;
- г) внешняя политика в годы «Перестройки».

## Л и т е р а т у р а

- Барсенков А. С. Введение в современную российскую историю. 1985–1991 / А. С. Барсенков. М.: Аспект Пресс, 2002.
- Боффа Дж. От СССР к России. История неоконченного кризиса 1964–1994 / Дж. Боффа. М.: Международные отношения, 1996.
- Бурлацкий Ф. М. Вожди и советники / Ф. М. Бурлацкий. М.: Политиздат, 1990.
- Вайль П. 60-е. Мир советского человека / П. Вайль, А. Генис. М.: АСТ, Corpus, 2013.
- Вдовин А. И. Русские в XX веке. Трагедии и триумфы великого народа / А. И. Вдовин. М.: Вече, 2013.
- Верт Н. История Советского государства / Н. Верт. 3-е изд. М.: Весь мир, 2006.
- Выбор пути: история России. 1939–2000 / отв. ред. А. Т. Тертышный. Екатеринбург: УрГЭУ, 2001.
- Громыко А. А. Памятное / А. А. Громыко. М.: Политиздат, 1990. Т. II.
- История Отечества: люди, идеи, решения. М.: Политиздат, 1991. Т. II.
- Кара-Мурза С. Г. Советская цивилизация / С. Г. Кара-Мурза. М.: Эксмо, 2011.
- Мальков В. Л. Россия и США в XX веке. Очерки истории межгосударственных отношений и дипломатии в социокультурном контексте / В. Л. Мальков. М.: Наука, 2009.
- Медведев Р. А. Советский Союз. Последние годы жизни / Р. А. Медведев. М.: АСТ, Полиграфиздат, 2010.
- Медведев Р. А. Андропов / Р. А. Медведев. М.: Молодая гвардия, 2012.
- Млечин Л. М. Брежнев / Л. М. Млечин. М.: Молодая гвардия, 2011.
- На пороге кризиса: нарастание застойных явлений в партии и обществе. М.: Политиздат, 1990.
- Пихоя Р. Г. Москва. Кремль. Власть. Сорок лет после войны. 1945–1985 / Р. Г. Пихоя. М.: АСТ, 2007.
- Пихоя Р. Г. Москва. Кремль. Власть. Две истории одной страны. Россия на изломе тысячелетий: 1985–2005 / Р. Г. Пихоя. М.: АСТ, 2007.

- Прибытков В. В. Черненко / В. В. Прибытков. М.: Молодая гвардия, 2009.
- Россия. XX век. Советская историография / под общ. ред. Ю. Н. Афанасьева. М.: РГГУ, 1996.
- Соколов Б. В. Леонид Брежнев. Золотая эпоха / Б. В. Соколов. М.: АСТ-Пресс Книга, 2004.
- Советское общество: возникновение, развитие, исторический финал / под ред. Ю. Н. Афанасьева. В 2 т. М.: РГГУ, 1997.

### ***Тема 18. Становление новой российской государственности (1991–2008)***

1. Геополитические последствия распада СССР. Провозглашение суверенитета Российской Федерации.
2. Формирование новой государственности. Конституция 1993 г.
3. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.
4. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации. Россия и мир на рубеже XX–XXI вв.

#### **Л и т е р а т у р а**

- Архипова Т. Г. Современная организация государственных учреждений России / Т. Г. Архипова. М.: РГГУ, 2007.
- Воронин Ю. М. Стреноженная Россия: политико-экономический портрет ельцинизма / Ю. М. Воронин. М.: Республика, 2003.
- Гавров С. Н. Модернизация во имя империи. Социокультурные аспекты модернизационных процессов в России / С. Н. Гавров. М.: Едиториал УРСС, 2004.
- Глазьев С. Ю. Почему мы самые богатые, а живем так бедно? Вопросы и ответы / С. Ю. Глазьев. М.: Терра-Книжный клуб, 2003.
- Ельцин Б. Н. Исповедь на заданную тему / Б. Н. Ельцин. М.: Советский писатель, 1990.
- Жуков В. И. Российские преобразования: социология, экономика, политика (1985–2001) / В. И. Жуков. М.: Изд-во МГСУ, 2002.
- Коргонюк Ю. Г. Становление партийной системы в современной России / Ю. Г. Коргонюк. М.: ИНДЕМ, МГПУ, 2007.
- Медведев Р. А. Владимир Путин / Р. А. Медведев. М.: Молодая гвардия, 2008.

- Млечин Л. М. Кремль. Президенты России. Стратегия власти от Б. Н. Ельцина до В. В. Путина / Л. М. Млечин. М.: Центрполиграф, 2002.
- Панарин А. С. Стратегическая нестабильность в XXI веке / А. С. Панарин. М.: Эксмо; Алгоритм, 2004.
- Пихоя Р. Г. Москва. Кремль. Власть. Две истории одной страны. Россия на изломе тысячелетий. 1985–2005 / Р. Г. Пихоя. М.: АСТ, 2007.
- Согрин В. В. Политическая история современной России 1985–2001 гг.: от Горбачева до Путина / В. В. Согрин. М.: Весь мир, 2001.
- Хасбулатов Р. И. Великая Российская трагедия : в 2 т. / Р. И. Хасбулатов. М.: СИМС, 1994.
- Эпоха Ельцина: очерки политической истории. М.: Вагриус, 2001.

### **3. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ К МЕРОПРИЯТИЮ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ / ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ЗАЧЕТ / ЭКЗАМЕН)**

1. Российские исторические школы и их представители.
2. Древние народы и средневековые государства на территории России (I тыс. до н. э. – X в. н. э.).
3. Славяне: теории происхождения, общественный строй, занятия.
4. Образование Древнерусского государства. Норманнская и анти-норманнская теории.
5. Социально-политический строй Киевской Руси.
6. Религия древних славян. Принятие христианства на Руси.
7. Причины и проявления государственной раздробленности на Руси.
8. Последствия государственной раздробленности на Руси. Иноземная опасность.
9. Северо-Восточная Русь в XIII–XIV вв.
10. Великое княжество Литовское и Русское в XIII–XV вв.
11. Образование Российского централизованного государства: причины, альтернативные варианты, этапы, особенности (XIV – начало XVI вв.).
12. Правление Ивана III: территориальные приобретения, идеология и государственное устройство.
13. Социально-экономический строй России в XVI в.
14. Реформы 40–50-х гг. XVI в.
15. Опричнина Ивана IV Грозного.
16. Эпоха Смутного времени (конец XVI – начало XVII вв.).
17. Начало Нового периода в Российской истории (XVII в.): политический строй и государственное устройство.
18. Экономическое и социальное развитие России в XVII в. Соборное уложение 1649 г.
19. Экономическое и социальное развитие России в первой четверти XVIII в.
20. Сущность и значение реформ Петра I.
21. Внешняя политика Петра I. Рождение Российской империи.
22. Эпоха дворцовых переворотов в России.
23. Тенденции социально-экономического развития России во второй половине XVIII в.
24. Правление императрицы Екатерины II. «Просвещенный абсолютизм».

25. Внешняя политика России середины и второй половины XVIII в.
26. Поиск путей либерального реформирования при императоре Александре I.
27. Внутренняя политика императора Николая I.
28. Крестьянский вопрос и развитие экономики России в первой половине XIX в.
29. Общественная жизнь России в первой половине XIX в.
30. Внешняя политика России в первой половине XIX в.
31. Социально-экономическое развитие России во второй половине XIX в.
32. Отмена крепостного права в России.
33. Сущность и значение буржуазных реформ императора Александра II.
34. Внутренняя политика императора Александра III.
35. Внешняя политика России во второй половине XIX в.
36. Общественная жизнь России во второй половине XIX в. (народничество, либеральное и рабочее движение и др.).
37. Содержание и значение реформаторской деятельности С. Ю. Витте и П. А. Столыпина.
38. Специфика социально-экономического развития России в начале XX в.
39. Внутренний кризис царизма в начале XX в.
40. Особенности формирования политических партий в России.
41. Революционные события 1917 г. и проблемы власти.
42. Гражданская война в России (1917–1922 гг.).
43. Формирование советской государственно-политической системы в 1920-е – 1940-е гг.
44. Особенности социально-экономического развития Советского государства в 1921–1945 гг.
45. Основные черты внешней политики Советского государства в 1917–1945 гг.
46. Великая Отечественная война советского народа.
47. Развитие Советского государства в послевоенное двадцатилетие (1945–1964 гг.).
48. Советский Союз во второй половине 1960-х – 1980-е гг.
49. Внешняя политика Советского Союза в послевоенный период (1946–1991 гг.).
50. Российская Федерация с 1992 г. до наших дней.

## **4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

- 1) Дворниченко А. Ю. История России : учебник / А. Ю. Дворниченко, Ю. В. Тот, М. В. Ходяков. 2-е изд. М.: Проспект, 2013.
- 2) Деревянко А. П. История России : учебное пособие / А. П. Деревянко, Н. А. Шабельникова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Проспект, 2012.
- 3) Зуев М. Н. История России : учебник для вузов / М. Н. Зуев. М.: Юрайт, 2013.
- 4) История России для технических вузов : учебник / под ред. М. Н. Зуева, А. А. Чернобаева. М.: Юрайт, 2014.
- 5) История России с древнейших времен до наших дней : учебник для студентов вузов в 2 т. / Под ред. А. Н. Сахарова. М.: Проспект, 2013.
- 6) История России с древнейших времен до наших дней : учебник / под ред. А. В. Сидорова. М.: Проспект, 2013.
- 7) История России с древнейших времен до наших дней : учебник / под ред. А. Н. Сахарова. М.: Проспект, 2014.
- 8) Кириллов В. В. История России : учебное пособие / В. В. Кириллов. М.: Юрайт, 2013.
- 9) Мунчаев Ш. М. История России : учебник для вузов / Ш. М. Мунчаев, В. М. Устинов. 5-е изд. М.: Норма, Инфра-М, 2011.
- 10) Орлов А. С. История России : учебник / А. С. Орлов, В. А. Георгиев, Н. Г. Георгиева, Т. А. Сивохина. 4-е изд. М.: Проспект, 2014.

### **Дополнительная литература**

- 1) Барсенков А. С. История России. 1917–2009 : учебное пособие / А. С. Барсенков, А. И. Вдовин. М.: Аспект Пресс, 2010.
- 2) Вовина-Лебедева В. Г. История Древней Руси / В. Г. Вовина-Лебедева. М.: Академия, 2011.
- 3) Вовина-Лебедева В. Г. История России XVI–XVII вв. / В. Г. Вовина-Лебедева. М.: Академия, 2012.
- 4) Выбор пути: история России. 1939–2000 / отв. ред. А. Т. Тертышный. Екатеринбург: УрГЭУ, 2001.

- 5) Герасимов Г. И. История современной России. Поиск и обретение свободы (1985–2008) / Г. И. Герасимов. М.: Институт общественного проектирования, 2008.
- 6) Горский А. А. История России с древнейших времен до 1914 г. : учеб. пособие для вузов / А. А. Горский. М.: АСТ; Астрель, 2008.
- 7) Государственность России: идеи, люди, символы / сост., науч. ред. Р. Г. Пихоя. М.: РОССПЭН; Фонд Первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2008.
- 8) Дворниченко А. Ю. Российская история с древнейших времен до падения самодержавия : учебное пособие / А. Ю. Дворниченко. М.: Весь мир, 2010.
- 9) История и культура Отечества : учебное пособие для вузов / под редакцией А. В. Гуляевой. М.: Трикста; Академический Проект, 2007.
- 10) История России в вопросах и ответах : учебное пособие / сост. С. А. Кислицын. 3-е изд., испр. Ростов н/Д: Феникс, 2001.
- 11) История России: Социально-экономический и внутриполитический аспекты. Екатеринбург: Крок-центр, 1993.
- 12) История России: Тысячелетие дипломатии и войн : учебное пособие. Екатеринбург: Средне-Уральское кн. изд-во, 1995. Вып.1, 2.
- 13) История России. Теории изучения : в 2 кн. / Под ред. Б. В. Личмана. Екатеринбург: СВ–96, 2001.
- 14) История России для технических вузов / под ред. Б. В. Личмана. Ростов н/Д: Феникс, 2004.
- 15) История России с позиций разных идеологий / под ред. Б. В. Личмана. Ростов н/Д: Феникс, 2007.
- 16) История России с древнейших времен до конца XVII в.: Научно-популярная энциклопедия. М.: АСТ; Астрель, 2001.
- 17) История России с древнейших времен до конца XVII в / Л. Н. Вдовина, Н. В. Козлова, Б. Н. Флоря; под ред. Л. В. Милова. М.: Эксмо, 2006.
- 18) История России XVIII–XIX вв. / Л. В. Миров, Н. И. Цимбаев; под ред. Л. В. Милова. М.: Эксмо, 2006.
- 19) История России XX века / А. С. Барсенков, А. И. Вдовин; под ред. Л. В. Милова. М.: Эксмо, 2006.
- 20) История России : учебное пособие для самостоятельной работы / под ред. Л. И. Семенниковой. М.: КДУ, 2012.

- 21) История России (XX – начало XXI в.) : учебное пособие / под ред. Д. О. Чуракова, С. А. Саркисяна. М.: Юрайт, 2014.
- 22) Карамзин Н. М. История государства Российского / Н. М. Карамзин. М.: АСТ; Астрель, 2011.
- 23) Ключевский В. О. Русская история / В. О. Ключевский. М.: Эксмо, 2013.
- 24) Корнилов А. А. Курс истории России XIX века / А. А. Корнилов. М.: АСТ; Астрель, 2004.
- 25) Кузнецов И. Н. Отечественная история : учебник / И. Н. Кузнецов. М.: Инфра-М, 2013.
- 26) Кулешов С. В. Россия в системе мировых цивилизаций / С. В. Кулешов, А. Н. Медушевский. М.: Маркетинг; Русский мир, 2001.
- 27) Морозов С. Д. История России. XX век / С. Д. Морозов. 2-е изд. Ростов н/Д: Феникс, 2009.
- 28) Мунчаев Ш. М. История Советского государства / Ш. М. Мунчаев, В. М. Устинов. 2-е изд. М.: Норма, 2008.
- 29) Мунчаев Ш. М. Политическая история России. От Смутного времени до Беловежской пуши / Ш. М. Мунчаев, В. М. Устинов. 2-е изд. М.: Норма, 2009.
- 30) Некрасова М. Б. Отечественная история / М. Б. Некрасова. 2-е изд. М.: Юрайт, 2013.
- 31) Новейшая история Отечества. XX век : в 2 т. / Под ред. А. Ф. Киселева, Э. М. Щагина. Ростов н/Д: Феникс, 2007.
- 32) Новейшая история России. 1914–2011 : учебное пособие / под ред. М. В. Ходякова. 4-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2014.
- 33) Новейшая история России : учебное пособие / под ред. А. Н. Сахарова. М.: Проспект, 2013.
- 34) Павленко Н. И. История России с древнейших времен до 1861 г. : учебник для вузов / Н. И. Павленко, И. Л. Андреев, В. А. Федоров. 5-е изд. М.: Юрайт, 2011.
- 35) Парсомов В. С. История России. XVIII – начало XX в. / В. С. Парсомов. 2-е изд. М.: Академия, 2013.
- 36) Платонов С. Ф. Полный курс лекций по русской истории / С. Ф. Платонов. М.: АСТ, 2008.
- 37) Пушкарев С. Г. Обзор русской истории / С. Г. Пушкарев. СПб.: Изд-во «Санкт-Петербург», 2002.
- 38) Семеникова Л. И. Россия в мировом сообществе цивилизаций / Л. И. Семеникова. М.: КДУ, 2009.

- 39) Скрынников Р. Г. Русская история IX–XVII вв. / Р. Г. Скрынников. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006.
- 40) Соловьев С. М. Чтения и рассказы по истории России / С. М. Соловьев. М.: Правда, 1990.
- 41) Троицкий Н. А. Россия в XIX в. : курс лекций / Н. А. Троицкий. М.: Высшая школа, 2003.
- 42) Федоров В. А. История России. 1861–1917 : учебник для вузов / В. А. Федоров. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2013.
- 43) Фирсов С. Л. История России. XVIII – начало XX в. / С. Л. Фирсов. М.: Академия, 2012.
- 44) Хорос В. Г. Русская история в сравнительном освещении / В. Г. Хорос. М.: Центр гуманитарного знания, 1996.
- 45) Хрестоматия по истории России с древнейших времен до 1618 г. : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А. Г. Кузьмина, С. В. Перевезенцева. М.: Владос, 2004.
- 46) Хрестоматия по истории России / сост. А. С. Орлов, В. А. Георгиев, Н. Г. Георгиева, Т. А. Сивохина. М.: Проспект, 2007.
- 47) Юрьев А. И. История России (IX – начало XXI вв.) : учебное пособие для студентов вузов / А. И. Юрьев. М.: АСТ; Астрель; Хранитель, 2007.
- 48) Юрьев А. И. Новейшая история России. Февраль 1917 – начало XXI века : учебное пособие / А. И. Юрьев. М.: Гиперборея, 2010.

### **Методические разработки**

- История России. Разные конструкции истории – разный смысл жизни / под ред. Б. В. Личмана. Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2005.
- Отечественная история : учебно-методическое пособие / под ред. Н. И. Дмитриева Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2006.
- Лебедев В. Э. Древняя Русь в контексте мировой истории / В. Э. Лебедев. Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2007.
- Лебедев В. Э. Цивилизационные основы Древней Руси / В. Э. Лебедев. Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2010.
- Рыбаков С. В. История России с древнейших времен до конца XVII в. : конспект лекций / С. В. Рыбаков. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012.

## **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- 1) Материалы русской истории [Эл. ресурс]. URL: <http://www.magister.msk.ru/library/history/> (дата обращения: 06.08.2014). Загл. с экрана.
- 2) История России [Эл. ресурс]. URL: <http://russia.iratta.com/> (дата обращения: 06.08.2014). Загл. с экрана.
- 3) Публичная историческая [Эл. ресурс]. URL: <http://www.istmira.com/istoriya-rossii/> (дата обращения: 06.08.2014). Загл. с экрана.
- 4) История России [Эл. ресурс]. URL: <http://rhistory.ucoz.ru/> (дата обращения: 06.08.2014). Загл. с экрана.
- 5) Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [Эл. ресурс]. URL: <http://study.ustu.ru/> (дата обращения: 06.08.2014). Загл. с экрана.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Оценка работы студента с использованием балльно-рейтинговой системы

В рамках выполнения мероприятия «Внедрение балльно-рейтинговой системы оценивания учебной деятельности студентов и ее результатов» Плана реализации мероприятия Программы развития УрФУ на 2010–2020 годы (2012 г.) были разработаны технологические карты балльно-рейтинговой системы оценивания учебной деятельности студентов и ее результатов при освоении дисциплины «История». Балльно-рейтинговая система способствует объективной оценке знаний и стимулирует ритмичную работу студентов и своевременное выполнение всех видов контрольных мероприятий, что находит свое отражение в итоговом рейтинговом балле по дисциплине.

В основе взаимодействия основных участников образовательного процесса с использованием БРС находится использование технологических карт, разработанных преподавателем и утвержденных на заседании кафедры. При разработке технологических карт использовались «Положение о балльно-рейтинговой системе оценивания учебной деятельности студентов и ее достижений при освоении основных образовательных программ высшего профессионального образования», принятое Ученым советом УрФУ 28.05.2012 г., макет технологической карты, утвержденный в УрФУ. Технологические карты разработаны в соответствии с рабочими программами дисциплин и учебными планами направлений и учитывают специфику контрольно-оценочных мероприятий каждого курса. Технологические карты для каждой академической группы формируются в разделе БРС ЕИСУ и подлежат корректировке в зависимости от формы обучения и закрепленного в учебных планах направлений объема аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине «История». В начале освоения модуля (дисциплины) преподаватель доводит до студентов график контрольных мероприятий и порядок начисления итогового балла по дисциплине, используя технологическую карту академической группы.

Примерная технологическая карта и методика расчета приведены ниже.

## Примерная технологическая карта

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (9)	1–9	10
СРС: домашняя работа по исторической фактологии и категориям истории	6	25
СРС: домашняя работа по исторической фактологии и категориям истории	12	25
СРС: реферат по списку тем	1–18	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических /семинарских занятий (18)	1–18	20
Ответы на семинарах, участие в обсуждении (18)	1–18	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		

## Основные виды универсальных контрольно-оценочных мероприятий по технологическим картам БРС

1. Посещение занятий.
2. Контрольная работа в тестовой форме.
3. Домашняя работа по исторической фактологии и категориям истории.
4. Реферат по списку тем.
5. Ответы на семинарах, участие в обсуждении.
6. Промежуточная аттестация. Зачет / дифференцированный зачет в тестовой форме.
7. Промежуточная аттестация. Экзамен (зачет / дифференцированный зачет) в устной форме.

### ***1. Посещение занятий***

По данной формуле рассчитывается посещение как лекционных, так и семинарских занятий. Следует учесть, что в знаменателе указывается количество занятий, *реально* проведенных преподавателем в течение семестра (т. е. без учета занятий, выпавших из-за праздников или по иным причинам).

Пример:

студент *В* посетил 11 семинарских занятий из 14 проведенных в течение семестра. При максимальном балле за посещаемость семинаров, равном 20, студент *В* получит:

$$11 : 14 \times 20 = 15,7; \text{ т. е. } 16 \text{ баллов.}$$

### ***2. Контрольная работа в тестовой форме***

При расчете балла (Б), набранного студентом за тест, необходимо воспользоваться следующей формулой:

(Б, набранный студентом / max Б) × max кол-во баллов в БРС.

Аудиторные контрольные работы в тестовой форме позволяют численно измерить уровень сформированности компетенций в соответствии с результатами обучения по дисциплине «История». Тесты могут проводиться как по всему объему курса, так и по его разделам («Россия в IX–XIX вв.», «Россия в XX – начале XXI вв.» и т. д.).

Пример:

студент *С* при решении теста набрал 18 баллов из 25 возможных. При максимальном балле за контрольную работу, равном 20, студент *С* получит:

$$18 : 20 = 14,4; \text{ т. е. } 14 \text{ баллов.}$$

### ***3. Домашняя работа по исторической фактологии и категориям истории***

Домашние письменные работы оцениваются по традиционной 4-уровневой шкале – т. е. оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно», которые переводятся в баллы следующим образом:

«отлично» =  $1,0 \times$  максимальное количество баллов;

«хорошо» =  $0,75 \times$  максимальное количество баллов;

«удовлетворительно» =  $0,5 \times$  максимальное количество баллов;

«неудовлетворительно» = 0.

#### ***Критерии оценки домашних работ***

Оценка «отлично» ставится, если студент показывает глубокий и всесторонний уровень знаний основных исторических фактов, событий, явлений, процессов и дат, имен, выдающихся памятников культуры; владеет понятийно-категориальным аппаратом исторической науки, раскрывает смысл и значение основных исторических понятий.

Оценка «хорошо» ставится, если студент показывает знание основных исторических фактов, событий, явлений, процессов и дат, имен; раскрывает смысл и значение основных исторических понятий. Допустимы некоторые неточности или неполнота в содержании работы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент недостаточно владеет понятийно-категориальным аппаратом исторической науки; допускает незначительные ошибки и неточности в знании фактологического материала.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент допускает принципиальные ошибки в изложении фактологического материала; не владеет понятийно-категориальным аппаратом исторической науки, не раскрывает смысла и значения основных исторических понятий; либо работа студентом не представлена.

### ***4. Реферат***

Реферат оценивается по традиционной 4-уровневой шкале, т. е. оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно», которые переводятся в баллы следующим образом:

«отлично» =  $1,0 \times$  максимальное количество баллов;

«хорошо» =  $0,75 \times$  максимальное количество баллов;

«удовлетворительно» =  $0,5 \times$  максимальное количество баллов;

«неудовлетворительно» = 0.

### *Суммарные критерии оценки реферата*

Оценка «отлично» ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы при защите.

Оценка «хорошо»: основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно»: имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка «неудовлетворительно»: тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы; либо реферат студентом не представлен.

### **5. Ответы на семинарах, участие в обсуждении**

Одной из основных задач внедрения балльно-рейтинговой системы является стимулирование студентов к регулярной работе на практических и семинарских занятиях. В связи с этим предлагается накопительный механизм выставления оценок за работу на семинарах в течение всего семестра (или полусеместра) обучения. Здесь также допустимо использование традиционной 5-балльной шкалы оценки ответов, при условии, что каждый студент получает только одну совокупную отметку за каждое занятие (из диапазона «5», «4», «3»; «двойки» не оцениваются и, соответственно, баллов не дают).

*Примечание.* Как и в п. 1 (Посещение занятий), в знаменателе указывается количество семинарских занятий, *реально* проведенных в течение семестра (т. е. без учета занятий, выпавших из-за праздников или по иным причинам). Также рекомендуется исключать из расчета те занятия, на которых проводились какие-либо контрольные мероприятия (например, тестирование, защиты рефератов и т. п.), т. к. на этих занятиях у студентов не было возможности получить баллы за выступления

и обсуждение. Количество проведенных семинаров умножается на 5 как максимально возможную оценку за каждое занятие.

### **6. Промежуточная аттестация. Зачет / дифференцированный зачет в тестовой форме**

Для значительной части естественнонаучных и технических направлений подготовки бакалавриата промежуточная аттестация по дисциплине «История» предусмотрена в виде зачета или дифференцированного зачета, которые могут приниматься в тестовой форме. В этом случае расчет баллов проводится аналогично п. 2 (Контрольная работа в тестовой форме).

$(B, \text{ набранный студентом} / \text{max } B \text{ по тесту}) \times 100.$

Пример:

студент *Е* при решении итогового теста по курсу правильно ответил на 22 задания из 34 (стандартный размер теста ФЭПО). Т. к. максимальный балл за промежуточную аттестацию равен 100, то студент *Е* получит:

$$22 : 34 \times 100 = 64,7; \text{ т. е. } 65 \text{ баллов.}$$

### **7. Промежуточная аттестация. Экзамен (зачет / дифференцированный зачет) в устной форме**

Другим вариантом промежуточной аттестации по дисциплине «История» является экзамен (зачет / дифференцированный зачет), проводимый в традиционной устной форме по билетам. В этом случае устный ответ студента оценивается по традиционной 4-уровневой шкале, т. е. оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно», которые переводятся в баллы следующим образом:

«отлично» = 100 баллов;

«хорошо» = 79 баллов;

«удовлетворительно» = 59 баллов;

«неудовлетворительно» = 0 баллов.

*Критерии оценки для устного экзамена (зачета / дифференцированного зачета)*

Оценка «отлично» (80–100 баллов) ставится, если студент:

- 1) строит ответ логично, в соответствии с планом,
- 2) обнаруживает глубокое знание исторических терминов, понятий, категорий, концепций и теорий,
- 3) развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные фактические примеры,

4) обнаруживает аналитический подход в освещении различных концепций, делает содержательные выводы,

5) демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебно-методического комплекса и дополнительных источников информации.

Оценка «хорошо» (60–79 баллов) ставится, если:

1) студент строит свой ответ в соответствии с планом;

2) в ответе представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование недостаточно полно;

3) студент развернуто аргументирует выдвигаемые положения;

4) студент приводит фактические примеры, однако присутствует непоследовательность анализа;

5) студент делает правильные выводы;

6) речь грамотна, используется профессиональная лексика;

7) студент демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебно-методического комплекса и дополнительных источников информации.

Оценка «удовлетворительно» (40–59 баллов) ставится, если:

1) студент выстраивает ответ логично;

2) план ответа соблюдается непоследовательно;

3) студент обнаруживает слабость в раскрытии исторических понятий и категорий;

4) студент декларирует положения, но недостаточно аргументирует;

5) студент допускает ошибки и неточности в изложении фактов;

6) студент не дает исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» (0 баллов) ставится, если студент:

1) недостаточно раскрывает исторические понятия, категории, концепции, теории,

2) проявляет стремление подменить научное обоснование проблем рассуждениями обыденно-повседневного, бытового характера,

3) делает поверхностные выводы или они отсутствуют вовсе,

4) допускает серьезные ошибки в изложении фактов,

5) не дает ответы на дополнительные вопросы,

6) отказывается от ответа на билет,

7) не явился на экзамен без уважительной причины,

8) был замечен в списывании материала и использовании недопустимых технических средств.

*Учебное издание*

**Васьков Дмитрий Александрович,  
Дмитриев Николай Иванович,  
Еробкин Илья Евгеньевич  
Поршнева Ольга Сергеевна  
Флягин Владимир Анатольевич**

## **ИСТОРИЯ**

Редактор *В. О. Корионова*

Компьютерная верстка *Я. П. Бояршинова*

Подписано в печать 25.08.2014. Формат 60×90 1/16.  
Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 5,25.  
Уч.-изд. л. 5,0. Тираж 300 экз. Заказ № 1547.

Издательство Уральского университета  
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5  
Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41  
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: 8 (343) 350-56-64, 350-90-13  
Факс 8 (343) 358-93-06  
E-mail: press.info@urfu.ru



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А.Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### ОГСЭ.03 «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

#### 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

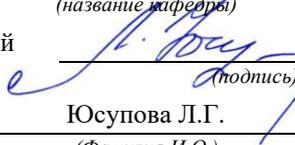
год набора: 2023

Автор: Радионова Т.Ю.

Одобрена на заседании кафедры иностранных языков и деловой коммуникации (ИЯДК)

(название кафедры)

Зав.кафедрой

  
(подпись)

Юсупова Л.Г.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 06.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Перечень тем практических занятий	4
Задания для практических занятий по каждой теме	5
Другая форма контроля	9
Зачет	9
Экзамен	9
Критерии оценивания	9
Список рекомендованной литературы	11
Перечень интернет-ресурсов	12

## **Пояснительная записка**

Методические указания для практических занятий разработаны на основании рабочей программы учебной дисциплины ОГСЭ.03 «Иностранный язык в профессиональной деятельности» для обучающихся по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям). Дисциплина «Иностранный язык в профессиональной деятельности» является дисциплиной социально-экономического цикла. Методические указания по выполнению практических заданий предназначены для организации работы на практических занятиях по учебной дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

## Перечень тем практических занятий

№	Тема, раздел	Кол-во часов практич. занятий	Наименование оценочного средства
1.	<p><u>Часть А: Бытовая сфера общения:</u> Семья. Взаимоотношения в семье, семейные традиции. Жилищные условия. Устройство городской квартиры/загородного дома.).</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Основные глаголы «быть», «иметь». Порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.</p>	6	опрос
2.	<p><u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Мой факультет городского хозяйства, УГГУ (история, факультеты, здания, учебный год)</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> степени сравнения прилагательных и наречий.</p>	4	доклад
	Подготовка к другой форме контроля	2	Др. форма контроля
3.	<p><u>Часть А: Учебно-познавательная сфера:</u> Образование в России и в стране изучаемого языка</p> <p><u>Часть Б: Граммати-ка:</u> Времена в активном залоге Англ.яз.: Простые времена (SimpleTenses) Нем.яз.: Настоящее время (Präsens), простое прошедшее время (Präteritum), Фр.яз.: Настоящее время Présentdel'Indicatif , сложное прошедшее время (Passé composé)</p>	18	опрос
4.	<p><u>Часть А: Учебно-познавательная сфера:</u> Екатеринбург - столица Урала. Мой родной город.</p> <p><u>Часть Б: Граммати-ка:</u> Времена в активном залоге. Англ.яз.: Продолженные времена (ContinuousTenses). Нем.яз.: сложное прошедшее время (Perfekt, Plusquamperfekt) Фр.яз.: незаконченное прошедшее время: Imparfait. Простое прошедшее время (Passé simple).</p>	16	доклад
	Подготовка к зачету	2	зачет
5.	<p><u>Часть А: Учебно-познавательная сфера:</u> Страны изучаемого языка и их столицы</p> <p><u>Часть Б: Граммати-ка:</u> Времена в активном залоге. Англ.яз.: Завершенные времена (PerfectTenses) Нем.яз.: Будущее время (Futurum I, II). Фр.яз.: простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats)</p>	4	опрос
6.	<p><u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Путешествие на поезде, самолете. Покупка ж/д и авиабилетов. Таможня.</p> <p><u>Часть Б: Граммати-ка:</u> Англ, нем, фр: повторение всех времен в активном залоге</p>	6	практико-ориентированное задание
	Подготовка к другой форме контроля	2	Др. форма контроля
7	<p><u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Отель. Бронирование номера. Гостиничный сервис.</p> <p><u>Часть Б: Граммати-ка:</u> Англ, нем, фр: модальные глаголы</p>	16	практико-ориентированное задание
8	<p><u>Часть А: Социально-культурная сфера:</u> Покупки. Товары. Магазины</p> <p><u>Часть Б: Грамматика:</u> Англ, нем, фр: система времен в страдательном залоге</p>	18	практико-ориентированное задание
	Подготовка к зачету	2	зачет
9	<u>Часть А: Профессиональная сфера.:</u>	6	опрос

	Избранное направление профессиональной деятельности. Часть Б: Грамматика: <u>Англ., нем., фр.яз.</u> Согласование времен. Косвенная речь		
10	Часть А: <u>Профессиональная сфера.</u> Автоматизации технологических процессов	24	практико-ориентированное задание
	Подготовка к экзамену	2	Экзамен
	<b>ИТОГО</b>	<b>128</b>	

### Задания для практических занятий по каждой теме

#### **Тема 1:**

##### Часть А: Бытовая сфера общения:

Семья. Взаимоотношения в семье, семейные традиции. Жилищные условия. Устройство городской квартиры/загородного дома.).

##### Часть Б: Грамматика: Основные глаголы «быть», «иметь».

Порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: количество человек в семье, их возраст, профессия, хобби, семейные традиции, уик-энды, какой вы видите вашу будущую семью, в какой квартире вы живете, какие современные удобства у вас есть в квартире, обстановка в квартире, квартира вашей мечты; спряжение глаголов «быть» и «иметь». порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.

#### **Тема 2:**

##### Часть А: Социально-культурная сфера:

Мой факультет городского хозяйства, УГГУ (история, факультеты, здания, учебный год)

##### Часть Б: Грамматика: степени сравнения прилагательных и наречий.

Форма проведения: доклад (на иностранном языке).

Темы докладов:

1. История Уральского государственного горного университета.
2. Факультеты УГГУ.
3. Учебный год в УГГУ.
4. Факультет среднего профессионального образования.
5. Студенческая жизнь в УГГУ.
6. Известные выпускники УГГУ.
7. Интересные факты о УГГУ.
8. Уральский государственный горный университет: прошлое и будущее.

Порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Выберите тему.
2. Осуществите поиск информации с использованием интернет-ресурсов, библиотечных ресурсов, краеведческих материалов, словарей.
3. Обработайте ее.
4. Воспроизведите на английском языке.
5. Подготовьте грамотный, логически законченный рассказ.
6. Подберите иллюстрационный материал к проектам. При подборе иллюстраций используйте метод виртуальной экскурсии.

## 7. Прорепетируйте свое выступление.

Структура доклада.

1. Вступление: должно содержать название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.

2. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.

3. Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

### **Тема 3:**

Часть А: Учебно-познавательная сфера:

Образование в России и в стране изучаемого языка

Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге

Англ.яз.: Простые времена (Simple Tenses)

Нем.яз.: Настоящее время (Präsens), простое прошедшее время (Präteritum),

Фр.яз.: Настоящее время Présent de l'Indicatif, сложное прошедшее время (Passé composé)

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: образование в России, известные вузы в России, что вы знаете о УГГУ, обязательные предметы в школах и в вузах, ступени образования в России, образование в стране изучаемого языка, лучшие вузы в стране изучаемого языка, ступени образования в стране изучаемого языка, с какого и до какого возраста образование обязательно и бесплатно в России и в стране изучаемого языка, правила поступления в вузы России и страны изучаемого языка, каких известных людей, вложивших большой вклад в образование вы знаете.

### **Тема 4:**

Часть А: Учебно-познавательная сфера:

Екатеринбург - столица Урала. Мой родной город.

Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге.

Англ.яз.: Продолженные времена (Continuous Tenses).

Нем.яз.: сложное прошедшее время (Perfekt, Plusquamperfekt)

Фр.яз.: незаконченное прошедшее время: Imparfait. Простое прошедшее время (Passé simple).

Форма проведения: доклад (на иностранном языке).

Темы докладов:

1. История Екатеринбурга
2. Мой родной город
3. Достопримечательности Екатеринбурга
4. Известные люди Екатеринбурга
5. Промышленный Екатеринбург
6. Музеи Екатеринбурга
7. Урал
8. Тайны Екатеринбурга

Порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Выберите тему.
2. Осуществите поиск информации с использованием интернет-ресурсов, библиотечных ресурсов, краеведческих материалов, словарей.
3. Обработайте ее.
4. Воспроизведите на английском языке.
5. Подготовьте грамотный, логически законченный рассказ.
6. Подберите иллюстрационный материал к проектам. При подборе иллюстраций используйте метод виртуальной экскурсии.
7. Прорепетируйте свое выступление.

Структура доклада.

1. Вступление: должно содержать название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.
2. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.
3. Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

### **Тема 5:**

Часть А: Учебно-познавательная сфера:

Страны изучаемого языка и их столицы

Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге.

Англ.яз.: Завершенные времена (Perfect Tenses)

Нем.яз.: Будущее время (Futurum I, II).

Фр.яз.: простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats)

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: географическое положение страны изучаемого языка, соседние страны, климат, политическая система, экономика, крупные города, столица и ее достопримечательности; завершенные времена (Perfect Tenses) в английском языке, будущее время (Futurum I, II) в немецком языке, простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats) во французском языке.

### **Тема 6:**

Часть А: Социально-культурная сфера:

Путешествие на поезде, самолете. Покупка ж/д и авиабилетов. Таможня.

Часть Б: Грамматика:

Англ, нем, фр: повторение всех времен в активном залоге.

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Путешествие. Таможня», времена в активном залоге и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: восстановить логический порядок в лексическом упражнении, вставить в предложения пропущенные слова из списка, перевести предложения на иностранный язык, составить диалоги «Покупка ж/д, авиа билета», «Прохождение таможи», в грамматических упражнениях раскрыть скобки и поставить глагол в правильной временной форме.

### **Тема 7:**

Часть А: Социально-культурная сфера: Отель. Бронирование номера. Гостиничный сервис.

Часть Б: Грамматика:

Англ, нем, фр: модальные глаголы

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Отель», модальные глаголы и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: заполнить карточку гостя в отеле, восстановить логический порядок в диалоге, составить диалог «Заказ номера в отеле», перевести предложения, используя модальные глаголы.

### **Тема 8:**

Часть А: Социально-культурная сфера:

Покупки. Товары. Магазины

Часть Б: Грамматика:

Англ, нем, фр: система времен в страдательном залоге

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Магазины», систему времен в страдательном залоге и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: соотнести магазины с товарами, которые они продают, вставить в предложениях пропущенные слова из списка, составить диалог между продавцом и покупателем в магазине, переделать предложения из активного залога в пассивный.

### **Тема: 9**

Часть А: Профессиональная сфера:

Избранное направление профессиональной деятельности.

Форма проведения занятия – опрос.

Основные вопросы:

1. Избранное направление профессиональной деятельности.
2. Профессиональные качества, необходимые для успешного карьерного роста.
3. Основные виды деятельности.
4. Сферы будущей профессиональной деятельности
3. Согласование времен. Косвенная речь

### **Тема 10:**

Часть А: Профессиональная сфера:

Автоматизации технологических процессов.

Форма проведения занятия – практико-ориентированное задание.

Основные задания:

1. Перевести текст, составить глоссарий, тезисы к тексту, выразить мнение о прочитанном тексте.
2. Выполнить лексические упражнения.

### **Другая форма контроля**

Другая форма контроля включает в себя грамматический тест (количество заданий –20).

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

### **Зачет**

Зачет включает в себя лексико-грамматический тест (количество заданий –20).

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

### **Экзамен**

Экзамен включает в себя:

- 1) письменное выполнение заданий на точное понимание содержания прочитанного текста на иностранном языке с использованием словаря (количество вопросов в работе – 2);
- 2) лексико-грамматический тест (количество заданий – 20)

При подготовке к дифференцированному зачету следует повторить лексический и грамматический материал с 1 по 5 семестр. Ответы на письменные задания должны быть точными, соответствующими содержанию текста, грамматически, лексически и синтаксически правильно оформленными. Ответ, представляющий бессвязный набор слов 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). Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

Прежде чем приступить к выполнению тестовых заданий обучающийся должен внимательно ознакомиться со всеми предложенными вопросами. Далее, в соответствии с инструкцией к тестовым заданиям, студент должен ответить на поставленные вопросы: выбрать один или несколько ответов из предложенного списка, установить соответствие элементов двух списков, расположить элементы списка в определенной последовательности, самостоятельно сформулировать ответ и т.д. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 30 минут.

## Критерии оценивания

### Опрос

*Критерии оценивания по темам № 1, 3, 5:*

правильность ответа на вопросы - 2 балла  
всесторонность и глубина ответа (полнота) - 2 балла  
лексически верное оформление ответа - 2 балла  
грамматически верное оформление ответа - 2 балла  
логически верное оформление ответа - 2 балла  
*Максимальное количество - 10 баллов*

*Критерии оценивания по теме № 10:*

правильность ответа на вопросы - 5 баллов  
всесторонность и глубина ответа (полнота) - 5 баллов  
лексически верное оформление ответа - 5 баллов  
грамматически верное оформление ответа - 5 баллов  
логически верное оформление ответа - 5 баллов  
*Максимальное количество - 25 баллов*

## Практико-ориентированные задания

*Критерии оценивания:*

логичность изложения материала - 3 балла  
решение коммуникативной задачи - 2 балла  
соответствие словарного запаса поставленной коммуникативной задаче - 3 балла  
использование разнообразных грамматических конструкций в соответствии с поставленной задачей - 2 балла  
*Максимальное количество - 10 баллов*

## Доклад

*Критерии оценивания доклада:*

Содержание и соответствие теме, структура работы, лексико-грамматическое оформление, орфография и пунктуация, выступление, представление работы, лексико-грамматическое оформление речи, фонетическое оформление речи, ответы на вопросы.

Доклад полностью соответствует предъявляемым требованиям – 9-10 баллов.

Доклад в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 7-8 баллов.

Доклад частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 4-6 баллов.

Доклад не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-3 балла.

*Максимальное количество - 10 баллов*

## Другая форма контроля

Критерии оценивания: правильность ответа – 0,5 балла.

Максимальное количество - 10 баллов

## Зачет

Критерии оценивания: правильность ответа - 2 балла.

Максимальное количество баллов - 40

## Экзамен

*Критерии оценивания:*

5 баллов за каждый верный ответ на вопрос к тексту  
 1,5 балла за каждое верно выполненное тестовое задание.  
 Максимальное количество баллов - 40

При реализации дисциплины используется балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки учебной деятельности (учебном рейтинге) обучающихся в ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» (СМК ОД.Пл.04-06.222-2021).

Распределение баллов в рамках текущего рейтинга и рейтинга промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Иностранный язык» представлены в комплекте оценочных средств.

Полученные значения учебного рейтинга обучающихся в баллах переводятся в оценки, выставляемые по следующей шкале:

Количество баллов	Отметка за зачет с оценкой	Отметка о зачете
80-100	Отлично	Зачтено
65-79	Хорошо	
50-64	Удовлетворительно	
0-49	Неудовлетворительно	Не зачтено

### Список литературы

#### Основная литература

##### Английский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Агабекян, И. П. Английский язык для ссузов: учебное пособие / И. П. Агабекян. - Москва : Проспект, 2019. - 280 с. .	5
2	Голицынский Ю.Б. Грамматика: сборник упражнений / Ю. Б. Голицынский. - Изд. 8-е, испр. - Санкт-Петербург : КАРО, 2017. - 576 с.	5

##### Немецкий язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Миляева Н. Н. Немецкий язык : учебник и практикум для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / Н. Н. Миляева, Н. В. Кукина. - Москва : Юрайт, 2019. - 353 с.	13
2	Листвин Д. А. Вся грамматика немецкого языка для школы в упражнениях и правилах. Грамматика немецкого языка в упражнениях с правилами: сборник упражнений / Д. А. Листвин. - Москва : АСТ : Lingua, 2019.	13

##### Французский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Бартенева И. Ю. Французский язык: учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / И. Ю. Бартенева, О. В. Желткова, М. С. Левина. - Москва: Юрайт, 2019. - 332 с.	13
2	Попова И.Н. Французский язык/ Manuel de francais : учебник для 1 курса ВУЗов и факультетов иностранных языков / И. Н. Попова, Ж. А. Казакова, Г. М. Ковальчук. - Изд. 21-е, испр. - Москва : Нестор Академик, 2018. - 576 с.	13

#### Дополнительная литература

##### Английский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Франюк Е.Е. Английский язык в сфере профессиональной коммуникации: современная электроника и электронные устройства : учебное пособие по	54

	английскому языку для студентов направлений: специалитета 21.05.04 - "Электрификация и автоматизация горного производства", бакалавриата 13.03.02 - "Электроэнергетика и электротехника" и магистратуры 13.04.02 - "Электроэнергетика и электротехника" очного обучения / Е. Е. Франюк, В. В. Голузина, Ю. С. Петров ; Министерство науки и высшего образования РФ, Уральский государственный горный университет. - 2-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2018. - 122 с.	
2	Журавлев А. П. Everyday English for Automation and Information Technology Students : [Электронный ресурс] : учебник / Журавлев А. П. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 122 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/111598.html">https://www.iprbookshop.ru/111598.html</a> .	Эл. ресурс
3	Мясникова, Ю.М. BRITAIN AND THE BRITISH: учебное пособие по английскому языку для студентов 1 и 2 курсов всех направлений и специальностей / Ю. М. Мясникова ; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ. Часть 2. - 2-е изд., стер. - 2017. - 48 с.	20
4	Мясникова, Ю.М. Britain and the british : учебное пособие по английскому языку для студентов I и II курсов всех направлений и специальностей / Ю. М. Мясникова ; Уральский государственный горный университет. - 3-е изд., стер. - Екатеринбург : УГГУ. Часть 1. - 2019. - 52 с.	56

### Немецкий язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Островская С. П. Иностранный язык. Немецкий язык. Automatisierte Steuersysteme der technologischen Prozesse : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Островская С. П. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2020. - 59 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/118377.html">https://www.iprbookshop.ru/118377.html</a> .	Эл. ресурс
2	Немецкий язык для технических вузов = Deutsch für technische Hochschulen : учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подготовки (квалификация (степень) "бакалавр"), дисциплине "Немецкий язык" / Н. В. Басова [и др.] ; под ред. Т. Ф. Гайвоненко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральный институт развития образования. - 13-е изд., перераб. и доп. - Москва : Кнорус, 2017. - 510 с.	39

### Французский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Фёдорова, Т. А. Французский язык для технических специальностей : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Фёдорова Т. А. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 68 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/111783.html">https://www.iprbookshop.ru/111783.html</a>	Эл. ресурс
2	Бородулина, Н. Ю. Французский язык для технических специальностей : [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Бородулина Н. Ю. - Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 79 с. - URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/110570.html">https://www.iprbookshop.ru/110570.html</a> . - ISBN 978-5-4488-1319-1, 978-5-4497-1337-7	Эл. ресурс
3	Коржавин, А.В. Практический курс французского языка (для технических вузов) : учебник / Аркадий Васильевич Коржавин А. В. - Москва : Высшая школа, 2000. - 247 с.	10

### Перечень интернет-ресурсов

*Ресурсы сети Интернет:*

#### Английский язык

1. Грамматика английского языка. Английская грамматика. [www.native-english.ru/grammar](http://www.native-english.ru/grammar)
2. Английский язык.ru – Пособия по английскому языку. <http://english.language.ru/posob/index.html>
3. Статьи, справочники по лингвистике, переводу, изучению языков. Грамматика, топики (темы), тесты по английскому. [www.linguistic.ru](http://www.linguistic.ru)

4. Онлайн-словарь [www.lingvo.ru](http://www.lingvo.ru)
5. Онлайн-словарь [www.multitran.ru](http://www.multitran.ru)
6. Онлайн курсы [www.study.ru](http://www.study.ru), [www.edufind.com](http://www.edufind.com),

#### **Немецкий язык**

1. Немецкий журнал <http://www.focus.de>
2. Интерактивная грамматика немецкого языка <http://www.grammade.ru>
3. Электронный словарь <http://www.langenscheidt.de>
4. Онлайн курсы, тесты <http://www.test.de>, <http://www.oeko-test.de>

#### **Французский язык**

1. Обучающий портал [www.le-francais.ru](http://www.le-francais.ru)
2. Обучающий портал <http://www.studyFrench.ru>
3. спряжение французских глаголов - [les-verbess.com](http://les-verbess.com).
4. онлайн-словарь [www.multitran.ru](http://www.multitran.ru).
5. Грамматика. <https://french-online.ru/francuzskaja-grammatika/>

#### *Информационные справочные системы:*

##### **Английский язык**

1. Мультимедийная энциклопедия- [www.britannika.com](http://www.britannika.com)
2. Cambridge Dictionary - <https://dictionary.cambridge.org/>

##### **Немецкий язык**

1. Электронная энциклопедия <http://www.brockhaus.de>
2. Электронная энциклопедия <http://de.wikipedia.org/wiki>

##### **Французский язык**

1. Толковый словарь французского языка Larousse - <https://www.larousse.fr/>
2. Толковый словарь французского языка Le Robert- <https://dictionnaire.lerobert.com/>

#### *Базы данных:*

Е-library: электронная научная библиотека: <https://elibrary.ru>

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу С. А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### ОГСЭ.04 ПСИХОЛОГИЯ ОБЩЕНИЯ

Специальность

**15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Управление персоналом

(название кафедры)

Зав.кафедрой

  
(подпись)

Абрамов С.М.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 01.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией  
факультета

Горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

УДК 316.77:159.9(075)

ББК Ю953я73

К64

*Рекомендовано*

*Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2016 года*

Рецензенты:

Н. П. Ансимова, доктор психологических наук, профессор;  
кафедра управления персоналом ФГБОУ ДПО  
«Государственная академия промышленного менеджмента  
им. Н. П. Пастухова»

**Конева, Елена Витальевна.**

К64 Психология общения : учебное пособие / Е. В. Ко-  
нева, Е. В. Драпак ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова.  
— Ярославль : ЯрГУ, 2016. — 204 с.

ISBN 978-5-8397-1081-8

Авторы пособия представили общение в контексте отраслей психологической науки, сосредоточив внимание на исследованиях Ярославской психологической школы. В пособии рассмотрены конкретные процессы, в которых общение проявляется. Задания для самостоятельной работы после каждого параграфа и инструменты, представленные в приложении, способствуют пониманию некоторых теоретических вопросов психологии общения и практическому применению соответствующих знаний.

Предназначено для студентов, изучающих дисциплину «Психология общения».

**ISBN 978-5-8397-1081-8**

УДК 316.77:159.9(075)

ББК Ю953я73

© ЯрГУ, 2016

## Оглавление

Глава 1. Теоретико-методологические основы психологии общения.....	5
1.1.1. Природа и сущность общения .....	6
1.1.2. Личностные и индивидуальные особенности общения .....	10
Задания и упражнения для самостоятельной работы .....	14
1.2. Общение как предмет социальной психологии .....	18
1.2.1. Некоторые аспекты проблемы взаимопонимания.....	18
1.2.2. Некоторые аспекты .....	25
проблемы межличностных отношений .....	25
1.2.3. Некоторые проблемы межличностного влияния.....	38
Задания для самостоятельной работы .....	44
1.3. Общение и психология труда .....	45
1.3.1. Организация совместной деятельности.....	46
1.3.2. Особенности общения.....	50
Задания и упражнения для самостоятельной работы.....	66
Глава 2. Конкретные феномены, в которых проявляется общение .....	67
2.1. Вербальное и невербальное общение .....	67
2.1.1. Вербальное общение.....	67
Задания и упражнения для самостоятельной работы.....	75
2.1.2. Невербальное общение .....	77
Задания для самостоятельной работы .....	96
2.2. Слушание. Значение слушания .....	105
Сущность слушания. Виды слушания .....	105
Полустандартизированная беседа .....	110
2.3. Манипуляция.....	118
2.4. Убеждение .....	145
Правила убеждения собеседника [64] .....	149
2.5. Предоставление персональной обратной связи ...	154
2.5.1. Похвала и комплимент .....	154
2.5.2. Конструктивная критика .....	160
Задания для самостоятельной работы .....	162
Литература.....	169
Тренинг делового общения .....	174
«Русская модель» .....	177
Некоторые техники делового общения, формируемые в тренинге.....	179
Цитирование партнера.....	180
Позитивные констатации .....	180
Информирование.....	181

Интересный рассказ.....	181
Некоторые технологии тренинга делового общения .....	182
При использовании данной техники обязательным является прохождение всех 13 этапов....	184

## Введение

Общение лежит в основе профессиональной деятельности психолога, она проявляется в общении и может быть проанализирована как процесс общения. Более того, общение других людей является предметом деятельности психолога и в контексте его коррекции, и в контексте его формирования. Это предопределяет требования к коммуникативной компетентности психолога.

Данное пособие является методическим обеспечением дисциплины «Психология общения» и призвано способствовать эффективному ее освоению, в частности формированию элементов компетенции ОК-5 «Способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранных языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия», приобретению следующих знаний, умений, навыков.

### *Знать*

- Основные функции общения, структуру общения. Процесс общения. Условия общения. Принципы общения.

- Перцептивную сторону общения. Процесс, сущность формы самопрезентации. Особенности общения как процесса передачи информации.

- Характеристики беседы. Типы и структуры беседы. Структуру дружеских бесед. Структуру делового обсуждения проблем. Правила беседы.

- Вступление в контакт. Факторы, способствующие и препятствующие возникновению и поддержанию контакта.

- Значение слушания в профессиональной деятельности психолога. Сущность слушания. Виды слушания.

- Сущность феноменов самораскрытия, обратной связи и асертивного поведения. Принципы самораскрытия.

- Требования к похвале, конструктивной критике.

- Типы отношений. Виды психологического влияния в общении. Манипуляции в общении и противодействие им. Теорию взаимоотношений. Теорию межличностных потребностей.

### *Уметь*

- Вычленять коммуникативные эпизоды, анализировать их с точки зрения функций общения

- Анализировать процесс коммуникации.

- Анализировать влияние факторов на эффективность восприятия участника коммуникации. Выстраивать вербальные сообщения с учетом существующих норм.

- Анализировать невербальную информацию.

- Анализировать беседу в контексте причинно-следственных связей.

- Различать ассертивное, агрессивное и пассивное поведение.

- Определять уровень самораскрытия.

- Распознавать манипуляции в общении

*Владеть*

- Навыками, повышающими эффективность восприятия партнера по коммуникации. Навыком самопрезентации.

- Навыком проведения беседы.

- Навыками активного и пассивного слушания

- Навыками конструктивной критики и эффективной похвалы.

- Навыками противодействия манипуляциям

В первой главе пособия рассмотрены некоторые проблемы теории общения. Авторы представили общение в контексте отраслей психологической науки, сосредоточив внимание на исследованиях Ярославской психологической школы. Вторая глава посвящена конкретным процессам, которые и представляют собой общение, в которых общение проявляется и которые являются предметом анализа и объектом формирования.

В конце каждого параграфа даны задания для самостоятельной работы, выполнение которых призвано способствовать формированию умений и навыков общения.

В приложении представлены инструменты, способствующие пониманию некоторых теоретических вопросов психологии общения и практическому применению соответствующих знаний.

## Глава 1. Теоретико-методологические основы психологии общения

Феномен общения по своей природе требует широкого рассмотрения, поэтому по мере развития психологической науки он последовательно становился предметом разных отраслей психологии. Точнее, приоритетной психологической дисциплиной, изучающей общение, становились разные отрасли психологической науки. Фактически это положение зафиксировано В. А. Горяниной, которая отмечает: «В последние десятилетия минувшего столетия, заключительного века в ушедшем тысячелетии, проблема общения была "логическим центром" психологической науки. Исследование этой проблемы открыло возможности более глубокого анализа психологических закономерностей и механизмов регуляции поведения человека, формирования его внутреннего мира, показало социальную обусловленность психики и образа жизни индивида» [15, с. 13]. Другим доказательством многоаспектности общения может служить классификация его видов по разным основаниям, представленная в табл. 1 [64].

Каждый из разделов классификации фактически означает необходимость исследования общения с разных сторон, с использованием средств разных психологических дисциплин.

Таблица 1

### *Классификации видов общения*

Основания классификации	Виды общения
По продолжительности	Кратковременное Продолжительное
По соотношению «цель» или «средство»	Деловое Личностное
По степени опосредованности	Непосредственное «лицом к лицу» Опосредованное
По цели	Коммуникативное (передача информации) Интерактивное (взаимодействие) Перцептивное (взаимовосприятие)
По количеству участников	Межличностное Межгрупповое Личностно-групповое

Основания классификации	Виды общения
	Одностороннее
По содержанию	Биологическое Материальное Эмоциональное Когнитивное Конвенциональное
По способам (средствам)	Вербальное Невербальное

*Общепсихологический аспект общения* включает вопросы сущности и природы общения; функционирование познавательных процессов в рамках общения; личностные и индивидуальные особенности общения; передачи и приема информации. В рамках *возрастной психологии* рассматривается процесс общения на разных этапах развития человека. Для *социальной психологии* актуальны процессы общения как взаимодействия. В *психологии труда* общение рассматривается как средство организации совместной деятельности, анализируется общение в разных видах профессиональной деятельности.

## ***1.1. Феномен общения в контексте общей психологии и психологии индивидуальности***

### **1.1.1. Природа и сущность общения**

В истории отечественной психологии природа феномена общения стала предметом интересной и не потерявшей актуальности дискуссии о соотношении общения и деятельности. Выявляются следующие точки зрения.

1. Общение является либо одним из частных видов деятельности (деятельность общения, коммуникативная деятельность), либо условием деятельности, либо одной из сторон деятельности (А. А. Леонтьев, М. С. Каган, М. И. Лисина и др.).

2. Общение есть нечто принципиально отличное от деятельности, т. к. связывает субъект не с объектом, а с другим субъектом (Б. Ф. Ломов, Л. П. Буева).

3. Компромиссный подход, когда общение рассматривается и как сторона совместной деятельности, и как самостоятельный феномен, отличный от деятельности (Г. М. Андреева).

Отстаивая необходимость понимания общения как особого вида деятельности, М. И. Лисина [45] отмечает: при таком подходе филогенетическое и онтогенетическое развитие перестает сводиться к умножению коммуникативных операций или к появлению новых средств обмена информацией и осуществления контактов. Эти перемены объясняются через преобразование потребностей и мотивов общения. Кроме того, преимущество подхода к общению как к коммуникативной деятельности заключается в том, что он позволяет соотнести общение с другими видами деятельности человека, понять место общения в их системе, в конечном счете определить связь общения с общей жизнедеятельностью индивида.

Доказывая правомерность рассмотрения общения как вида деятельности, М. И. Лисина выделяет в общении основные компоненты деятельности: *предмет общения* — это другой человек, партнер по общению как субъект; *потребность в общении* состоит в стремлении человека к познанию и оценке других людей, а через них и с их помощью — к самопознанию и самооценке; *коммуникативные мотивы* — это то, ради чего предпринимается общение, т. е. исходя из предмета деятельности общения мотивы общения должны воплощаться в тех качествах самого человека и других людей, ради познания и оценки которых данный индивид вступает во взаимодействие с кем-то из окружающих; *действие общения* — это единица коммуникативной деятельности, целостный акт, адресованный другому человеку и направленный на него как на свой объект; *задачи общения* — это то, чего мы хотим добиться в результате общения; *средства общения* — это те операции, с помощью которых осуществляются действия общения; *продукты общения* — образования материального и духовного характера, создаваемые в итоге общения (отношения между сверстниками, избирательные привязанности, образ самого себя и других людей — участников общения).

Против такого понимания этого явления активно выступал Б. Ф. Ломов [46; 47]. Полемизируя с А. А. Леонтьевым [43; 44], он утверждал, что отнесение общения к деятельности не снимает вопроса о его природе, структуре и функциях, т. к. это по меньшей мере очень специфическая деятельность. К ее ана-

лизу неприменимы методы, разработанные для деятельности индивидуальной, ведь «объектом» в данном случае является не физический предмет, а живой человек, имеющий собственные мотивы и цели, способный оказать противодействие и т. д.

Общение, по Б. Ф. Ломову [47], — самостоятельная категория, причем по широте равная деятельности. Последняя, будучи нацеленной на анализ индивидуальных проявлений психики, не в состоянии охватить всю психологическую реальность, в которой общение занимает важнейшее место.

Главное отличие общения от деятельности в самоценности первого, т. е. возможно общение ради общения без каких-либо иных целей, кроме взаимного интереса партнеров друг к другу. Здесь имеют место субъект-субъектные отношения, в то время как в деятельности — субъект-объектные. Но нельзя и резко противопоставлять эти две сферы человеческой жизни. В некоторых видах деятельности в качестве ее средств и способов используются приемы общения, а сама деятельность строится по законам общения (работа педагога, лектора). В других случаях те или иные действия используются в качестве средств и способов общения, которое строится по законам деятельности (театральное представление). Таким образом, заключает автор, эти два процесса «неразрывно связаны... между ними существует масса переходов и превращений».

Кроме данной проблемы, психологию всегда интересовало, каким образом познавательные процессы функционируют в условиях общения. Интерес закономерен, поскольку лабораторные исследования ощущений, внимания, памяти и мышления, возможно, не отражают истинной феноменологии этих процессов. Ведь человек обычно находится среди других людей.

Поэтому еще около 100 лет назад В. М. Бехтерев совместно с М. В. Ланге разработал метод экспериментального исследования, в основе которого лежал принцип сравнительного анализа протекания различных психических процессов в условиях общения и в ситуации индивидуальной деятельности

Суть предложенной Бехтеревым схемы группового эксперимента заключалась в исследовании эффекта «присутствия группы», а тип совместности, взаимодействия членов группы, реализуемый в данных экспериментах, можно было бы назвать

«работа рядом». Особенность подобных опытов в том, что несколько испытуемых, выполняя общее для всех задание, находятся в непосредственной близости друг от друга, но не взаимодействуют в процессе выполнения деятельности. Взаимовлияние членов группы в данном случае ограничивается лишь эмоциональным воздействием благодаря присутствию других людей, а также спонтанно возникающей соревновательной ситуации, стимулирующей индивидуальную деятельность. Однако дальнейшие исследования проблемы влияния группы на личность привели Бехтерева к отказу от указанной экспериментальной процедуры и разработке классической модели группового экспериментального исследования, суть которой заключалась в организации в экспериментальных условиях активного непосредственного взаимодействия испытуемых в процессе выполнения совместной деятельности.

В последней трети XX в. к изучению познавательных процессов в совместной деятельности вновь появился интерес, что выразилось в широком спектре научных исследований ученых Института психологии (ныне ИП РАН). Были воспроизведены экспериментальные схемы В. М. Бехтерева и М. В. Ланге, в результате исследователи получили обширные данные о роли общения в работе познавательных процессов. К сожалению, обобщение результатов оказалось более трудной задачей, нежели их получение, в силу чего она не решена до сих пор.

Интерес к теме, однако, сохранился, что отражается в современных публикациях. В работе В. А. Горяниной [15] феноменология общения прямо сопоставляется со всеми видами познавательных процессов: восприятием, памятью, мышлением, — а также с состояниями.

С других методологических позиций связь общения и познавательных процессов рассматривается в современных исследованиях, проводимых в русле когнитивной психологии (напр., Коровкин С. Ю., 2014).

### **1.1.2. Личностные и индивидуальные особенности общения**

В. В. Знаков [26] на основе анализа зарубежной литературы описал половые различия эмпатийной способности. Предполагалось, что способность к эмпатии у женщин выше, чем у мужчин. Однако было обнаружено, что эта компетенция зависит главным образом не от пола, а от мотивации субъекта межличностного понимания. Например, мотивация понимания возрастает, если субъект считает, что его партнер физически привлекателен. Обнаружена положительная корреляция между оценкой физической привлекательности партнера и точностью понимания его личностных качеств. Женщины обнаруживают более точное понимание партнера, только когда знают, что эта их способность оценивается в исследовании.

Индивидуальные различия отчетливо проявляются в пространственном регулировании общения [27]. Одной из значимых социальных норм, влияющих на характер общения, являются представления партнеров о межличностном пространстве, т. е. допустимой мере приближения людей друг к другу во время беседы. Как показали различные исследования, в общении расстояние между партнерами должно быть оптимальным, не слишком большим, но и не очень малым. Большое и маленькое удаление от собеседника обычно ведет к дискомфорту и нарушению взаимопонимания.

Несоответствие в представлениях о размерах личного пространства в общении редко ясно осознается партнерами, но вызывает у них чувство дискомфорта и негативные реакции. Для серьезного разговора близких людей оптимальным оказывается дистанция от полуметра до 120 см. Нельзя слишком близко подходить к малознакомым людям, потому что таким образом мы вторгаемся в зону, куда допускаются только близкие. Для неформальных социальных контактов и деловых отношений оптимальным считается расстояние от 1,2 до 3,7 м. Причем удаление соответствует нарастанию формальности отношений. Публичной считается дистанция чуть больше 3,7 м: на таком расстоянии считается вполне приличным обменяться несколькими словами и разойтись. Верно выбранная дистанция задает тон разговору,

является для собеседника своеобразным сигналом, указателем границ, в которых должна происходить беседа.

Эмпирические исследования показали, что выбираемое расстояние зависит от возраста, пола, статуса и национальных особенностей людей.

Процедуры, которые используются для измерения оптимального субъективного пространства, как правило, очень просты. Например, испытуемый стоит в центре пустой комнаты и указывает, на каком расстоянии должен остановиться входящий в комнату человек. Установлено, что ближе всех допускаются родственники, близкие знакомые, врачи. Оказалось, что пожилые люди комфортнее себя чувствуют на большем расстоянии, чем молодые. Женщины обычно стоят или сидят ближе, чем мужчины. Причем это не зависит от того, кем является их партнер по общению — женщиной или мужчиной. Женщины также дольше фиксируют взгляд на другом человеке. Национальные особенности: южане склонны подходить к собеседнику ближе, чем северяне. Если партнер во время беседы отодвигается, то южанами это нередко воспринимается с обидой как знак недоверия.

Во многие учебники по межкультурному общению, кросс-культурному анализу вошла история о разговоре между североамериканским и латиноамериканским бизнесменами. Они начали разговор в одном конце коридора, а закончили его в другом. Никто из них не собирался вести переговоры на ходу, однако у обоих были разные представления об индивидуальном пространстве, т. е. о том, на каком расстоянии ведутся деловые беседы. Поэтому североамериканец постоянно «пятился», стремясь увеличить дистанцию, а его партнер, напротив, «наступал». Обычно американцы и канадцы во время делового разговора стоят на расстоянии полутора метров друг от друга. Такое расстояние кажется необъяснимо далеким для представителей Латинской Америки и жителей арабского Востока. Немцы и японцы считают его слишком близким.

Какие психологические факторы способствуют пространственному сближению? Обычно заинтересованные друг в друге собеседники сокращают дистанцию общения. Психически уравновешенные люди подходят друг к другу ближе, чем тревожные.

Ориентацию мужчин и женщин на неодинаковые правила поведения в общении описывает В. В. Знаков [26] со ссылкой на американского психолога Дебору Таннен.

1. Мужчины ориентированы главным образом на обладание информацией, свободу действий и независимость суждений. Женщины стремятся к психологической близости с партнером, осознанию того, что их жизнь тесно взаимосвязана с жизнью другого человека. Например, Линда никогда не строит планов ни на уикенд, ни на вечер, без того чтобы не посоветоваться сначала с Джоном. Она не может понять, почему он не отвечает ей тем же, не проявляет внимательности и чуткости, как она. Но когда она начинает высказывать свои возражения, Джон говорит: «Не могу же я сказать своему другу: "Я должен спросить разрешения у своей жены!"» Для многих мужчин посоветоваться с женой означает спросить разрешения. Субъективно это воспринимается ими как проявление несвободы, что они не могут вести себя так, как им хочется. Что же касается большинства женщин, то для них посоветоваться с мужем вовсе не означает спрашивать разрешения. Обычно они полагают, что супруги обсуждают свои планы друг с другом, потому что их жизни связаны.

2. Два типа логики — склонность опираться на обобщенные выводы и на конкретные примеры из личного опыта. В общении многие женщины используют в качестве аргументов свои личные примеры. Их логика строится на личных контактах и опыте: они интегрируют собственные наблюдения или стараются сделать выводы из опыта других людей. Такая логика часто бывает непонятна мужчинам, потому что они редко доверяют отдельным, необобщенным фактам. Женские примеры не пользуются весом у их коллег-мужчин именно потому, что женщины в качестве примеров используют свой опыт.

3. Разная направленность интересов — информация о фактах, событиях в мире у мужчин и интерес к эмоциям, мыслям и чувствам окружающих людей у женщин. Стиль слушания мужчин сфокусирован на информационном уровне разговора, а женщин — на взаимоотношениях, т. е. метаинформационный уровень. Мужчины интересуются политикой, спортом и разными новостями. По мнению Деборы Таннен, женщины прояв-

ляют такой же интерес к подробностям личной жизни других людей. Мужчин волнует отсутствие знаний о том, что происходит в мире. А женщинам неприятно, если у них нет сведений о том, что происходит с тем или иным человеком. Для большинства женщин разговор является средством сближения и взаимопонимания. В это время устанавливаются связи и развиваются отношения, а акцент делается на демонстрацию одинакового опыта и похожих случаев.

Например, одна женщина сказала, что ей не нравится без конца повторять, как они расстались с другом. Но если она не сообщит всем своим подружкам, они на нее обидятся. Они могли бы расценить ее скрытность как знак того, что ей хочется прекратить с ними дружбу. Эта же женщина была поражена, когда узнала, что ее бывший друг никому не сказал об их разрыве. Он продолжал ходить на работу, в спортзал, играл в футбол и теннис со своими друзьями, как будто в его жизни ничего не случилось.

4. Разное отношение к просьбам о помощи и вопросам. В жизни женщин не самым главным является обладание информацией, опытом или умением. Они не считают все эти признаки мерой влияния на окружающих. Они полагают, что их власть усиливается, если к ним обращаются за помощью. Более того, если они настраиваются на связи с другими, а не на независимость и опору на собственные силы, они себя чувствуют сильнее. Многие женщины с удовольствием пользуются помощью, и если могут, то помогают кому-либо сами. Существуют некоторые женщины, которые прекрасно себя чувствуют, поддерживая кого-либо. Но мужчины, особенно четко реагирующие на динамику статуса, просто не могут не помогать женщинам. Они сами привыкли полагаться только на собственные силы. Такие люди хорошо себя чувствуют, когда делятся информацией и оказывают помощь, а не когда получают ее.

5. Склонность мужчин в общении к прямым выводам, а женщин — к косвенным. Прямые и опосредствованные способы выражения мыслей и чувств нередко становятся причинами непонимания между мужчинами и женщинами.

Например, непонимание возникало между мужем и женой после столкновения автомобилей, в котором она была серьезно

ранена. Жена ненавидела больницы, и поэтому попросила пораньше взять ее домой. Но когда она оказалась дома, то испытывала боли, когда ей приходилось передвигаться. Муж спросил: «Почему ты не осталась в больнице, где тебе было бы гораздо удобнее?» Это ее обидело. Она усмотрела в его словах такой подтекст, что он не хотел, чтобы она была дома. Она не восприняла его предположение о том, что ей следовало бы остаться в больнице, как прямую ответную реакцию на свои жалобы на испытываемую ею боль. Она приписала мужу нежелание видеть ее дома.

6. Поиски чувства общности у женщин и уверенность в уникальности своих переживаний у мужчин. Женщины часто расстраиваются, потому что мужчины в ответ на рассказ об их неприятностях не начинают рассказывать им о своих бедах. Мужчины, наоборот, нередко испытывают чувство неловкости и переживают, когда женщины начинают выливать на них свои беды. Многих мужчин это не только не успокаивает, но даже злит.

Например, одна из женщин рассказывала, что, когда ее друг начал делиться с ней личными переживаниями по поводу того, что он боится приближающейся старости, она ему ответила: «О, мне понятны твои чувства, я ощущаю то же самое». Она была поражена его реакцией: он разозлился, т. к. почувствовал, что она попыталась каким-то образом отнять у него уникальность его ситуации. Ему-то казалось, что такие чувства испытывает только он.

### **Задания и упражнения для самостоятельной работы**

*Задание 1. Проанализируйте разные определения понятия общения. Найдите общее и различное. На основании проведенного анализа дайте свое определение понятия «общение».*

Общение — форма взаимодействия субъектов, которая изначально мотивируется их стремлением выявить психические качества друг друга и в ходе которой формируются межличностные отношения (дружбы, любви или, наоборот, неприязни).

Общение — взаимодействие людей, содержанием которого является обмен информацией с помощью различных средств коммуникации для установления взаимоотношений между людьми.

Общение — сложный процесс взаимодействия между людьми, заключающийся в обмене информацией, а также в восприятии и понимании партнерами друг друга.

Общение — сложный многоплановый процесс установления и развития контактов между людьми (межличностное общение) и группами (межгрупповое общение), порождаемый потребностями совместной деятельности и включающий в себя как минимум три различных процесса: коммуникацию (обмен информацией), интеракцию (обмен действиями) и социальную перцепцию (восприятие и понимание партнера)

Общение — процесс передачи и приема сообщений с помощью вербальных и невербальных средств, включающий обратную связь, в результате чего осуществляются обмен информацией между участниками общения, ее восприятие и познание, а также их влияние друг на друга и взаимодействие по достижению изменений в деятельности.

Общение — сложный, многоплановый процесс установления и развития контактов между людьми, рождаемый потребностями в совместной деятельности и включающий в себя обмен информацией, выработку единой стратегии взаимодействия и восприятие, понимание людьми друг друга.

Общение — осуществление знаковыми средствами взаимодействия между индивидами, вызванное потребностью совместной деятельности и направленное на значимые изменения состояний, поведения, и личностно-смыслового образования индивида.

Общение — это взаимодействие двух или нескольких людей, во время которого возникает психический контакт, проявляющийся в обмене информацией, взаимовлиянии, взаимопонимании, взаимопереживании.

Общение — это процесс взаимодействия людей, состоящий в обмене информацией познавательного или эмоционально-оценочного характера, в ходе которого возникают, проявляются и формируются межличностные отношения.

Общение — это процесс межличностного взаимодействия, порожденный широким спектром актуальных потребностей партнеров, направленный на удовлетворение этих потребностей и опосредованный определенными межличностными отношениями.

Общение — процесс активного взаимодействия людей между собой, которое обеспечивается средствами языка и связано с характеристикой каких-либо фактов, действий.

Общение — это форма деятельности, осуществляемая между людьми как равными партнерами и приводящая к возникновению психического контакта. Психический контакт обеспечивает в общении взаимный обмен эмоциями. Он же характеризует общение как двустороннюю деятельность, взаимную связь между людьми.

*Задание 2. Раскройте следующие положения о значимости общения в жизни человека.*

Общение — сущностная характеристика и условие бытия человека.

- *Общение как способ проявления человеческой сущности*
- *Общение как фактор становления человека*
- *Общение как условие существования и органическая потребность человека*

Общение как фактор жизнедеятельности общности.

- *Общение — условие существования общности*
- *Общение — источник взаимной информированности индивида и общности*

*Задание 3. Напишите эссе «Общение в деятельности психолога».*

*Задание 4. Найдите в интернет-источниках функции общения. Обобщите и предложите свою классификацию.*

### *Упражнение 1*

**А.** Рассмотрите описание функций общения, предложенное Р. Вердербер и К. Вердербер [13].

*1. Мы общаемся, чтобы удовлетворить потребность в общении.* Все люди — социальные существа по природе своей, и мы так же остро нуждаемся в других людях, как в пище, воде и крыше над головой. Два человека могут часами мило болтать о несущественных мелочах, причем ни один из них и не вспомнит потом, о чем же шла речь. Цель их разговора была такова: удовлетворение потребности в простом человеческом общении.

2. *Мы общаемся, чтобы усовершенствовать и поддержать наше представление о себе.* Посредством коммуникации мы узнаем, что мы есть, чем мы хороши, как люди реагируют на наше поведение.

3. *Мы общаемся ради выполнения социальных обязательств.* Мы говорим: «Как дела?», — встретив человека, с которым сидели за одной партой в прошлой четверти; «Что нового?» или просто «Привет», — так мы приветствуем знакомых. Таким образом, мы выполняем социальные обязательства. Словами «Привет, Джош, как дела?» мы подтверждаем, что узнали человека. Если ничего не говорить, мы рискуем заслужить репутацию высокомерного и бестактного человека.

4. *Мы общаемся, чтобы строить взаимоотношения.* Через общение мы не только знакомимся с другими людьми, но и, что еще более важно, строим взаимоотношения, которые могут развиваться и углубляться, а могут чахнуть и увядать.

5. *Мы общаемся, чтобы обмениваться информацией.* Часть информации мы получаем через наблюдения, чтение, телевизор, а изрядную долю — через прямое общение с другими людьми. Когда мы решаем, что надеть, за кого голосовать на президентских выборах, мы советуемся с окружающими. Во всех этих случаях происходит бесконечное количество обменов сообщениями, включающих посылку и получение информации.

6. *Мы общаемся, чтобы воздействовать на других.* Вряд ли найдется хоть один день, когда бы вы не пробовали повлиять на чье-либо поведение — убедить друзей сходить в конкретный ресторан или поддержать того или иного кандидата, заставить супруга бросить курить или уговорить преподавателя поставить вам другую оценку.

**Б.** Опишите коммуникационные эпизоды, в которых вы сегодня принимали участие. Теперь отнесите каждый эпизод к одной из шести категорий, в зависимости от его функций. Каждый эпизод может выполнять несколько функций.

## ***1.2. Общение как предмет социальной психологии***

В качестве предмета социальной психологии общение представлено функциями взаимосвязи, взаимопроявления, взаимопонимания, взаимоотношения, согласования взаимодействий и взаимовлияния [50]. Действительно, общение порождает все социально-психологические явления — восприятие людьми друг друга, руководство и лидерство, сплоченность и конфликтность, симпатию и антипатию и т. д.

Рассмотрим некоторые проблемы взаимопонимания, взаимоотношений и взаимовлияния.

### **1.2.1. Некоторые аспекты проблемы взаимопонимания**

Проблема взаимопонимания обсуждается и как «восприятие человека человеком», и как «межличностное понимание», и как «социальная перцепция (А. А. Бодалев). Феноменологически эти области познания отличаются незначительно и отражают процесс построения у одного человека образа другого человека, разворачивающегося при непосредственном общении с ним. В контексте данной проблемы рассматриваются механизмы, посредством которых происходит формирование образа, этапы формирования, ошибки процесса, стратегии формирования образа.

А. А. Бодалев [11] выделяет пять компонентов, которые влияют на формирование первого впечатления о человеке:

1. Характеристика внешности человека, его физиологические особенности.
2. Оформление его внешности.
3. Экспрессия человека (переживаемые или транслируемые эмоциональные состояния).
4. Поведение.
5. Предполагаемые качества личности.

В учебнике под редакцией В. Н. Дружинина отмечается, что объектом познания является как физический, так и социальный облик человека. При восприятии фиксируется первоначально физический облик, к которому относятся анатомические, физиологические, функциональные и паралингвистические характеристики. К анатомическим (соматическим) особенностям отно-

сятся рост, голова, руки и др. Физиологические характеристики включают дыхание, кровообращение, потоотделение и т. д. Функциональные особенности включают осанку, позу и походку. Паралингвистические (невербальные) особенности общения включают мимику, жесты и телодвижения.

Социальный облик предполагает социальное оформление внешности, речевые, экстралингвистические, проксемические и деятельностные характеристики. Социальное оформление внешности (внешний облик) включает одежду человека, его обувь, украшения и другие аксессуары. Проксемические особенности общения относятся к расстоянию между общающимися и их взаимному расположению. Экстралингвистические особенности речи предполагают своеобразие голоса, тембр, высоту и т. д. При восприятии человека социальные особенности по сравнению с физическим обликом наиболее информативны.

Сходная последовательность отмечается и Р. и К. Вердерберами [14], которые описывают последовательность формирования образа на основе физических качеств человека:

раса → пол → возраст → внешний вид → выражение лица  
→ контакт глаз → движения → личное пространство  
→ прикосновения

Формирование образа воспринимаемого человека происходит с помощью механизмов и эффектов межличностного восприятия. Основные механизмы межличностного восприятия:

1. Познание и понимание людьми других (эмпатия, идентификация).
2. Познание себя через познание других (рефлексия).
3. Механизмы, обеспечивающие прогнозирование поведения партнера по общению (каузальная атрибуция).
4. Стереотипизация.

*Идентификация* — механизм понимания другого человека через неосознанное или сознательное уподобление себя ему, через отождествление себя с ним. Такой механизм имеет место в тех случаях, когда предположение о внутреннем мире, переживаниях партнера по общению строится на основе попытки поставить себя на его место. Это проявляется в виде погружения, перемещения себя в поле, пространство, обстоятельства другого человека.

Точность идентификации зависит от ряда факторов:

- 1) типичности/уникальности поведения человека,
- 2) соответствия системы ценностей партнеров по общению,
- 3) степени близости партнеров по общению (знания условий, обстоятельств жизни другого человека),
- 4) желания понять другого человека.

*Эмпатия* — механизм понимания другого человека, включающий эмоциональное чувство его переживаний. При эмпатии имеет место не рациональное осмысление его состояния, а собственно переживание такого же состояния.

Считается, что непосредственные эмпатические реакции являются если не врожденными, то формируемыми в первые же дни жизни, задолго до того, как ребенок научается отличать себя от других. Уже двухдневный младенец, слыша крик другого ребенка, начинает плакать, причем это не просто подражание, а следствие некоторого эмоционального дискомфорта. Малыши легко «отталкивают» чужие страдания. К. И. Чуковский [56] заметил, что дети принимают судьбу своих любимых сказочных персонажей так близко к сердцу не по доброте, а потому, что отождествляют себя с ними. Ребенок не С Очувствует другому, а скорее ЧУВСТВУЕТ себя этим другим.

В детском поведении вначале еще нет ни эгоизма, ни альтруизма во взрослом значении этих слов. Успокаивая плачущего товарища, ребенок прежде всего стремится устранить вызванный эмпатическим расстройством эмоциональный дискомфорт в себе. При таком способе общения еще не различается, что свое и что чужое: быть собой и быть другим просто одно и то же.

Американский социолог Р-Г. Тернер анализируя функции эмпатии в процессе взаимодействия, писал, что эмпатия выполняет положительную функцию для участников взаимодействия в том случае, когда взаимодействующие индивиды добиваются общей цели, и отрицательную, когда они преследуют противоположные цели [57].

Следует заметить, что проблема эмпатии сохраняет свою актуальность и в плане теоретическом, и в плане прикладном.

В качестве одной из научных проблем обсуждается структура эмпатии [6]. Если первоначальный смысл термина «эмпатия» был буквальным, он означал процесс вчувствования,

т. е. эмоционального проникновения в состояние другого, то в настоящее время исследователи (R. Dymond, Т. П. Гаврилова, М. А. Пономарева) рассматривают эмпатию как системное образование, которое включает в себя когнитивный (понимание эмоционального состояния другого человека), эмоциональный (сопереживание или сочувствие, которые испытывает субъект к другому лицу), конативный (активная помощь объекту эмпатии) компоненты.

*Рефлексия* — это осознание человеком того, как он воспринимается партнером по общению, т. е. «как будет партнер по общению понимать меня». Таким образом, рефлексия — это своеобразный процесс зеркального отражения друг друга. Дж. Холмс обратил внимание на механизм рефлексии и описал его на примере диадического общения неких Джона и Генри [3]. Дж. Холмс утверждал, что в действительности в этой ситуации даны как минимум шесть человек: Джон, каков он есть на самом деле (А); Джон, каким он сам видит себя (А1); Джон, каким его видит Генри (А2). Соответственно такие же «позиции» со стороны Генри (Б, Б1, Б2). Общая модель образования рефлексивной структуры в диадическом взаимодействии:

А и Б

А1 Б1 — представление о самих себе

А2 Б2 — представление о другом

Рис. 1. Диадическое взаимодействие

Взаимодействие в процессе общения осуществляется так: А говорит в качестве А1, обращаясь к Б2. Б реагирует на А2 в качестве Б1. Насколько все это близко к реальности, неизвестно, поскольку между А и А2, Б и Б2 нет каналов коммуникации. Общение будет успешным при минимальном разрыве А — А1 — А2 и Б — Б1 — Б2.

Проблемы, связанные с рефлексией как механизмом познания другого, были зафиксированы в экспериментах, проведенных студентами кафедры социальной психологии МГУ под руководством А. У. Хараша [5]. В этих экспериментах исследовалась реальная студенческая группа, каждого члена которой просили дать характеристику самому себе от имени каждого другого члена

группы. Часть студентов вообще с трудом могла дать более или менее дифференцированное представление о «ты-концепции», существующей, по их мнению, у другого, а в некоторых случаях выявилось поразительное несоответствие «ты-концепции», которую испытуемый приписывал другому, действительно существовавшей у этого другого его «ты-концепции».

### *Каузальная атрибуция*

Познавая друг друга, люди стремятся к познанию причин поведения и вообще к познанию причинных зависимостей окружающего их мира. При этом они опираются на информацию, которую могут получить об этих явлениях. Однако поскольку сплошь и рядом этой информации оказывается недостаточно, а потребность сделать причинный вывод остается, человек начинает не столько искать истинные причины поведения, сколько приписывать их другому. Наряду с приписыванием причин происходит приписывание и других особенностей личности.

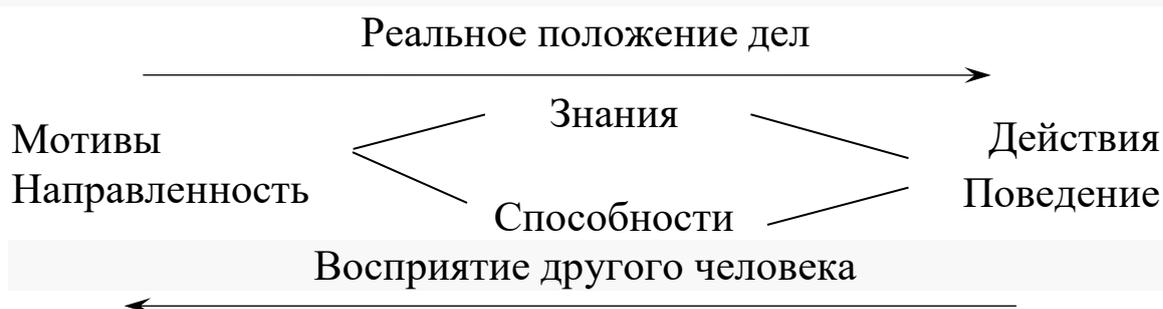


Рис. 2. Процесс каузальной атрибуции

Мера соответствия наблюдаемых действий другим элементам схемы может быть различной. Было установлено, что она зависит от двух показателей: степени уникальности (типичности) поступка и степени его социальной желательности (соответствия нормам). Следовательно, процесс познания другого в обычных условиях при демонстрации ожидаемых форм поведения является более эффективным, нежели в случае поведения, отклоняющегося от принятых образцов.

Выделено шесть фундаментальных ошибок атрибуции.

1. Общая тенденция переоценивать роль личностных факторов регуляции поведения и недооценивать влияние ситуационных.

2. Ошибка «ложного согласия», или « большинство сделает так, как я ».

3. Ошибка неравных возможностей ролевого поведения — игнорирование особенностей, обусловленных ролевой позицией.

4. Игнорирование информационной ценности неслучившегося — не сделанное должно также быть основанием для оценки поведения.

5. Больше доверие к фактам, чем к суждениям.

6. Легкость построения ложных корреляций — черты ошибочно соединяются как обязательно сопутствующие друг другу.

*Стереотипизация* — это восприятие и оценка социальных объектов на основе определенных представлений (стереотипов). Стереотипизация проявляется в приписывании сходных характеристик всем членам какой-либо социальной группы без достаточного осознания возможных различий между ними.

Стереотипизация в процессе познания людьми друг друга может привести к двум различным следствиям. С одной стороны, к определенному упрощению процесса познания другого человека, и тогда это упрощение ведет к замене образа человека штампом, например «все бухгалтеры — педанты», «все ученые рассеянные». С другой стороны, это ведет к предубеждениям, если суждение о социальном объекте строится на основе прошлого ограниченного опыта, который чаще всего может оказаться негативным.

Особенное распространение получили так называемые этнические стереотипы, когда на основе ограниченной информации об отдельных представителях тех или иных этнических групп строятся предвзятые выводы относительно всей группы.

В процессе межличностного восприятия проявляются эффекты восприятия, которые оказывают влияние на его точность. К таким эффектам относятся:

1. *Эффект ореола (гало-эффект).*

Информация, получаемая о каком-либо человеке, накладывается на образ, который уже был создан заранее. Этот образ, ранее существовавший, выполняет роль «ореола», мешающего видеть действительные черты и проявления воспринимаемого человека. Эффект ореола проявляется либо в форме позитивной оценочной пристрастности (положительный ореол), либо

в негативной оценочной пристрастности (отрицательный ореол). Эффект ореола проявляется при формировании первого впечатления в том, что если первое впечатление о человеке в целом благополучно, то в дальнейшем все его поведение, черты и поступки начинают переоцениваться в положительную сторону. В них выделяются и преувеличиваются в основном лишь положительные моменты, а отрицательные недооцениваются или не замечаются. Если же общее первое впечатление о человеке в силу сложившихся обстоятельств оказалось отрицательным, то даже положительные его качества и поступки в последующем или не замечаются вовсе, или недооцениваются на фоне гипертрофированного внимания к недостаткам.

С эффектом ореола тесно связаны эффекты новизны и первичности. Эти эффекты (новизны и первичности) проявляются через значимость определенного порядка предъявления информации о человеке для составления представления о нем.

2. *Эффект новизны* возникает тогда, когда по отношению к знакомому человеку наиболее значимой оказывается последняя, т. е. более новая, информация о нем.

3. *Эффект первичности* возникает, когда по отношению к незнакомому человеку более значимой оказывается первая информация.

4. *Суждение о человеке по аналогии с собой.*

Эффект проявляется в неосознанном переносе на другого собственных свойств и переживаний. «Если я в этой ситуации испытываю печаль, то и другой тоже ее испытывает».

5. *Эффект «имплицитной теории личности»* проявляется в том, что конкретный человек рассматривается сквозь призму имплицитных представлений о том: какова должна быть личность по мнению воспринимающего.

6. *Эффект «стремление к внутренней непротиворечивости»* проявляется в том, что происходит «вытеснение» тех аспектов образа воспринимаемого человека, которые противоречат сложившемуся о нем представлению.

7. *Эффект инерционности* проявляется в том, что человек стремится сохранить однажды созданный образ.

Процесс восприятия людьми друга имеет возрастные и половые особенности. А. А. Бодалев [11] выделяет три основные тенденции восприятия других людей.

1. С возрастом происходит постепенное увеличение числа свойств, отличающихся и оцениваемых в личности другого человека.

2. Наблюдается рост круга качеств, выделяемых при описании каждого свойства личности.

3. С формированием человека как субъекта труда, познания и общения изменяется значение, которое испытуемый придает тому или иному свойству личности; в описании человека все чаще включается его экспрессия, эмоционально-динамические характеристики, в то же время в речевых портретах уменьшается число элементов, описывающих оформление внешности.

### **1.2.2. Некоторые аспекты проблемы межличностных отношений**

Межличностные отношения — это объективно переживаемые, в разной степени осознаваемые взаимосвязи между людьми. В их основе лежат разнообразные эмоциональные состояния взаимодействующих людей и их психологические особенности (Н. Н. Обозов).

Не всегда исследователи включают в определение межличностных отношений эмоциональную составляющую, что видно из представленных ниже **оснований классификации межличностных отношений** [62.]

1. С точки зрения *цели взаимодействия* отношения могут быть первичными и вторичными. Особенности межличностных отношений первичного типа заключаются в том, что между людьми устанавливаются необходимые связи, как правило, сами по себе. Вторичные связи зарождаются исходя из того, какую помощь или функцию выполняет один человек по отношению к другому.

2. По *характеру* межличностные отношения подразделяются на формальные и неформальные. Формальные отношения основаны на должностной основе и регулируются уставами, законами и иными предписанными правилами взаимодействия, которые обычно имеют правовую основу. Неформальные от-

ношения складываются на базе личных связей и не ограничены официальными рамками.

3. С точки зрения *совместной деятельности* межличностные отношения подразделяются на деловые и личные. В деловых отношениях во главе угла стоит работа, служебные или производственные обязанности. Личные отношения не связаны с совместной деятельностью, основаны на субъективно испытываемых чувствах. К таковым относят знакомство, товарищество, дружбу и интимные отношения.

4. Межличностные отношения могут рассматриваться и с точки зрения *преобладающего психического компонента* — рациональные или эмоциональные. В первом случае преобладает логика, разум и расчет. Во втором — эмоции, приязнь, привлекательность, восприятие без учета объективной информации об индивидууме.

5. С точки зрения *статуса людей*, вступающих в межличностные отношения, связи между ними могут носить субординационный или паритетный характер. Субординация предполагает неравноправие, отношение руководства и подчинения. Паритет, напротив, основан на равенстве индивидуумов, участники отношений при этом выступают как независимые личности.

Следует заметить, что отношения, которые не включают эмоционального компонента (формальные, деловые, субординационные и т. п.), в значительной степени предопределены нормами, требованиями, инструкциями. В соответствии с этим имеют конкретную деятельностную спецификацию, с одной стороны, и меньшую субъектную детерминированность — с другой.

Здесь коснемся межличностных отношений, определяемых через эмоциональную составляющую. Причем собственно межличностные чувства могут рассматриваться как виды межличностных отношений [29].

1. Привязанность — это чувство близости, основанное на симпатии к кому-нибудь, взаимное влечение друг к другу.

2. Любовь. Понимается как сложный многоаспектный феномен, который специфицируется в зависимости от объекта любви: любви родителей к своим детям, детей к своим родителям, любви между братьями и сестрами, любви между мужчиной и женщиной, любви ко всем людям, любви к Богу.

3. Признательность, чувство благодарности, которое выражает положительное отношение к другому человеку за оказанную субъекту услугу.

4. Уважение — проявление внимания или предупредительность к человеку и соблюдение его прав. Это почтительное отношение, основанное не только на признании достоинств человека, но и на взгляде на человека как на личность со своими ценностями, имеющую право на свое мнение и убеждения.

5. Альтруизм, проявляющийся в сочувствии, в удовлетворении потребностей беспомощного, в стремлении опекать, утешать, защищать, заботиться, успокаивать и исцелять тех, кто в этом нуждается.

6. Враждебность — неприязненное отношение к тому, с кем человек находится в конфликте. Чувство враждебности возникает из отрицательного опыта общения и взаимодействия с каким-либо человеком в ситуации конфликта. Сильно выраженное чувство враждебности обозначается как ненависть.

7. Зависть чаще всего понимается как неприязненное, враждебное отношение к успехам, популярности, моральному превосходству или преимущественному положению другого лица.

8. Ревность. Понимается как подозрительное отношение человека к объекту обожания, связанное с мучительным сомнением в его верности либо знанием о его неверности.

9. Эгоизм означает предпочтение при выборе линии поведения собственных интересов и потребностей интересам общества, потребностям других людей и является наиболее открытым проявлением индивидуализма.

Как следует из данной классификации, межличностные чувства могут быть сближающими (конъюнктивными) и разъединяющими (дизъюнктивными).

Другое основание классификации связано с уровнями отношений, которые определяются

- 1) в зависимости от степени доверия, которое располагается по нарастающей [63],
- 2) специфики общения на этих уровнях [10],
- 3) времени взаимодействия,
- 4) спектра эмоций, который увеличивается от уровня к уровню.

По этому основанию Р. и К. Вердерберы [13] рассмотрели отношения, характеризующие три группы людей.

*Знакомые* — это люди, которых знают по имени, с кем можно поговорить, когда представится возможность, но с ними устанавливаются поверхностные отношения, для которых характерна ситуативность, кратковременность взаимодействия, низкий уровень доверительности. В значительной степени это ритуальное взаимодействие — приветствия, шутки, светский разговор. Эмоций, которые сопровождают данный уровень отношений, немного.

*Друзья* — это люди, с которыми добровольно устанавливается тесный личный контакт. Желая подружиться, люди пытаются выйти за рамки формальных отношений. Для этого уровня характерны длительные, доверительные отношения.

*Ближние люди* — это те, кому доверяют свои самые сокровенные чувства. У человека может быть много друзей и знакомых, но лишь несколько близких людей. Близкие люди отличаются от «обычных» друзей большей степенью преданности, доверия, открытости и удовольствия, которое они получают от своих отношений. Например, хотя друзья склонны к самораскрытию, они редко доверяют тайны своей жизни; зато близкие друзья часто знают все о своем партнере.

Е. П. Ильин [29] вводит еще один уровень отношений между друзьями и знакомыми — приятельские отношения. Приятельские отношения возникают, когда знакомые ощущают межличностную привлекательность (симпатию). Условием возникновения симпатии является территориальная близость. Она создает доступность контактов с другим человеком. А это позволяет людям находить друг в друге то, что им нравится, что их роднит, оказывать друг другу знаки внимания.

Сходные виды отношений рассматривает Н. Н. Обозов, выделяя этапы развития межличностных отношений:

1) этап знакомства — первый этап — возникновение взаимного контакта, взаимного восприятия и оценки людьми друг друга, что во многом обуславливает и характер взаимоотношений между ними;

2) этап приятельских отношений — возникновение межличностных отношений, формирование внутреннего отноше-

ния людей друг к другу на рациональном (осознание взаимодействующими людьми достоинств и недостатков друг друга) и эмоциональном уровнях (возникновение соответствующих переживаний, эмоционального отклика и т. д.);

3) товарищеские отношения — сближение взглядов и оказание поддержки друг другу, характеризуются доверием.

В контексте формирования рассматриваются уровни отношений В. В. Козловым и А. А. Козловой [34].

С их точки зрения, существуют определенные критерии, по которым люди оценивают и выбирают друг друга. Важно, чтобы эти оценки и сами критерии выбора совпадали, и тогда словно снимаются барьеры в отношениях, появляется значительно больше тем и поводов для общения и взаимодействия. Люди больше узнают друг о друге, больше доверяют.

Этот процесс не стихийный, как правило, он разворачивается в определенной последовательности от простых форм восприятия друг друга до сложных способов взаимодействия и достаточно глубокого взаимопонимания. Различают три барьера, или фильтра, общения.

*1 фильтр.* Внешний вид человека («гостей встречают по одежке»), стиль его поведения, манеры, уровень его образованности и воспитанности. Возможно, что значительная часть людей не пройдет этот фильтр, останется за барьером развития дальнейших отношений с данным человеком.

*2 фильтр.* На уровне более близкого знакомства люди обмениваются информацией, своими идеями, взглядами на различные аспекты жизни, как бы погружаются во внутренний мир друг друга, начинают понимать жизненные планы других, правила и ценности, которыми они руководствуются. И здесь возможно принятие или непринятие человека уже на более глубоком личностном уровне.

Совсем немного людей остается перед *третьим фильтром* общения. Но это уже очень близкие люди, в чем-то незаменимые. С ними чаще всего ищут встреч, поводов для совместного времяпрепровождения. Понятно, что этот уровень обязателен и для благоприятных и счастливых семейных отношений, и групп, связанных единой целью деятельности.

В целом динамику отношений можно рассматривать как процесс (рис 3).

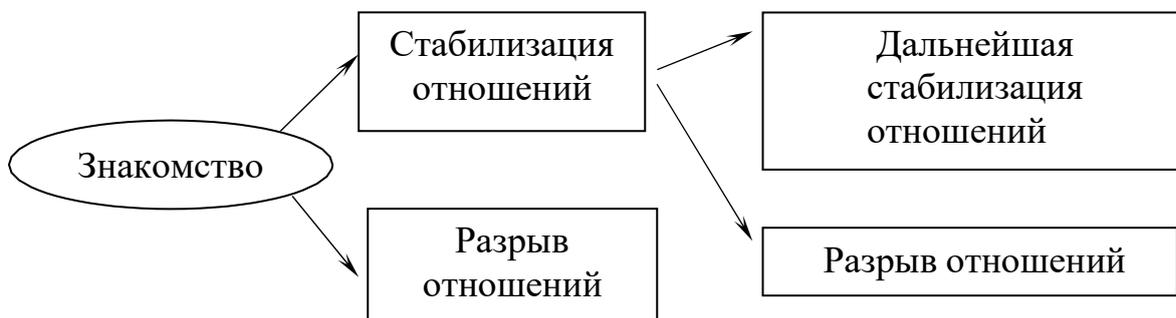


Рис. 3. Динамика отношений

Как уже отмечалось, в основе конструктивного развития отношений лежит доверие, которое неразрывно связано с симпатией и самораскрытием.

Роль симпатии особенно актуальна на этапе знакомства. В настоящее время вместо понятия «симпатия» широко используется термин «аттракция». Аттракция и понимается как симпатия, расположение, притяжение людей друг к другу. С точки зрения В. П. Шейнина [56], психологической природой аттракции является потребность в положительных эмоциях, соответственно, люди стремятся к взаимодействию с теми, кто эти положительные эмоции, прежде всего внимание, им обеспечивает. Очевидно, что внимание должно иметь некоторые проявления, чтобы партнер по общению его мог воспринять, т. е. должны быть некоторые *знаки внимания*. Знаки внимания могут быть вербальными (комплимент, похвала) и невербальными (улыбка, расположение в пространстве, отзеркаливание, слушание и т. д.). Подробно эти средства аттракции обсудим во второй главе.

Между доверием и самораскрытием существует взаимозависимость. Доверие партнеров друг к другу приводит к их самораскрытию, т. к. каждый из них уверен, что такое раскрытие не приведет к потере привязанности другого. С другой стороны, по мере самораскрытия партнеры все больше узнают друг друга и начинают друг другу доверять.

Согласно Р. и К. Вердерберам [13], в нормальных межличностных отношениях, когда люди дружат или вступают в близкие отношения, существует баланс самораскрытия (люди обменива-

ются биографическими данными, личными идеями и описывают свои чувства) и обратной связи (вербальные и физические реакции на людей и их сообщения). Степень доверия между людьми можно понять, используя «Окно Джохари». Окно Джохари было придумано Джозефом Лафтом и Харри Ингамом в 1950 г. в процессе исследования групповой динамики и имеет многофункциональное назначение. Наряду с изучением процесса самораскрытия модель используется для того, чтобы понять:

- как люди выстраивают контакты с самими собой и с другими,

- как люди представляют себе себя и других,

- как люди воспринимают свое место в мире.

«Окно» делится на четыре сектора, как показано на рис. 4.

	Знаю о себе	Не знаю о себе
Знают обо мне	<b>Открытый сектор</b>	<b>Слепое пятно</b>
Не знают обо мне	<b>Секретный сектор</b>	<b>Неизвестность</b>

Рис. 4. Окно Джохари

Первый сектор называется «открытым» сектором окна — это то, что известно человеку о себе и известно другим (имя, цвет волос, пол и т. д.), именно увеличивая размер этой области человек самораскрывается.

Второй сектор называется «секретным». В нем содержится все, что человек знает о себе и чего партнер не знает о нем. Эта информация, которой не поделились с другим человеком. В процессе раскрытия секретный сектор становится меньше, а открытый сектор увеличивается.

Третий сектор называется сектором «слепого пятна». В нем размещается информация, которую партнер знает о человеке, а человек этого не осознает. У большинства людей есть такие черты поведения, которых они не осознают. Например, человек может не осознавать своей привычки перебивать собеседника. Информация перемещается из слепого пятна в открытый сектор окна посредством обратной связи с другими людьми.

Четвертый сектор называется сектором неизвестности. Это то, чего не знает о себе сам человек и другие о нем не знают. Очевидно, что воспользоваться этой информацией нельзя. Периодически информацию этого сектора человек открывает для себя, участвуя в каких-то событиях.

Таким образом, раскрываясь и получая обратную связь в отношениях, человек изменяет размеры различных секторов окна. По мере того как человек сближается с другим, открытые сектора в окнах обоих партнеров увеличиваются, а секретные и неизвестные сектора уменьшаются.

Р. и К. Вердерберы называют следующие *руководящие принципы самораскрытия*.

1. Откровенно сообщайте такую информацию, которую хотели бы получить от других. Большинство людей начинает чувствовать себя неловко, когда уровень самораскрытия превышает их ожидания.

2. На ранних этапах развития отношений самораскрытие должно касаться биографической информации.

3. Самораскрытие следует продолжать только в том случае, если это находит отклик. Люди ожидают некоего равенства в самораскрытии. Когда очевидно, что самораскрытие не взаимно, важно подумать о пределах откровенности.

4. Необходимо соотносить желание сообщать личную, интимную информацию и возможные последствия от этого сообщения.

В заключение отметим, что развитие межличностных отношений обуславливается полом, возрастом, национальностью и многими другими факторами. У женщин круг общения значительно меньше, чем у мужчин. В межличностном общении они испытывают потребность в самораскрытии, передаче другим личностной информации о себе. Согласно данным М. Аргайла [4], женщины имеют более тесные дружеские взаимоотношения, чем мужчины, они более склонны к самораскрытию и ведут более интимные разговоры. Мужчины более склонны к совместной деятельности и совместным играм с друзьями.

## *Конфликт в межличностном общении*

Проблема конфликта хорошо освещена в литературе, поэтому здесь остановимся на тех аспектах, которые оказались предметом интереса ученых факультета психологии ЯрГУ.

Конфликт — вид взаимодействия людей, проявляющийся как столкновение противоположных мотивов (потребностей, интересов, целей, идеалов, убеждений) или суждений (мнений, взглядов, оценок и т. п.). Конфликт сопровождается выраженными эмоциональными переживаниями участников и изменением отношений между ними.

В представлении о природе конфликта мы [19] опираемся на двумерную модель конфликта Д. Дэна [20]. Согласно этой модели в конфликте имеются содержательные и эмоциональные проблемы. Содержательные проблемы — это противоречия, связанные с предметом конфликта, собственно «о чем» конфликт. Например, конфликт между родителями относительно воспитания ребенка. У мамы позиция — давать ребенку неконтролируемые карманные деньги, у папы — ограничения и контроль. С точки зрения Д. Дэна, если бы в конфликте были только содержательные проблемы, конфликтов бы не существовало — имели место бы проблемные ситуации взаимодействия. Статус конфликта придают проблемной ситуации так называемые эмоциональные проблемы. Собственно, эмоциональными они называются в силу того, что именно они являются источником эмоциональных переживаний. В чем суть эмоциональных проблем? Человек имеет пять групп потребностей, которые могут быть удовлетворены в общении с другими людьми:

- Потребность управлять и влиять на других.
- Потребность в любви, внимании, принятии.
- Потребность быть принятым в группе.
- Потребность в равном, беспристрастном отношении.
- Потребность в самоутверждении, положительной самооценке.

Естественно, иерархия этих потребностей у каждого человека своя, выраженность этих потребностей также различна. Неудовлетворенность данных потребностей есть противоречие, сопровождаемое эмоциями. Чем в меньшей степени удовлетворены эти межличностные потребности у человека, тем с боль-

шей вероятностью он будет провоцировать конфликт, поскольку конфликт позволит удовлетворить эти потребности. А проявятся эти неудовлетворенные потребности через эмоции. Другой вариант — в ситуации взаимодействия эти потребности могут быть фрустрированы непосредственно, например если человека игнорируют или сомневаются в его компетентности. Подобные действия приводят к конфликту и называются конфликтогенами [22]. В табл. 2 представлены некоторые виды конфликтогенов и формы их проявления.

Таблица 2

***Проявления конфликтогенов***

<i>Характер конфликтогена</i>	<i>Форма проявления</i>
Прямое негативное отношение	Приказание, угроза; замечание, критика; обвинение, насмешка; издевка, сарказм
Снисходительное отношение	Унизительное утешение; унизительная похвала; упрек;
Хвастовство	Восторженный рассказ о своих реальных и мнимых успехах
Менторское отношение	Категоричные оценки, суждения, высказывания; навязывание своих советов, своей точки зрения; напоминание о неприятном; нравоучения
Нечестность и неискренность	Утаивание информации; обман или попытка обмана; манипуляции сознанием человека
Нарушения этики	Причиненные случайно неудобства без извинения; игнорирование партнера по общению (не поздоровался, не пригласил сесть, не проявил внимания, продолжает заниматься посторонними делами и т. п.); перебивание собеседника; перекаладывание ответственности на другого
Регрессивное поведение	Наивные вопросы; ссылки на других при получении справедливого замечания; пререкания

Очевидно, что разрешение содержательного противоречия, при неразрешении эмоционального (при неудовлетворенности межличностных потребностей) сохранит вероятность появления конфликтов.

С. И. Ерина является единственным в отечественной конфликтологии психологом, уделяющим внимание ролевым конфликтам управленца первичной производственной группы. Разработанная ею модель для изучения ролевого конфликта активно реализуется в практике [24].

С ее точки зрения, ролевой конфликт (РК) следует рассматривать как состояние психологического конфликта, развивающегося у индивида в ходе выполнения социальной роли в условиях противоречивых или частично несовместимых требований, ожиданий к ролевому исполнителю.

Автор выделяет межролевые, внутриролевые и личностно-ролевые конфликты.

С *межролевыми* конфликтами индивид сталкивается, когда является одновременно носителем ролей, которые предполагают несовместимые или трудно совместимые ожидания.

*Внутриролевой* конфликт случается, если индивид воспринимает себя в ситуации, когда другие имеют различные ожидания к нему как к исполнителю единственной роли, т. е. конфликт возникает по поводу того, что есть должное ролевое поведение, в силу того, что разные люди и разные социальные (как формальные, так и неформальные) группы по-разному представляют себе обязанности, связанные с одной и той же ролью.

И, наконец, *личностно-ролевой* конфликт возникает, когда качества, внутренние ценности, стандарты, представления и потребности индивида как личности не соответствуют социальной роли или установленному ролевому поведению, т. е. субъективное «Я» вступает в конфликт с социальной ролью, носителем которой является индивид. Как правило, это происходит в тех случаях, когда система действий, предписываемая данной ролью, противоречит субъективному «Я».

Суть ролевого конфликта описывается на примере руководителя первичной производственной группы (ППГ), который занимает промежуточное положение между первичной производственной группой и вышестоящим руководителем.

Выполнение роли руководителя ППГ происходит в условиях противоречивых или частично противоречивых ожиданий к нему, возникающих в силу:

- расхождения ожиданий «сверху» и «снизу» к менеджеру как официальному руководителю;

- отсутствия однородности ожиданий к управленцу в подчиненной ему производственной группе;

- возможных расхождений в ожиданиях, идущих «сверху», вследствие несоординированности и несогласованности отдельных служб или отсутствия взаимопонимания и единой точки зрения среди вышестоящих руководителей линейного и функционального руководства;

- наконец, многоплановость функций и широта ролевого диапазона, объективно предписываемая руководителю ППГ, также порождают потенциальную возможность конфликта посредством несовместимых или частично противоречивых требований и ожиданий от разных социальных и межличностных ролей. Данное положение является в определенной мере следствием специфической позиции управленца ППГ в системе управления, которая в основном проявляется в том, что он:

- занимает промежуточное положение в системе управления производственной группой, в силу чего подвергается двоякой оценке со стороны лиц (групп), занимающих разное положение в системе управления;

- является одновременно и руководителем для ППГ, и представителем руководства, что порождает возможность необоснованно завышенных ожиданий к нему в решении ряда производственных и внепроизводственных вопросов;

- находится непосредственно в ППГ и включен в систему не только формальных, но и межличностных отношений.

Усиливающими специфику позиции менеджера ППГ являются сложившиеся на практике в ряде случаев:

- несоответствие между высоким уровнем ответственности, множеством функций и экономическим статусом менеджера ППГ;

- дисбаланс между широким кругом обязанностей, мерой ответственности и правами, возможностями их реализации;

- расхождение методов руководства, которые применяет управленец ППП, с методами воздействия, которые применяются к нему как к исполнителю управленческой роли.

На факультете исследуется проблема конфликтной компетентности (М. В. Башкин, М. М. Кашапов).

В частности, рассматривается структура, функции, динамика конфликтной компетентности, ее специфика в разных видах профессиональной деятельности [8; 35].

Конфликтная компетентность понимается как способность человека оптимальным способом преодолевать возникающие противоречия, противостоять деструктивному влиянию конфликтов и умение их конструктивно разрешать. Конфликтная компетентность определяет характер межличностного взаимодействия. В частности, ее основными функциями являются превентивная (предполагает реализацию профилактических мер в межличностном взаимодействии с целью предупреждения возникновения конфликтных ситуаций), прогностическая (заключается в способности личности прогнозировать развитие конфликта, осуществлять планирование собственных действий), конструктивная (обеспечивает процесс выбора и принятия личностью оптимального решения в ситуации конфликта), рефлексивная (обозначает готовность личности обращаться к исследованию собственного психологического потенциала, умение реконструировать компоненты психологического облика своих партнеров и конфликтных ситуаций), коррекционная (заключается в возможности личности вносить конструктивные изменения в свое поведение в конфликте).

В структуре конфликтной компетентности авторы выделяют три компонента.

1. Когнитивный компонент (включает в себя информационный и креативный элементы): а) информационный элемент представляет собой систему знаний личности о конфликтах и способах поведения в них; б) креативный элемент предполагает переход личности от привычного взгляда на природу конфликта как деструктивного явления к осознанию его творческой сущности и положительной роли для личностного развития.

2. Мотивационный компонент отражает состояние внутренних побуждающих сил личности, которые благоприятству-

ют оптимальному поведению в конфликте. Конфликтная компетентность предполагает доминирование в поведении личности мотивации стремления к успеху, способствующей конструктивному разрешению конфликта. Противоположный тип мотивации (мотивация избегания неудач), напротив, препятствует успешному разрешению конфликтной ситуации.

3. Регулятивный компонент содержит эмоциональный, волевой и рефлексивный элементы: а) эмоциональный элемент: способность личности управлять своим эмоциональным состоянием в предконфликтных и конфликтных ситуациях, умение открыто выражать эмоции без оскорблений оппонента, способность к эмпатии; б) волевой элемент: способность к волевой саморегуляции в конфликте (к сознательной мобилизации сил, контролю и управлению собой); в) рефлексивный элемент: способность личности производить реконструкцию конфликта и осуществлять коррекцию своего поведения.

На основании предложенной структуры конфликтной компетентности были выделены структурные характеристики данной компетентности личности: *когнитивная характеристика* предполагает способность личности анализировать конфликтную ситуацию и выделять ее компоненты; *мотивационная характеристика* представляет собой направленность личности на конструктивное разрешение конфликта; *регулятивная характеристика* обозначает способность личности к сознательному управлению собой и своим эмоционально-волевым состоянием в предконфликтных и конфликтных ситуациях.

### **1.2.3. Некоторые проблемы межличностного влияния**

Е. В. Сидоренко рассматривает психологическое влияние как воздействие на состояние, мысли, чувства и действия другого человека с помощью исключительно психологических средств, с предоставлением ему права и времени отвечать на это воздействие [55].

Целями влияния являются:

1) удовлетворение своих потребностей с помощью других людей или через их посредство;

2) подтверждение факта своего существования и значимости этого факта;

3) преодоление пространственно-временных ограничений собственного существования.

Существуют разные виды психологического влияния. Наиболее известными в отечественной психологии являются классификации Е. В. Сидоренко и Е. П. Ильина.

Таблица 3

***Классификация видов влияния***  
*(по Е. В. Сидоренко и Е. П. Ильину)*

Виды влияния	Определение	Кто выделяет
Просьба	Обращение к кому-нибудь, склоняющее кого-нибудь удовлетворить какие-нибудь нужды, исполнить какое-нибудь желание того, кто просит.	Е. В. Сидоренко Е. П. Ильин
Предложение (совет)	Предложить кому-либо что-то — значит представить на обсуждение это что-то как известную возможность (вариант) решения проблемы.	Е. П. Ильин
Убеждение	Это метод воздействия на сознание личности через обращение к ее собственному критическому суждению. Основой убеждения служит разъяснение сути явления, причинно-следственных связей и отношений, выделение социальной и личной значимости решения того или иного вопроса.	Е. П. Ильин
Аргументация	Высказывание и обсуждение доводов в пользу определенного решения или позиции с целью формирования или изменения отношения собеседника к данному решению или позиции.	Е. В. Сидоренко

Виды влияния	Определение	Кто выделяет
Похвала	Одним из видов положительных воздействий на человека является похвала, т. е. одобрительный отзыв о нем, высокая оценка его труда или поступка.	Е. П. Ильин
Поддержка	Слова поддержки могут убеждать, приободрять, воодушевлять, успокаивать, утешать или веселить. Поддерживать — не значит делать ложные утверждения или говорить людям то, что они хотят услышать.	Е. П. Ильин
Самопродвижение	Объявление своих целей и предъявление свидетельств своей компетентности и квалификации для того, чтобы быть оцененным по достоинству и благодаря этому получить преимущества на выборах, при назначении на должность и др.	Е. В. Сидоренко
Утешение	Утешить означает помочь человеку позитивнее воспринимать себя и свое положение. Утешение связано с эмпатическим реагированием на неудачу или горе собеседника и показывает, что его понимают, сочувствуют ему и принимают его. Утешая, оказывают поддержку собеседнику, успокаивают его.	Е. П. Ильин
Внешнее внушение	Внешнее внушение понимается как психологическое воздействие одного человека (суггестора) на другого (суггерента), осуществляемое с помощью речи и неречевых средств общения	Е. П. Ильин Е. В. Сидоренко

Виды влияния	Определение	Кто выделяет
	и отличающееся сниженной аргументацией со стороны суггестора и низкой критичностью при восприятии внушаемого содержания со стороны суггерента.	
Манипуляция	Скрытое побуждение адресата к переживанию определенных состояний, принятию решений и/или выполнению действий, необходимых для достижения инициатором собственных целей.	Е. В. Сидоренко
Приказы	Приказ — официальное распоряжение того, кто облечен властью.	Е. П. Ильин
Требования	Требование — это выраженная в решительной, категоричной форме просьба о том, что должно быть выполнено, на что требующий имеет право.	Е. П. Ильин
Запрещения	Запрет — форма воздействия, при которой человеку не позволяют что-либо делать, использовать.	Е. П. Ильин
Принуждение	Принуждение выражается в прямом требовании согласиться с предлагаемым мнением или решением, принять готовый эталон поведения и т. д. при несогласии субъекта с этим.	Е. П. Ильин Е. В. Сидоренко
Дисциплинарные меры воздействия	К ним относятся устное и письменное предупреждение, устный и письменный выговор и наказание. Они используются при официальных деловых отношениях в случае какого-либо проступка учащегося, сотрудника, военнослужащего и т. п.	Е. П. Ильин

Виды влияния	Определение	Кто выделяет
Угрозы (запугивание)	Угроза — это обещание причинить человеку неприятность, зло. Ее используют, чтобы вызвать у человека тревогу или страх: встревоженный, тем более напуганный человек легко поддается чужому влиянию.	Е. П. Ильин
Критика	Критика — это обсуждение, разбор чего-нибудь с целью вынести оценку, выявить недостатки; отрицательное суждение о чем-нибудь, указание недостатков (С. И. Ожегов).	Е. П. Ильин
Слухи	Слухи — это специфический вид неформальной межличностной коммуникации, это сообщение (исходящее от одного или более лиц) о некоторых событиях, официально не подтвержденных, устно передающееся в массе людей от одного человека к другому.	Е. П. Ильин
Сплетни	Сплетня — это слух, основанный на неточных или заведомо ложных сведениях о ком-то.	Е. П. Ильин
Заражение	Передача своего состояния или отношения другому человеку или группе людей, которые каким-то образом (пока не нашедшим объяснения) перенимают это состояние или отношение. Передаваться состояние может как произвольно, так и произвольно, усваиваться также произвольно или произвольно.	Е. В. Сидоренко
Пробужде-	Способность вызывать стремление быть подобным себе. Эта	Е. В. Сидоренко

Виды влияния	Определение	Кто выделяет
ние импульса к подражанию	способность может как произвольно проявляться, так и произвольно использоваться. Стремление подражать и подражание (копирование чужого поведения и образа мыслей) также может быть произвольным и произвольным.	
Формирование благосклонности	Привлечение к себе произвольного внимания адресата путем проявления инициатором собственной незаурядности и привлекательности, высказывания благоприятных суждений	Е. В. Сидоренко
Самовосхваление	об адресате, подражания ему или оказания ему услуги.	Е. П. Ильин
Игнорирование	Умышленное невнимание, рассеянность по отношению к партнеру, его высказываниям и действиям. Чаще всего воспринимается как признак пренебрежения и неуважения, однако в некоторых случаях выступает как тактичная форма прощения бестактности или неловкости, допущенной партнером.	Е. В. Сидоренко
Нападение	Внезапная атака на чужую психику, совершаемая с сознательным намерением или без такового и являющаяся формой разрядки эмоционального напряжения. Высказывание пренебрежительных или оскорбительных суждений о личности человека; грубое агрессивное осуждение, поношение или осмеяние его дел и по-	Е. В. Сидоренко

Виды влияния	Определение	Кто выделяет
	ступков; напоминание о постыдных или прискорбных фактах его биографии; безапелляционное навязывание своих советов и др.	

Более подробно некоторые виды влияния рассмотрим во 2 главе.

### **Задания для самостоятельной работы**

*Задание 1. Подготовьте сообщение по следующим видам влияния (на выбор): просьба, утешение, слухи, сплетни, игнорирование.*

*Задание 2. Подготовьте реферат по следующим темам (на выбор):*

1. Синтоны и конфликтогены.
2. Методы изучения конфликтов.
3. Модели посредничества при разрешении конфликта.
4. Конфликты между супругами.
5. Конфликты между родителями и детьми.

*Задание 3. Проведите одну из методик на диагностику способов поведения в конфликте с 3 знакомыми и проанализируйте полученные результаты.*

#### *Упражнение 1*

Сначала необходимо описать себя прилагательными из списка, а потом попросить предложить проделать то же самое в отношении себя друзьям, родным.

Веселый, взрослый, внимательный, возмужавший, гордый, дружелюбный, доверчивый, заботливый, зависимый, задумчивый, застенчивый, здравомыслящий, знающий, идеалистичный, изобретательный, интравертный, ищущий, любвеобильный, мечтательный, мудрый, надежный, напористый, напряженный, независимый, нервный, осторожный, остроумный, отважный, отзывчивый, помогающий, понимающий, преданный,

приспосабливающийся, радостный, расслабленный, рациональный, религиозный, скромный, слабый, сложный, собранный, сочувствующий, спокойный, спонтанный, счастливый, талантливый, тихий, уверенный, умный, упорный, храбрый, чувствительный, щедрый, экстравертный, энергичный.

Далее берем лист бумаги, делим его вертикально пополам и горизонтально пополам. Получится четыре «окна».

- В левое верхнее («Открытая» зона) пишем те слова, которые есть и в собственном списке, и общественном.

- В левое нижнее («Скрытая» зона) — слова, которые есть только в собственном списке.

- В правое верхнее («Слепая» зона) — слова, которые есть только в общественном списке.

- В правое нижнее (Неизвестное, «Черный ящик») — слова, которых нет ни в одном списке.

Проанализируйте полученные результаты. Почему, с вашей точки зрения, существуют расхождения между секторами?

### *Упражнение 2. Друзья и знакомые*

Вспомните пятерых человек из тех, кого вы считаете своими друзьями. В какой ситуации вы познакомились? Что вас привлекло в них? Что оказалось наиболее важным для развития отношений?

Вспомните пятерых человек из тех, кого вы считаете своими знакомыми. Объясните, чем отличается ваше общение со знакомыми от общения с друзьями.

Что нужно для того, чтобы те, кого вы называли своими знакомыми, стали вашими друзьями?

## ***1.3. Общение и психология труда***

В контексте психологии труда феномен общения можно рассматривать как минимум с двух позиций. Во-первых, это средства и способы организации совместной деятельности, во-вторых, особенности общения в различных видах деятельности.

### 1.3.1. Организация совместной деятельности

#### Основные признаки совместной деятельности» [52]:

*Первый признак* — наличие организационной связи между участниками деятельности. Совместная деятельность может осуществляться в условиях разной тесноты связей людей друг с другом.

1. Изолированность (физическая и социальная). Это исключительно редко встречающаяся форма организации деятельности человека. Отсутствие взаимосвязанности обычно носит относительный характер.

2. Предполагаемая взаимосвязанность. Известно, что не только реальное взаимодействие и общение между людьми меняют их отношение друг к другу, но и предполагаемое взаимодействие, предполагаемое общение, т. е. при ожидании взаимодействия человек оценивает других людей в зависимости от предполагаемой им ситуации.

3. Взаимосвязанность по типу «молчаливого присутствия» других людей при выполнении человеком какой-либо индивидуальной деятельности. Наиболее характерной особенностью взаимосвязанности данного уровня является так называемый «публичный эффект», который заключается в изменении характеристик индивидуальной деятельности и поведения человека под влиянием пассивного присутствия других людей.

4. Взаимосвязанность по типу «влияние и взаимовлияние», осуществляемая с помощью вербальных и невербальных средств воздействия, — например, через мнения и оценки участников совместной деятельности.

5. Активная, или действенная, взаимосвязанность людей через средства совместных действий. Этот вид взаимосвязанности включает широкий диапазон видов совместной деятельности. Действенная взаимосвязанность может иметь разную степень проявления: от частичной, или минимальной,

до полной, или максимальной, когда действия одного участника становятся невозможными без действий других людей.

6. Коллективистская взаимосвязанность, которая представляет собой качественно новую ступеньку развития. Взаимосвязанность этого уровня, во-первых, может включать в себя особенности предыдущих уровней, а во-вторых, характеризуется наибольшей согласованностью личностно значимого, группового и общественно ценного содержания СД. При этом личностное и групповое в содержании СД подчинены общественно значимым целям совместной деятельности.

*Второй признак* — распределение индивидуальных деятельностей в группе.

Совместная деятельность требует не стихийного, а строго согласованного, координированного выполнения распределенных и взаимосвязанных действий, операций, функций, обязанностей. Согласование предусматривает строгую последовательность операций в соответствии с заранее определенной программой. Такое согласование обычно ведется с учетом многочисленных характеристик деятельности: пространственных, временных, темпа, интенсивности, ритмичности и т. д. Согласование достигается с помощью управления. Необходимость в управлении индивидуальными деятельностями задает совместной деятельности качественно новый уровень сложности. В индивидуальной деятельности, как правило, человек сам программирует свои действия, интенсивность, объем работ, обычно не ставя их в зависимость от действий других людей. Совместная деятельность не может осуществляться без установления четких связей между различными операциями, а следовательно, между разными участниками, без соответствующего координирования выполнения ими деятельности. Именно совместная деятельность порождает управленческий труд, характерная особенность которого — это направленность на участников совместной деятельности, а уже через них на предмет совместного труда.

*Третьим признаком СД* является наличие для ее участников единого конечного результата (совокупного продукта). Сов-

местная деятельность как раз и возникает для того, чтобы вообще был достигнут результат (в случае полной невозможности его достижения одним человеком) или же был достигнут в более короткие промежутки времени, был бы более полного объема, более высокого качества и т. д. Единый конечный результат необходимо соотносить с общими целями совместной деятельности и тем самым определять, насколько совместная деятельность действительно была целенаправленной. Сопоставление единого результата с затратами на его достижение позволяет определить эффективность, результативность (продуктивность) совместной деятельности. Общий результат можно соотнести также с индивидуальными затратами и результатами отдельных участников совместной деятельности, чтобы оценить индивидуальный вклад каждого в результаты СД.

*Четвертый признак* и необходимое условие выполнения совместной деятельности — единое пространственно-временное пребывание и функционирование участников СД (коллективного субъекта). Наличие единого пространства и одновременность выполнения индивидуальных деятельностей разными людьми могут рассматриваться в качестве элементарных признаков кооперации, однако таких, без которых не может развертываться совместная деятельность. Многие современные виды совместной трудовой деятельности, порожденные научно-техническим прогрессом (например, освоение космоса, взаимодействие через электронные средства и др.), могут иметь непостоянные и нечетко очерченные границы «единого пространства».

Одной из особенностей общения, направленного на организацию совместной трудовой деятельности, является его *конвенциональность*. Конвенциональность профессионального общения — это обусловленность его многочисленными нормами и правилами, установленными в данном виде деятельности для поддержания ее целостности. Между ее участниками существует целый ряд негласных договоренностей, или конвенций (отсюда название описываемого свойства), относительно форм и характера общения. Большинство из них являются производ-

ными от ролевых предписаний общающихся, некоторые установлены для обеспечения удобства взаимодействия и т. д. Простейшим примером конвенций могут служить жесты, с помощью которых обмениваются информацией монтажники, шоферы, участники биржевых торгов и т. д.

Конвенциональность общения, строго говоря, не является особенностью только трудовой деятельности. В повседневной жизни, в быту люди также придерживаются большого количества норм, известных любому общающемуся, включенному в данную культуру. Эти нормы выработаны в процессе общественно-исторического развития, осваиваются человеком в ходе социализации и используются, как правило, неосознанно. Они начинают осознаваться лишь при возникновении какого-либо затруднения в общении или при резко изменившихся условиях взаимодействия, когда, например, человек попадает в иную по сравнению с привычной ему социальную группу.

В профессиональной деятельности количество конвенций существенно превышает их число в бытовом общении: на общечеловеческие нормы и правила взаимодействия накладываются специфические требования деятельности. Кроме того, профессиональные конвенции реализуются в основном осознанно. Работнику, отвечающему на звонки клиентов какой-либо фирмы, необходимо не просто адекватно передавать и получать информацию и не просто быть вежливым (чего было бы достаточно для обычной ситуации общения), но и выразить даже в кратковременном контакте заинтересованность фирмы во взаимодействии с каждым клиентом, максимальную расположенность к нему. Клиент при этом может быть сколько угодно косноязычным, некомпетентным, бестолковым и т. д. Суть конвенции в данном случае — взаимная осведомленность сотрудников фирмы и клиентов об этих правах и обязанностях и в основном согласие с ними. В другой ситуации — в общении менеджера по кадрам и претендента на должность — конвенционально обусловленными являются право менеджера зада-

вать собеседнику вопросы, не характерные для обыденного общения, устраивать различные испытания и т. д.

Для характеристики общения в профессиональной деятельности важна не столько конвенциональность сама по себе, сколько некоторые ее психологические следствия. Главным из них можно считать ограничения, накладываемые конвенциями на проявления индивидуальности работника. Партнер может быть неприятен сотруднику фирмы и вызывать у него раздражение, однако конвенцией в большинстве случаев не предусмотрена возможность это раздражение высказывать.

К позитивным относятся два обстоятельства. Во-первых, конвенции позволяют избежать излишне широкого круга проблемных ситуаций. Они возникали бы в случае отсутствия многочисленных соглашений, которые регулируют взаимоотношения участников совместной деятельности: они были бы вынуждены в каждом эпизоде взаимодействия определять нормы своего поведения.

Во-вторых, конвенции дают возможность субъектам профессиональной деятельности снимать с себя ответственность в затруднительных ситуациях взаимодействия, если эти ситуации возникли помимо их воли. Например, профессионал может чувствовать себя некомфортно, если вынужден по объективным обстоятельствам отказать клиенту в его просьбе. Нередко профессионалы, особенно женщины, испытывают в таких ситуациях чувство вины. В этом случае конвенция позволяет прибегнуть к формулировкам «согласно правилам, действующим в нашей организации...» или «согласно закону...».

### **1.3.2. Особенности общения в различных видах деятельности**

Наряду с множеством других классификаций видов и типов деятельности существует предельно общая типология, предусматривающая деление деятельности на два основных класса. К первому относятся все виды и типы деятельности, в которых в качестве их непосредственного предмета выступают лю-

бая объективная реальность, любой внешний объект, любая вещь или их совокупность. Предметы всех видов деятельности данного класса лишены одушевленности, это материальные объекты. Данный класс, который обозначается понятием **субъект-объектных** профессий, охватывает огромное количество конкретных видов и типов трудовой деятельности, он наиболее широко представлен в сложившемся разделении труда и одновременно является наиболее традиционным предметом рассмотрения в современной психологии труда.

В учебнике «Психология труда» под редакцией А. В. Карпова [53] справедливо отмечено, что грань между субъект-субъектными и субъект-объектными профессиями не всегда определенная. Тем не менее изучение общения в субъект-субъектных профессиях требует разработки специального методологического аппарата. В результате высокая научная, практическая и общественная потребность изучения субъект-субъектных профессий, в том числе и особенностей общения в ходе соответствующей профессиональной деятельности, недостаточно подкреплена методологической базой. Далее рассмотрим некоторые подходы к решению этой задачи.

### ***Рассмотрение общения в субъект-субъектных профессиях через выделение проблемных коммуникативных ситуаций***

Проблемная ситуация — это эпизод деятельности, содержащий противоречие, которое не имеет однозначного разрешения и представляет собой соотношение обстоятельств и условий, где разворачивается деятельность индивида [17].

У обозначенного подхода есть ряд преимуществ, позволяющих относиться к нему как к базе для разработки исследовательского инструментария. Во-первых, проблемная ситуация — относительно локализованный элемент деятельности, имеющий некоторые границы, пусть нечетко и субъективно определенные. Вследствие этого ситуации проблемности можно выделить, подвергнуть статистической обработке. Во-вторых, используя проблемные ситуации в качестве единицы анализа общения, можно использовать арсенал психологии мышления, расширив таким образом теоретический и практический арсенал исследования.

Проиллюстрируем сказанное фрагментом исследования проблемных коммуникативных ситуаций, возникающих во взаимодействии врачей и больных [37].

Испытуемыми выступали врачи-педиатры и родители (мамы) детей, обратившиеся за педиатрической помощью. Испытуемым предъявлялись описания 10 ситуаций, якобы имевших место при обращении за педиатрической помощью, сконструированные нами на предыдущем этапе исследования по материалам описаний реальных ситуаций. Ситуации потенциально содержали проблемность в установлении взаимоотношений врачей и пациентов или их родителей, что стимулировало испытуемых на анализ предложенных ситуаций.

Три ситуации описывали «хорошее» взаимодействие врача и мамы, которое включало следующие особенности: демонстрацию врачом внимания и доброжелательности по отношению к родителям больного ребенка во время и после приема (приятный в общении, не повышает голос, ведет себя корректно, объясняет свои действия); принятие врачом на себя инициативы во взаимодействии (врач, а не родители звонит и интересуется здоровьем ребенка и др.); толерантность врача по отношению к представлениям родителей о здоровье ребенка (врач выслушивает все жалобы, не высказывает оценок, не дает рекомендаций, нарушающих образ жизни родителей и пр.). Три ситуации описывали «плохое» (негативное) взаимодействие: неоптимальную организацию медицинской помощи (очереди, длительное ожидание, неудобное время приема и др.); грубость, невнимательность медработников по отношению к родителям; явную некомпетентность врача (грязные руки, не выслушивает, осматривает ребенка бегло, отказывается комментировать рекомендации и пр.). К двум из трех «негативных» ситуаций был добавлен положительный результат лечения (ребенок вылечился, осложнений не было).

Испытуемым (35 женщинам, имеющим детей в возрасте от 0 до 15 лет, и 35 врачам педиатрического профиля) задавался вопрос о характере проблемности в каждой ситуации. Ответы анализировались методом контент-анализа. Далее тем же груп-

пам испытуемых давалась инструкция предложить решение проблемных ситуаций, ответы также анализировались методом контент-анализа.

На этапе оценки проблемной ситуации, помимо известного явления непринятия проблемной ситуации, мы обнаружили своеобразную переадресацию проблемной ситуации некоей третьей стороне, не являющейся субъектом взаимодействия: проблемность существует, но ее источник — не врач и не пациент, а абстрактная система организации здравоохранения. Кроме того, имело место прямое отрицание наличия проблемы взаимодействия. Так, в ситуации «плохое» взаимодействие, но хороший контакт врач — ребенок» родители чаще, чем медики, не видят проблемности. В ситуациях «хорошего» (с точки зрения родителей) взаимодействия родители также чаще, чем врачи, считают, что проблемы нет или она есть, но не в данной ситуации, а «в здравоохранении вообще». В ситуации «плохого» взаимодействия, но успешного лечения врачи чаще родителей видят источник проблемности в матери ребенка, но почти в три раза более значимый источник проблемности — действия врача, одинаково часто выделяемые обеими сторонами. Врачи, таким образом, склонны «принимать на себя» ответственность, несмотря на результативное выполнение главной профессиональной задачи. Врачи с примерно одинаковой частотой видят источник проблемности в собственных действиях и действиях матери также в ситуации «плохое» взаимодействие, но хороший контакт «врач — ребенок».

Анализируя особенности мышления врачей и пациентов на этапе разрешения проблемных ситуаций, мы выделили следующие виды решений: отсутствие решения (дается лишь оценочное суждение, никаких вариантов решения или изменения ситуации не предлагается), формальное решение (предлагается абстрактный вариант решения без указания способов его реализации), решение, направленное на сохранение хороших отношений с партнером (предлагаются способы избегания конфликта, установления положительного взаимодействия с партнером), анализ ситуации с целью поиска нового, нестандартного решения (производится анализ ситуации, сравнение вариантов решения, прогнозирование развития ситуации), решение,

направленное на информирование партнера (дается или запрашивается дополнительная информация), решение, связанное с необходимостью соблюдения формальных требований (заявляется, что должен делать или не делать врач или мама пациента-ребенка, что входит или не входит в их обязанности).

В группе «хороших» ситуаций врачи в качестве решения проблемы чаще, чем пациенты, предлагают оценочные суждения, формальные решения либо наблюдается отсутствие какого-либо решения. Родители же в этой группе для разрешения проблемных моментов предлагают анализ ситуации, занимая тем самым более активную позицию, чем врачи. В группе «плохих» ситуаций врачи в качестве решения проблемы также выносят оценочные суждения, т. е. подлинное решение проблемы отсутствует. Родители предлагают в качестве решения соблюдение формальных требований, т. е. в данной группе ситуаций, с точки зрения пациентов, решение состоит в соблюдении врачом профессиональных обязанностей и этических норм. Таким образом, предлагается решение за счет активизации врача, а сами врачи не проявляют активности в разрешении данной группы проблемных ситуаций.

В группе ситуаций «плохое взаимодействие, но положительный результат лечения» врачи в качестве решения проблемы предлагают информирование родителей детей-пациентов о характере заболевания, мерах профилактики и лечения. Появление положительного результата работы врача, таким образом, приводит к появлению активной позиции при решении проблемы врачами. Родители в данной группе ситуаций занимают такую же позицию, как и в вышеописанной, т. е. предлагают активизировать деятельность врача, устранившись при этом от проявления собственной активности.

В группе «плохое взаимодействие с мамой, но хорошее с ребенком» врачи не предлагают решений проблемы, лишь дают оценку поведению врача и мамы. Последние рассматривают в качестве решения проблемы получение информации. Таким образом, данная группа ситуаций является единственной, в которой ответственность за разрешение проблемного эпизода берут на себя родители.

Полученные в исследовании результаты дают основания для анализа потребности пациентов (родителей) участвовать в процессе принятия решения в условиях совместной деятельности с врачом. Лишь 10 ответов (около 2 % высказываний испытуемых) так или иначе свидетельствуют о наличии такой мотивации. В 40 ответах (около 11 %) выражается потребность сотрудничать с врачом лишь для получения дополнительной информации о свойствах лекарственных препаратов и характере заболевания, чтобы в дальнейшем принять решение самостоятельно. Другими словами, мамы чаще испытывают потребность быть информированной врачом, чем потребность принимать с ним совместные решения.

Установки врачей также, судя по их ответам, не характеризуются ориентацией на пациентов как на партнеров по совместному принятию решения: «Мама может лечить дома ребенка, как хочет, но врач должен назначить то, что нужно и отметить это в карте, чтобы потом не было претензий. Я назначил, а принимать или нет — ваше право». Данные результаты подтверждаются анализом степени значимости в глазах испытуемых собственно факта взаимодействия двух участников процесса. Значимые различия между двумя группами испытуемых по этому показателю отсутствуют. Родителями значимость такого взаимодействия отмечается лишь в 4 % ответов, врачами — в 3 %. Более того, судя по высказываниям испытуемых-врачей, ими редко одобряется активная позиция партнера по общению: «... есть мамы... которые сами тебя учить будут, я вот читала, смотрела, слышала, очень тяжело с такими общаться, по возможности избегаю контакта с такими родителями». Такого рода высказывания составляют около 22 % всех ответов, и лишь в 6 % случаев врачи защищают возможность пациента принимать участие в выработке решения, хотя бы на правах совещательного голоса: «Пациент всегда может принимать участие в лечении. Необходимо также учитывать его материальное положение. Почти всегда возможен прием аналогов исходя из особенностей заболевания».

Выводы по результатам исследования:

- Для мам важно отношение врача непосредственно к ребенку, при наличии положительного взаимодействия врача и ребенка мамы принимают активную позицию в решении проблемы.

- Для врача наличие положительного результата лечения является фактором, при котором врачи берут на себя активную позицию при решении проблемы.

- Наиболее сложными для решения являются ситуации, когда нет ни положительного результата лечения, ни положительного взаимодействия с ребенком, в таких ситуациях ни врачи, ни мамы не хотят занимать активную позицию в решении проблемы.

Приведенный пример показывает, что с помощью анализа коммуникативных проблемных ситуаций можно получить информацию об особенностях общения в профессиональной деятельности. Данный подход позволяет, кроме того, выбрать направление анализа общения в зависимости от научных интересов и предпочтений исследователя.

### ***Рассмотрение общения в субъект-субъектных профессиях через анализ коммуникативных позиций партнеров по общению***

Приведем в качестве примера анализ взаимодействия социального работника и клиента. В этом взаимодействии возможны несколько вариантов [59].

1. Являясь представителем общества и государства, социальный работник находится «над клиентом», занимает главенствующее положение.

Диапазон отношений социального работника к клиенту в данном случае размещается между отношениями покровительства клиенту и диктата над ним. Социальный работник полагает в этом случае, что он вправе принимать решения о судьбе клиента, не заручившись его согласием, определять виды и формы помощи, предоставляемые клиенту, их количество и качество и т. п. Отношения социального работника и его клиента в этом варианте имеют строго субъект-объектный характер: субъектом является социальный работник, а объектом — его клиент. От клиента требуется пассивность и готовность

принять то, что предоставляет социальный работник от имени государства и общества.

В этом случае социальный работник не только нарушает право человека на свободу выбора — в первую очередь выбора своей судьбы, — но и невольно способствует ухудшению психологического самочувствия своего клиента, лишая его возможности проявлять инициативу, возможности дальнейшего роста и развития. Действующее законодательство запрещает отнимать у человека право выбора линии поведения, своего стиля жизни, убеждений, привычек, если они не наносят вреда обществу и самому клиенту. Такие действия социального работника приводят к тому, что клиент утрачивает самоуважение и уважение к нему окружающих, у него развивается чувство зависимости от социального работника.

Кроме того, далеко не все люди, оказавшись «над» кем-то, зависящим от них, обладают чувством такта, меры и душевной тонкостью и могут построить свои взаимоотношения столь грамотно, чтобы не дать почувствовать окружающим собственного превосходства, а порой и высокомерия, не возвыситься наиболее простым и доступным способом — за счет унижения окружающих.

2. Клиент, исходя из приоритетности его интересов, главенствует над социальным работником. При таком построении взаимоотношений в системе «социальный работник — клиент» мы приходим к лозунгу «клиент всегда прав», который не только не отражает действительной сущности этих отношений, но и является вредным как для системы социальной защиты и конкретного социального работника, ее представляющего, так и для самого клиента и для общества в целом.

Это положение недопустимо теоретически и невозможно практически, поскольку система социальной защиты даже при самой благоприятной социально-экономической ситуации обладает ограниченными ресурсами, которые могут быть предоставлены клиентам с учетом их рациональных потребностей, возможностей общества и в соответствии с принципом социальной справедливости.

Одной из задач системы социальной защиты является поддержание достоинства клиента, но ни в коем случае не за счет

унижения других членов общества, что неизбежно произойдет, если клиент будет наделен правом диктовать обществу свои условия и требования. Даже если система социальной защиты сумеет в этой ситуации оградить каким-то образом общество от непомерных запросов клиента, пользующегося неограниченными правами, то сама система остается перед клиентом беззащитной, и первый, кто будет страдать от его «правоты», — социальный работник. В таком случае социальный работник перестает быть субъектом отношений и взаимодействия — скорее это инструмент или средство, при помощи которого клиент достигает своей цели. Кроме того, не следует забывать, что у клиента, помимо прав, оговоренных действующим законодательством, имеются еще и обязанности — как клиента социальной службы, так и чисто человеческие.

3. Партнерские отношения. Такая форма взаимоотношений наилучшим образом отвечает интересам и клиента, и социального работника, и общества в целом. В этом случае социальный работник и клиент не только совместно обсуждают проблему и возможные пути ее решения, приходя к консенсусу, но и совместно принимают участие в решении поставленных задач; конечно, клиент делает это в меру своих возможностей. Социальный работник при этом не просто помогает индивиду справиться с проблемой — он способствует активизации и реализации потенциала личности, ее социальному и духовному росту, выполняя при этом одну из важнейших задач социальной работы. Отношения сотрудничества повышают веру клиента в свои силы, заинтересованность не только в конечном результате, но и в самих действиях, развивают его инициативу и творческие способности, повышают его достоинство и самоуважение, уважение со стороны окружающих.

Общество также выигрывает при подобном подходе: снижается уровень социальной напряженности в обществе за счет того, что большее количество людей чувствует себя в нем комфортно; больше становится личностей, живущих богатой социальной и духовной жизнью, социальная и экономическая иждивенческая нагрузка снижается, в обществе становится больше людей социально активных. Конечно, по ряду обстоятельств они не всегда имеют возможность полностью самостоятельно

решать свои проблемы (например, люди старших возрастных групп, инвалиды, с объективно ограниченными физическими или психическими возможностями), но в меру своих сил они активно стремятся к деятельности, что позволяет минимизировать степень вмешательства в их жизнь социальных служб.

### ***Рассмотрение общения в субъект-субъектных профессиях через анализ типичных коммуникативных ошибок***

М. М. Кашапов [36], ссылаясь на В.-Д. Веблера, приводит типичные ошибки в вопросах экзаменатора.

- Вопрос содержит два вопроса (Какова длина Волги и в каком месте она становится судоходной?). Экзаменуемый не знает, на какой вопрос дать ответ, т. к. не знает, на какой вопрос преподаватель ждет ответа. Важно избегать одновременной постановки двух вопросов.

- Постановка вопроса, в ответ на который можно написать «роман» (Расскажите о судоходности Волги).

- Туманный вопрос (Что делает аптекарь в конце месяца?).

- Внушающий вопрос (Может ли такой-то препарат называться так-то?).

- Вопрос на отрицание (Чего не имеет права делать аптекарь? На какой реке не лежит Ярославль?).

- Вопрос, содержащий утверждение (Возможности использования аспирина лежат в... ). У студента возникает растерянность, поэтому надо избегать инверсии форм вопросов.

- Вопрос-загадка (Что я имею в виду под этим?). Студент чувствует себя неуверенно. Экзаменуемый становится объектом для изучения мнения. Экзамен превращается в викторину: выигрывает тот, кто первым догадается.

- Альтернативность вопроса. В таких случаях используются вопросы либо на раздумье, либо на знание. Один преподаватель чаще использует первый вариант, а другой — второй. Это разные уровни, поэтому надо избегать крайностей.

- Вопрос, который требует от студента проявления своих политических, религиозных убеждений (Не считаете ли Вы, что персонал должен делать то-то и то-то в такой-то ситуации?). Опасения студента связаны с тем, что преподаватель может придерживаться убеждений, противоположных мнению сту-

дента. Можно задавать вопросы «pro» и «contra» (Назовите недостатки и достоинства в поведении шефа, когда он вмешивается в вопросы приема и увольнения персонала). В этом случае происходит проверка интеллектуальной способности человека.

- Высокая степень сложности вопроса, ответ на который еще не найден в науке.

- Неправомерность задавания вспомогательного вопроса, который может привести студента на правильный ответ в отношении основного вопроса.

- Затруднению логической оценки обсуждаемой проблемы способствует такой прием, как «многовопросье», когда по одной теме оппоненту задают сразу несколько разных или мало совместимых вопросов. В дальнейшем действуют в зависимости от его ответа: обвиняют в непонимании сути проблемы, в том, что он не ответил полностью на вопрос, или даже в стремлении ввести в заблуждение.

Даются также *рекомендации* по профилактике типичных ошибок в вопросах экзаменатора.

- Избегать многословия. Не превращать экзамен в лекцию.

- Задавать вопросы четко и громко, т. к. студент не решается порой переспросить преподавателя.

- Как вести себя, если студент дает уклончивый ответ? Настоять на ответе на поставленный вопрос.

- Не ограничиваться только определением понятия. Иногда студент дает полный ответ, но не может точно сформулировать определение. Важно ориентироваться на понимание.

- Должен ли экзаменатор говорить студенту о правильности его ответа на этот вопрос? (Отвечать сдержанно, утвердительно.)

- Должен ли экзаменатор исправлять неправильный ответ? («Давайте дальше пойдем».) Студент не знает, правильно ли он ответил на данный вопрос. Нужно комментировать ответ студента по-деловому и сдержанно.

- По каким параметрам должна быть определена сложность вопроса? Двигаться от простого к сложному. Не нужно учитывать предшествующую экзамену успеваемость студента в семестре. Самоосуществляющийся прогноз: если преподаватель знает, что у экзаменуемого имеются плохие отметки, то у него заранее складывается определенное отношение к этому студенту.

- Не следует один и тот же вопрос задавать в разных формулировках.
- Нельзя вопросом опережать ответ обучаемого.
- Полезно уточнить ответ с помощью другого вопроса.

### *Рассмотрение общения в субъект-субъектных профессиях через анализ типов клиентов*

Разработка различных классификаций клиентов, с которыми общаются профессионалы, довольно популярна, однако теоретическая база этих классификаций обычно слаба. Приведем пример достаточно научно обоснованной типологии, построенной А. Н. Елизаровым применительно к работе психолога-консультанта [23]. Отметим, что рассматривать предлагаемый материал как руководство к действию профессионального психолога-консультанта, возможно, не следует. Задачей нашего пособия, собственно, не является анализ данной сферы деятельности с позиций современных достижений теории психологического консультирования. Типологии клиентов, описанные ниже, полезны для установления контакта с партнером в различных видах деятельности, соответственно могут стать основой для работы психолога с профессионалами, деятельность которых связана с большим количеством межличностных контактов. Выделяются четыре основания для классификации клиентов и рекомендаций по взаимоотношениям с ними:

- I. По характеру запроса на психологическую помощь.
- II. По особенностям восприятия психических явлений.
- III. По способу работы со своими проблемами.
- IV. В зависимости от пола клиента.

По характеру запроса среди клиентов можно выделить следующие типы:

1. Не уверенный в себе клиент. Он много размышляет над ситуацией, но не может принять решение, избавиться от сомнений. Цель обращения к психологу — снять с себя ответственность в принятии необходимого жизненного решения. Психолог-консультант, работая с таким клиентом, должен быть максимально собранным, четким, даже категоричным в высказываниях и поведении. Он должен создать полюс уверенности в решаемых вопросах. Убедительность и достоверность выска-

зываемых психологом соображений должна естественно «перевесить одну из чаш весов», на которые давят сомнения.

2. Уверенный в себе клиент. Обращается для подтверждения правильности уже готового понимания затруднительного положения. От психолога ему нужна информация, подтверждающая сложившуюся у него точку зрения. Несмотря на то что этот человек уверен в себе и не раз уже самостоятельно принимал жизненные решения, в последнее время он все более на подсознательном уровне ощущает, что что-то идет не так. Его деятельность не столь успешна, сколь могла бы быть. Его подсознание побуждает его к тому, чтобы обратиться за помощью. Но его гордое сознание отказывается это принимать. Обращение к психологу и характер запроса отражают сложившийся компромисс между двумя сторонами внутреннего конфликта. По отношению к такому клиенту психологу-консультанту следует принять на себя роль ведомого, который только подсказками, предположениями помогает разобраться в ситуации. Следует детально обсудить и разобрать все возможные варианты последствий действий, которые собирается совершить клиент. Необходимо поставить перед клиентом вопрос о вероятностях возникновения тех или иных желательных и нежелательных вариантов развития ситуации. Таким образом мы будем способствовать конструктивному разрешению внутреннего конфликта у клиента и не вызовем реакцию психологической защиты, отторжения.

3. Клиент, все знающий и доверяющий только себе. Клиент этого типа все подвергает сомнению, противоречив, но при этом убежден в своей правоте, склонен запускать свои проблемы. Таким людям, в силу их резонерских особенностей, нелегко бывает найти себе партнеров по общению в реальной жизни. Попытка найти собеседника зачастую и приводит их в консультацию. Доброжелательное участие по отношению к клиентам этого типа и игнорирование тех особенностей, которые обычно отталкивают окружающих от этих людей, создаст благоприятные возможности для смягчения ярко выраженных негативных черт характера. Люди расслабляются, у них повышается настроение. Многие из того, на чем они зацikli-

вались ранее, отступает на задний план. Это создает предпосылки для дальнейшей конструктивной работы.

4. Клиент с потребностью «выговориться», «ищущий сочувствия», «отдушину». В отличие от предыдущего типа клиентов, проблема здесь уже не в характере. Очень часто это люди с нелегкой жизнью, одинокие, чувствительные, добрые и страдающие вследствие своей доброты. Советы таким людям не обязательны, они могут даже оттолкнуть их, испугаться, что с ними не просто говорят как с людьми, а начинают «оказывать им психологическую помощь». Переходить к оказанию этой помощи можно только в случае специального запроса. Главное, в чем нуждаются клиенты подобного типа, — слушание. Если клиент активен, говорит, не следует его перебивать. При консультировании на телефоне доверия в эту группу попадают многочисленные инвалиды — люди, которые подчас годами не могут покинуть свою комнату. Общение с ними может быть очень интересным и обогатить психолога-консультанта. Они имеют уникальную возможность много читать, следить за различного рода информацией, поступающей по каналам радио, телевидения, чего большинство людей, вынужденных зарабатывать, лишены. Они с готовностью откликаются на просьбы консультанта отслеживать для него необходимую информацию.

По особенностям восприятия психических явлений среди клиентов можно выделить следующие типы.

1. Рационалистичный, реалистичный, прагматически ориентированный клиент, который стремится к точному знанию о себе и окружающих. Обратной стороной такого стремления является то, что он склонен недооценивать, игнорировать все, что касается душевной жизни человека, что трудно поддается объективации, рациональному анализу. Эти сферы действительности как бы дезорганизуют склад личности такого человека, поэтому он склонен их игнорировать, относиться к ним скептически, защищаться от них. Подобного рода клиента интересуют количественные характеристики личности, факты, полученные в результате строгих научных экспериментов. Он особенно склонен доверять результатам высоко стандартизированных тестовых методик, таких как ММРІ, опросник «16 личностных факторов»

Раймонда Кэттелла. Его интересует не просто что говорит в данный момент консультант, а на основании чего он это говорит. Все это необходимо учитывать в работе с таким клиентом, чтобы избежать негативного отношения к консультированию.

2. Интуитивно ориентированный, эмоционально-утонченный, эстетизированный клиент. Считает личность уникальным, таинственным образованием. Привлекают качественные, образные, художественные характеристики личности и ее жизненного пути. Интересуют глубинные механизмы психики, подсознательная природа человека. Обратной стороной личностной ориентации на интуитивное познание является неприятие рационального. Рациональное, объективное, полученное в ходе строгих научных экспериментов знание представляется такому человеку поверхностным, ограниченным, мало интересным. Склонен доверять информации, полученной с помощью методик, ориентированных на качественный анализ: тест Рошарха, Люшера. Такой клиент оценивает то, что говорит консультант, прислушиваясь к своему внутреннему голосу и как бы взвешивая на своих глубинных внутренних весах, что близко к истине, а что нет.

По способу работы со своими проблемами среди клиентов можно выделить следующие типы.

1. Клиент, который в ситуации затруднения стремится перестроить свое поведение, стиль деятельности, образ жизни, но не знает как. Это наиболее желательный для психологов-консультантов тип клиентов.

2. Клиент, который в ситуации затруднения стремится создавать многообразные субъективно-личностные версии, призванные сохранить о себе хорошее мнение в своих глазах и в глазах других людей. Версии неуспешности чаще всего связываются с внешними обстоятельствами либо с низкой личной заинтересованностью в данном виде деятельности. Например, студент, отчисленный из вуза за неуспеваемость, может объяснять это невозможностью для него учиться вследствие необходимости зарабатывать деньги или тем, что профиль вуза не соответствовал его интересам. Недовольство собой, порожаемое низкой самооценкой, может усложнять субъективно-личностную версию. Этот феномен заключается в том, что субъективно-личностная версия

начинает расслаиваться на несколько: «для себя» (которых может быть много) и «для других». Например, в случае неудачи на экзамене студентка может объяснять себе эту неудачу тем, что попался плохой преподаватель, а преподавателю объяснять свою неудачу физическим недомоганием. При этом противоречивость ситуации, которая часто возникает в случае создания субъективно-личностных версий, может не замечаться. Можно говорить о различных приемах работы с клиентами этого типа. Порой бывает полезно использовать прием интерпретации, сделать знание о субъективно-личностных версиях доступным клиенту. Можно обратить внимание клиента на противоречия в его рассказе: «Возможно, преподаватель неудачный, но ведь большинство студентов вашего курса сдали ему экзамен, многие получили хорошие оценки. Как им это удалось? Почему это не удалось Вам?» В случае эшелонированной психологической защиты, когда состояние клиента приближается к невротическому, нет смысла оспаривать субъективно-личностную версию. Эшелонированная психологическая защита связана, как правило, с тем, что клиент не видит путей конструктивного разрешения ситуаций. Создание субъективно-личностных версий — единственный известный такому человеку способ справиться с ситуацией. Затем можно, например, использовать прием самораскрытия. Рассказать о своем подобном опыте, о том, что чувствовал тогда, о том, как удалось разрешить трудности. Можно привести не свой, а просто известный психологу-консультанту опыт. Это должно обогатить клиента навыками конструктивного поведения в ситуации. В более тяжелых случаях требуется психотерапия.

Автор предлагает также учитывать влияние пола клиента на процесс консультирования. Мужчины и женщины имеют разные ожидания относительно психологического консультирования. Соответственно, консультанты-мужчины и консультанты-женщины по-разному видят себя в роли психолога-консультанта. Женщины в большей мере стремятся к сопереживающему, сочувствующему стилю общения, обращая внимание в первую очередь на отзывчивость, чуткость. Женщины в большей степени ориентированы на эмпатический контакт, чем мужчины.

Мужчины в консультировании предпочитают эмоционально нейтральный, рабочий стиль общения. Они более ориентированы на когнитивные аспекты ситуации, на психологическую информацию. При описании эталона консультанта они делают акцент на такие черты, как серьезность, внимательность, чувство долга.

Было установлено, что мужчины-клиенты предпочитают работать с мужчинами. Позиция женщин-клиентов нейтральнее, хотя и с некоторым предпочтением тоже своего пола.

Женщине-консультанту при работе с мужчиной можно рекомендовать более ориентироваться на рабочий стиль отношений, на подачу информации, на когнитивный анализ ситуации.

Мужчине-консультанту при работе с женщиной следует стремиться к большему сопереживанию, сочувствию, проявлению эмпатии.

Таким образом, использование профессионалом субъективной классификации партнеров по общению позволяет прогнозировать проблемные эпизоды, которые могут сопровождать взаимодействие, осуществлять профилактику разногласий и конфликтов, в конечном итоге — повышать качество своего труда.

### **Задания и упражнения для самостоятельной работы**

*Задание 1. Подготовьте обзор литературы по проблеме общения в разных видах профессиональной деятельности.*

*Задание 2. Подготовьте и проведите интервью с психологом на выявление барьеров общения, которые возникают в его профессиональной деятельности. Выясните, каким образом он преодолевает эти барьеры.*

## Глава 2. Конкретные феномены, в которых проявляется общение

### 2.1. Вербальное и невербальное общение

Как ранее отмечалось, по средствам общения выделяют вербальное (речевое) и невербальное (неречевое) общение.

#### 2.1.1. Вербальное общение

Основные функции речи в межличностном общении — эмотивная и конативная [39].

*Эмотивная функция* связана с субъективным миром адресанта (говорящего), с выражением его переживаний, отношения к тому, что говорится; в ней находит отражение самооценка говорящего, его потребность быть слышанным, понятым.

*Конативная функция* связана с установкой на адресата (слушающего), со стремлением на него воздействовать, формировать определенный характер взаимоотношений; в ней находят отражение потребности человека достигать поставленных целей, оказывать влияние на других людей; проявляется эта функция в структурной организации разговора, целевой направленности речи.

В вербальном общении выделяют говорение и слушание. С практической точки зрения важнейшей проблемой речевого общения выступает проблема адекватной передачи информации и, соответственно, адекватного ее восприятия. Потери информации в ходе речевого общения иллюстрируются так называемой коммуникативной воронкой (рис. 5).

Все, что я могу и хотел бы высказать  
То, что я непосредственно сообщаю  
    Что воспринимает мой адресат  
        Что он оценивает  
            Что он понимает  
                Что усваивает

Рис. 5. Коммуникативная «воронка»

Коммуникативная «воронка» представляет собой перечень этапов движения информации от говорящего к слушающему, на каждом из которых объем передаваемой информации уменьшается за счет потерь.

Наличие коммуникативной «воронки» естественным образом вызывает необходимость оптимизировать подачу вербальной информации, делая ее доступной для слушателя.

### ***Средства повышения эффективности вербальной коммуникации***

О. А. Баева [6] рассматривая требования к речи оратора, указывает, что важным элементом эффективного устного выступления является соблюдение требования логики:

- требование определенности, ясности;
- требование последовательности;
- требование непротиворечивости;
- требование обоснованности.

Аудитория, по мнению автора, скорее простит выступающему оговорки, чем нелогичность изложения. Это связано с тем, что сознанию свойственно искать во всем систему, порядок — логику. О. А. Баева разработала свои рекомендации для оратора — человека, выступающего перед аудиторией. В обыденном общении, возможно, уместны не все перечисленные правила. Однако большинство из них полезны для повышения эффективности высказывания и вне публичного выступления.

Для того чтобы избежать ***неясности, неопределенности*** высказываний, необходимо исключить двусмысленные фразы, пояснять значение малознакомых аудитории слов, давать определения сложным понятиям.

Самый строгий способ определения понятия — научное определение, в котором указывается род и дается видовое отличие обозначенного понятием явления. Например: «Проекция — это механизм психологической защиты, который заключается в...». Определяемое и определяющее понятия не должны толковаться друг через друга. В противном случае возникает ошибка «круг в определении»: одно понятие выражается через другое, а то — через первое: «Приятное — это переживание удовольствия. А удовольствие — это то, что доставляет нам

приятное». Вторая разновидность этой ошибки — «само через себя»: «Предприниматель — это тот, кто занимается предпринимательской деятельностью».

Правильные научные определения содержатся в словарях. Но словарные определения не всегда уместны в живой речи. А порой и не нужны. Часто достаточно, чтобы слушатели просто понимали, о чем идет речь. В таком случае применяют описание понятия — способ определения, при котором называют внешне воспринимаемые признаки или черты предмета, явления. Описание можно дополнить характеристикой — перечислением существенных признаков и свойств предмета и их оценкой. Например, чтобы слушатели понимали, что такое экстраверты, можно сказать, что это очень общительные люди. Они с удовольствием рассказывают о себе и спрашивают, охотно смеются, но могут быть несдержанны. Можно дать представление о предмете или явлении и на примере: «Коммуникативные барьеры — это неумение слушать партнера, плохая техника речи одного из партнеров, неумение партнера выражать свои мысли...». Чтобы раскрыть значение термина, иногда достаточно просто перевести его на русский язык: «перманентный» — постоянный, непрерывный; «менеджмент» — управление и т. д. Можно пояснить значение термина, рассказав о его происхождении (этимологии). Например, слово «инфляция» произошло от латинского *inflatio* — вздутие, «кредит» — от латинского *credere* — верить. Еще один способ объяснения термина — замена его синонимом, известным аудитории, например: «коммуникабельный, т. е. общительный».

Таким образом, способов определения понятий немало. В каждом конкретном случае тот или другой более уместен. Например, обращение к этимологии (происхождению) слова всегда вызывает интерес и внимание большой аудитории, а в выступлении перед одним — тремя слушателями может быть воспринято как демонстрация «учености».

Для того же, чтобы слушатели смогли воспринять, понять и запомнить все высказывание или выступление в целом, т. е. чтобы было соблюдено требование *последовательности*, они должны четко проследить логическую связь вопросов. При этом надо представлять, что естественная для говорящего

взаимосвязь между отдельными положениями его высказывания не для всех и не всегда бывает понятна. Значит, требуется не только подготовить слушателей к следующему вопросу, построить выступление так, чтобы очередной вопрос логически вытекал из предыдущего, но и пояснять это, используя слова и выражения — связки: «переходя к следующему вопросу», «во-первых, во-вторых», «с одной стороны, с другой стороны», «заканчивая рассмотрение этого вопроса» и т. п.

Конечно, связки возможны лишь тогда, когда сами вопросы выбраны не случайно, а логически обоснованно.

*Правила деления темы на вопросы:*

1. Следует найти один существенный признак деления темы на вопросы, а если нужно — вопросов на подвопросы.

2. Вопросы должны раскрывать главную идею выступления; не должно быть лишних вопросов.

3. Необходимо соблюдать непрерывность деления, правильно выделять вопросы и подвопросы.

4. Вопросы не должны пересекаться, т. е. не следует говорить об одном и том же в разных частях высказывания.

Логически обоснованной считается такая последовательность, когда изложение идет от известного к неизвестному, от простого к сложному, от знакомого и близкого — к далекому. В некоторых случаях психологически оправдано нарушение такого хода изложения, например чтобы сделать его более интересным, занимательным, побудить слушателей думать и т. п. В качестве приема это вполне допустимо и часто используется опытными ораторами. Например, лектор демонстрирует в формате видеосюжета некий психологический феномен, предоставляя слушателям догадываться о механизмах его проявления, а затем, как в детективной истории, помогает прийти к «открытию».

Если тема посвящена предмету или явлению, которое трудно классифицировать, правило 1 формулируется так: следует найти подход к раскрытию темы. Например, тема — рассказ о профессиональной роли психолога в организации. Можно использовать следующие подходы: исторический — история развития психологической службы в соответствующей

сфере, как картина выглядит в настоящее время; логический — подробный рассказ о направлениях деятельности психолога; организационно-психологический — рассказ о направлениях деятельности организаций данной сферы и сопровождающих эту деятельность психологических проблемах и т. д.

Требование *непротиворечивости* изложения заключается в том, что, утверждая что-либо о каком-то предмете или явлении для какого-то момента времени в каком-то отношении, нельзя это же отрицать. Конечно, действительность не остается застывшей, и с течением времени об этом же явлении (например, о деятельности руководителя) можно будет сказать другое. Естественно, в разных отношениях характеризовать явление можно по-разному. Например, новая мебель может подходить вам по дизайну и не подходить по цене, хороший специалист может иметь плохой характер и т. п. В подобных утверждениях противоречия нет. Однако иногда говорящему нелишне подчеркнуть, что в своем высказывании он намеренно подошел к явлению с разных сторон.

Требование *обоснованности* особенно важно соблюдать, если нужно убедить слушателей в чем-то или побудить их к определенным действиям. Тогда следует строить речь с учетом логической структуры обоснования:

1. Прежде всего, нужно четко сформулировать саму мысль, которую вы хотите обосновать. Ее называют тезисом. Тезис отвечает на вопрос: «Что мы доказываем?» Требование определенности высказываний в самой большой степени относится именно к тезису, формулировка которого должна исключать возможность понимания утверждения в другом смысле. Тезис должен быть предельно конкретным. Сформулированный «вообще», он может быть просто не воспринят.

2. Тезис подкрепляют аргументами, или доводами, которые называют также основанием доказательства. Аргументы отвечают на вопрос: «Чем доказываем?» Основанием доказательства могут быть совокупность фактов; статистические данные; теоретические положения, например экономические законы; суждения, основанные на житейском опыте, и т. д.

3. Третий элемент обоснования — демонстрация — показ того, как из данных аргументов следует тезис. Демонстрация

отвечает на вопрос: «Как доказываем?» Она демонстрирует ход наших рассуждений.

4. Аргументы должны быть достаточны для получения вывода, т. е. таковы, чтобы вывод нельзя было не сделать, иначе возникнет ошибка «вывод не следует». Например, из того, что некоторые бывшие двоечники стали бизнесменами, еще не следует, что для успеха в бизнесе не нужны знания.

Основываясь на работе О. А. Баевой, мы рассмотрели логические требования к речевому сообщению. Н. П. Ерастов [21] полагал, что, помимо логических, существует еще как минимум две группы так называемых норм речевого общения, т. е. сложившихся в культуре правил подбора слов и построения фраз: психологические и эстетические нормы.

*Психологические нормы* речевого общения — требования к подбору слов и синтаксических конструкций, обусловленные психологическими особенностями партнеров по общению. Их классификация опирается на основные группы психических явлений. В соответствии с психическими процессами, состояниями и психологическими свойствами личности выделяются такие нормы речевого общения, как доступность, содержательность и действенность речи.

Существует три вида доступности речи: перцептивная, мнемическая и когнитивная. *Перцептивная доступность* (иначе говоря, разборчивость) отражает закономерности функционирования человеческого восприятия. Соблюдение данной нормы общения предполагает оптимальную громкость, темп речи, учет особенностей помещения, в котором происходит общение. Например, выступая перед аудиторией, следует иметь в виду, что наполненное помещение глушит звук. Пустое помещение, напротив, усиливает громкость голоса. Для общения с аудиторией важна также дикция выступающего. Если устранить ее недостатки невозможно, лучшей разборчивости будет способствовать снижение темпа речи. Для тренировки речи с целью повышения ее перцептивной доступности существуют специальные упражнения [48; 49].

*Мнемическая доступность* характеризуется соответствием наших высказываний закономерностям работы памяти собеседников. В частности, в памяти с трудом укладываются длин-

ные фразы. Следует учитывать также эффект «западения середины»: то, что находится в середине высказывания, выступления или высказывания, целесообразно повторить в конце разговора или специально указать на значимость этой информации, усилить образность подачи этой мысли. К закономерностям работы памяти, имеющим значение для межличностного общения, относится также лучшее запоминание материала при участии нескольких анализаторов. Отсюда вытекает целесообразность использования в выступлении и, возможно, в разговоре схем, рисунков и т. п.

*Когнитивная доступность* (или понятность) предполагает использование в общении таких слов и оборотов речи, которые доступны уровню знаний партнера по общению. Особенно актуально это требование при использовании научных терминов, иностранных слов, устарелых или заимствованных выражений.

Под *содержательностью речи* имеется в виду ее соответствие закономерностям психических состояний собеседников. В их числе наиболее значимыми для общения являются интерес, внимание и эмоции. Соответственно выделяются 3 вида содержательности речи: увлекательность, привлекательность и эмоциональность.

*Увлекательность* достигается на основе установления соответствия содержания речи интересам партнеров. Речь в норме должна содержать в себе нечто новое, однако абсолютно новый, незнакомый материал не вызывает интереса. Повышению заинтересованности способствует выделение в процессе выступления нового в, казалось бы, знакомом материале, а также известного в том, что, на первый взгляд, является новым и незнакомым.

*Привлекательность* — соответствие речи закономерностям внимания. Эта норма речевого общения фактически является другой стороной предыдущей, т. к. произвольное внимание нередко является функцией интереса. Но ослабление внимания вызывается не только снижением интереса. Возможно элементарное утомление аудитории, пик которого, согласно некоторым данным, приходится на тридцатую — тридцать пятую минуту выступления. Существуют невербальные сигналы утомления, на которые может ориентироваться лектор. Слушатели откидываются назад, на спинки кресел, некоторые принимают

«защитные» позы: сплетенные, скрещенные руки. При получении от аудитории обратной связи такого рода лучше включить в выступление какой-то легкий материал: пример, анекдот и т. д. Можно также время от времени изменять характер умственной деятельности. Например, эффективной бывает замена слушания — основного вида деятельности аудитории в процессе устного выступления — на диалог — обращение к слушателям с вопросом («Слышали вы про такого ученого?»), предложением («Давайте попробуем разобраться»), высказываниями, «отслеживающими» состояние аудитории («Может быть, это звучит неубедительно, но если вы вспомните...»).

Самостоятельную задачу представляет собой привлечение внимания в начале выступления, когда аудитория обычно не настроена на восприятие выступления, не переключилась после каких-то предшествующих занятий. Существует обширный набор рекомендаций, касающихся оптимального начала выступления. Среди этих приемов едва ли не самым эффективным является изменение громкости голоса, причем в сторону снижения: повышение голоса для большинства людей еще в школьные годы теряет какую-либо побудительную силу, однако достаточно сказать несколько слов более тихим, чем принято, голосом, чтобы большая часть аудитории настроилась на восприятие информации.

*Эмоциональность* как норма речевого общения предполагает некоторый уровень эмоциональной насыщенности высказывания, без которого оно проигрывает в убедительности. Однако необходим оптимум эмоциональности, т. к. известны данные, согласно которым недостаток эмоциональности снижает эффективность речи на 30–35 %, а избыток — более чем на 70 %.

*Действенность* — это соответствие содержания речи целям и задачам личности. Она определяется результатами, достигнутыми в различных актах общения. Если, например, целью общения является информирование собеседника о чем-либо, то действенность определяется степенью усвоения материала. Когда задача общения — познание другого человека, показателем действенности становится полнота и точность полученных сведений. Убедительность речи, достигаемая как

вербальными, так и невербальными средствами, также является важным фактором повышения действенности.

*Эстетические нормы* речевого общения. Эта группа норм включает в себя требования красоты речи, которая может выступать на фонетическом, лексическом и синтаксическом уровнях. С точки зрения фонетики эстетика общения состоит в соблюдении красоты звучания речи. Звуки имеют разную эмоциональную окраску, разную привлекательность. Поэтому нежелательно излишнее скопление однородных звуков, особенно шипящих и свистящих.

Красота речи на лексическом уровне подразумевает разнообразие набора слов, исключая повторения, которые, впрочем, допустимы в научном тексте, когда подбор синонима может не облегчить, а, напротив, затруднить понимание текста.

Эстетике речи на синтаксическом уровне способствует разнообразие в построении предложений, использование различных придаточных частей, деепричастных и причастных оборотов. Правда, в устной речи частое применение длинных определительных оборотов нежелательно, т. к. слушатель вынужден сохранять в оперативной памяти определяемое слово, что может негативно повлиять на мнемическую доступность.

Современная культура вербального сообщения довольно безразлична к соблюдению требований, относящихся к четвертой группе — *грамматических норм общения*. В немалой степени этому способствуют традиции интернет-общения. Однако и обмен устными речевыми сообщениями зачастую отличается многочисленными нарушениями правил грамматики, что не способствует, а нередко мешает успешному усвоению содержания.

### **Задания и упражнения для самостоятельной работы**

*Задание 1.* Напишите эссе «Зачем психологу хорошая речь?»

*Задание 2.* Проанализируйте два публичных выступления (лекторы, политики) с точки зрения соблюдения норм речевого общения.

*Задание 3.* Подготовьте пятиминутное выступление на любую тему по психологии общения. Запишите свою речь на магнитофон. Проанализируйте собственное выступление с точки зрения соблюдения норм речевого общения.

*Задание 4.* Разработайте план совершенствования навыков речевого общения

*Задание 5.* Опираясь на нормы речевого общения, подберите упражнения для тренинга по вербальной коммуникации.

*Упражнение 1.*

Эвфемизмы — мягкие эквиваленты достаточно резких слов или выражений, которые предпочтительно завуалировать, например вместо «умер» — «ушел из жизни», «бедный» — «нуждающийся», «старый человек» — «человек преклонного возраста» и т. п. Придумайте не менее 10 слов, неприятных для партнера, и подберите к ним эвфемизмы.

*Упражнение 2.* Проработайте возможные орфоэпические ошибки в словах:

- 1) *каталог, квартал, красивее, аристократия;*
- 2) *товарищеская ответственность, задолго, партнер;*
- 3) *осведомиться, эксперт, феномен, созыв сессии;*
- 4) *упрочение, обеспечение, хозяева, украинец;*
- 5) *оптовые цены, валовой доход, перспектива;*
- 6) *безудержный, начать, бряцать, газопровод, нефтепровод;*
- 7) *хозяева, мельком, тяжба, тесно;*
- 8) *звонит, загнутый, намерение, ходатай;*
- 9) *ходатайствовать, осведомиться, кладовая;*
- 10) *языковая колбаса, языковая ошибка, воры, вы правы;*

*Упражнение 3.* Работа над правильностью речи.

1. *Исправьте ошибки в выражениях:* криминальное преступление, свободная вакансия, прејскурант цен, памятный сувенир, будущие перспективы, смелый риск, первая премьера, моя автобиография, первое боевое крещение, хронометраж времени.

2. *Устраните многословие в выражениях:* каждая минута времени, отступить назад, в декабре месяце, впервые познакомиться, завещать в наследство, в летний период времени, ошибочное заблуждение

*Упражнение 4.* Запишите на магнитофон свой монолог на любую тему продолжительностью в несколько минут. Затем оцените количество вокальных помех в вашей речи.

## 2.1.2. Невербальное общение

В своей знаменитой книге «Язык телодвижений» Алан Пиз [51] утверждает, что более 90 % информации человек воспринимает с помощью невербальных сигналов. Более дифференцированно это представлено в формуле А. Меграбяна [55]: при первой встрече с человеком мы доверяем на 7% вербальным сигналам (словам); на 38 % паралингвистическим сигналам (тому, как он говорит); на 55 % невербальным сигналам (позе, жестам, мимике, взгляду и т. п.).

Значимость невербального общения обусловлена его функциями — информационной и регулятивной.

*Информационная функция* заключается в передаче партнеру некоей информации о себе. Это делается главным образом произвольно, поскольку значительная часть невербального поведения не осознается лицом, которое его продуцирует.

Невербальное поведение передает информацию:

- об эмоциональном состоянии человека. Это наиболее известная частная функция невербального общения, поэтому не нуждается в подробных комментариях, достаточно проиллюстрировать ее примерами. Быстрая речь обычно выдает волнение или нервозность человека, в некоторых случаях отражает страх перед предстоящим человеку выступлением, необходимостью спорить. Распознать эмоциональное состояние человека легко можно по походке. Когда человек счастлив, он «летит», у него более частые и легкие шаги, когда страдает — при ходьбе почти не размахивает руками;

- об отношении к данному эпизоду общения или к сопутствующим обстоятельствам, что может осуществляться с помощью разнообразных средств от мимики до дистанции;

- о личностных особенностях субъекта, которые выражаются в позе, походке, мимике, темпе речи, громкости голоса и даже расстоянии, выбираемом для общения. Голос депрессивного человека ровный, для него характерно отсутствие изменений тональности. С сильным и звонким голосом положительно коррелирует такое свойство личности, как экстравертированность. Также со звонким голосом ассоциируют домини-

нантность. Тихий голос и шепот, напротив, признак интровертированного и тревожного человека. С грубым и «металлическим» голосом положительно коррелирует способность человека контролировать свои эмоции. Речь тревожного человека часто прерывают длинные паузы (больше 2 с). Вероятно, это связано с необходимостью когнитивно перестроить собственную речь, которую часто испытывает тревожный человек;

- о мотивационной составляющей общения. Так, медленная, с паузами речь указывает на заинтересованность субъекта в том, чтобы другой человек понял его точку зрения;

- о возрасте субъекта (голос, поза, походка, жестикуляция). Возраст человека наиболее информативно представляет голос. У молодых людей скорость артикуляции выше, чем у пожилых. В пожилом возрасте человек теряет способность использовать наиболее высокие или наиболее низкие тона;

- о половой принадлежности субъекта, что актуально в случае, если партнеры не видят друг друга, по крайней мере воспринимающий партнер не видит собеседника;

- о состоянии здоровья (высота голоса, поза, походка, жестикуляция);

- об общем энергетическом тоне;

- о темпераменте;

- о социально-групповой принадлежности, которая проявляется в акценте и общем виде человека, в несколько меньшей степени — в жестикуляции. Очень информативны в этом отношении голосовые характеристики: громкость, тембр и тон голоса;

- в некоторых случаях — о профессиональной принадлежности. Существуют профессии, которые легко и с большой точностью можно идентифицировать по голосу человека. Это, например, профессии священника и актера.

Особую частную функцию внутри информационного блока можно назвать *идентификационной*. У каждого человека неповторимый индивидуальный рисунок невербального поведения, что позволяет идентифицировать, «узнать» человека даже в условиях затрудненного восприятия.

*Регулятивная функция* позволяет субъекту влиять на различные характеристики контакта: на его продолжительность, пространственные характеристики, степень интимности, уровень доверительности и т. д. Например, когда человек повышает голос, это может указывать на то, что он хочет доминировать или заставить собеседника принять его идеи. С другой стороны, есть люди, которые могут добиться того же эффекта доминирования, используя противоположную стратегию. Внезапным понижением голоса можно заставить других замолчать.

Помимо перечисленных функций, которые можно рассматривать как основные, необходимо отметить, что существует ряд дополнительных [40; 41].

Невербальное поведение:

- создает образ партнера по общению;
- выполняет функцию опережающей манифестации психологического содержания общения (относительно речи);
- выступает в качестве маскировки «Я-личности»;
- является средством идентификации партнеров по общению;
- выполняет функцию социальной стратификации;
- выступает в качестве показателя статусно-ролевых отношений;
- выражает качество и изменение взаимоотношений партнеров по общению, формирует эти отношения;
- выполняет функцию экономии речевого сообщения;
- выступает в роли уточнения, изменения понимания вербального сообщения, усиливает эмоциональную насыщенность сказанного;
- выполняет функцию контроля аффекта, его нейтрализации или создания социально значимого аффективного отношения;
- выполняет функцию разрядки, облегчения, регулирует процесс возбуждения.

Невербальное поведение\* осуществляется с помощью широкого спектра средств. Их можно классифицировать по раз-

---

\*В. А. Лабунская [40] предлагает различать невербальное общение и невербальное поведение. В данном пособии мы рассматриваем эти понятия как синонимы.

личным основаниям. Например, по воспринимающему их органу чувств можно выделить следующие группы:

- визуальные средства невербального общения: мимика, жесты, поза, походка, взгляд, одежда, косметика;
- акустические средства невербального общения: темп, тембр, громкость, динамические характеристики (быстрота) речи;
- тактильно-кинетические средства невербального общения: прикосновения, объятия, толчки, пинки и пр.;
- ольфакторные средства невербального общения: запах тела, лекарств, косметики, парфюмерии и т. д.

На рис. 6 представлена схема невербальных средств общения, предложенная В. А. Лабунской.

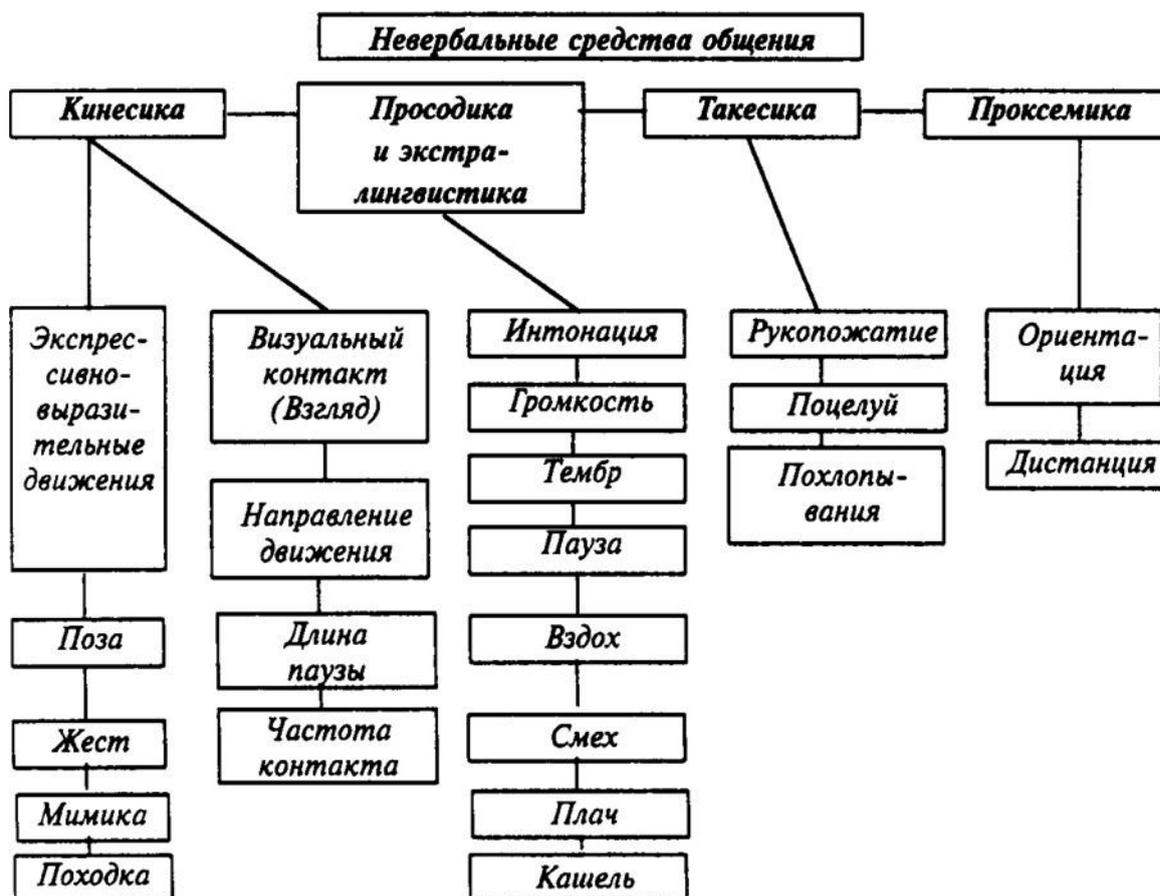


Рис. 6. Невербальные средства общения (по В. А. Лабунской)

Рассмотрим отдельные группы невербальных средств общения подробнее.

## *Жесты в составе невербальных средств общения*

Жест — это действие или движение тела, с помощью которого человек сигнализирует другому человеку о своем присутствии или о своих намерениях по отношению к партнеру или какому-либо объекту.

О той информации, которую несет *жестикуляция*, известно довольно много, например о ее количестве. Интенсивность жестикуляции растет с возрастанием эмоциональной возбужденности человека, его взволнованности или при желании достичь более полного понимания между партнерами.

Конкретный смысл отдельных жестов специфичен в разных культурах. Однако во всех культурах есть сходные жесты, среди которых можно выделить:

1. *Коммуникативные* (жесты приветствия, прощания, привлечения внимания и т. д.).

2. *Модальные*, т. е. выражающие оценку и отношение (жесты одобрения, неудовлетворения, запретов, доверия и недоверия, растерянности, отрицательные, вопросительные и т. п.).

3. *Описательные* жесты, имеющие смысл только в контексте речевого высказывания.

Существуют различные классификации жестов, построенные на разных основаниях. Приведем самую очевидную классификацию — содержательную, т. е. построенную на основании того значения, которое человек придает своим жестам [6].

Таблица 4

### *Группы жестов различной содержательной наполненности*

Название группы	Описание группы	Примеры
Символические жесты, или эмблемы	Это сигналы, которые человек сознательно использует вместо слов. Обычно они имеют определенное значение, специфичное для каждой страны или культуры	В славянской культуре поднятый большой палец — «все отлично», указательный палец правой руки слева направо под подбородком — «сыт по горло»)

Название группы	Описание группы	Примеры
Жесты регуляции межличностных отношений	Это жесты приветствия, прощания, извинения	
Жесты оценки	Обозначают отношение субъекта к другому человеку, предмету или явлению	Фамильярный жест, когда указательный палец правой руки вкручивается в висок
Иллюстративные жесты	Изображают содержание и ход мыслей; обилие таких жестов обычно не свидетельствует о высокой языковой культуре человека	«Такой высокий», «с другой стороны»
Жесты-регуляторы поведения	Направлены на изменение поведения других людей	«Встаньте», «идите сюда», «прошу вас пройти»
Дирижирующие жесты	Иногда сопровождают речь ораторов, которые вынуждены помогать себе руками	«Пилят», «рубят дрова», «ввинчивают лампочку»
Ораторские жесты	Направлены на возбуждение определенных чувств аудитории или собеседника	«Поймите меня», «я к вам взываю»
Аффективные жесты	Выражают эмоциональное состояние человека, его отношение к происходящему	Жесты радости, открытости, искренности

### *Мимика*

Особая роль в передаче информации отводится *мимике* — движениям мышц лица. При интерпретации мимических движений важно придерживаться следующих правил [66].

- Наблюдайте мимику в динамике. «Видео всегда информативнее фото».

- Для интерпретации необходимо отслеживать как минимум 3 параметра мимики.

- Высказывание об эмоциях, испытываемых человеком, должно быть сформулировано в предположительной форме.

Например: судя по мимическим движениям (глаза широко раскрыты, мышцы лба растянуты в восходящем движении, губы полуоткрыты, уголки губ приподняты), мы наблюдаем лицо человека, который скорее восторжен, чем спокоен.

На лице человека выделяют 3 зоны: верхнюю, среднюю и нижнюю. Движения каждой из этих зон имеют свое значение. В то же время все мимические движения удобно рассматривать через единую систему описания. В зависимости от направленности движения могут быть:

- направлены на сжатие, от периферии к центру (например, нахмуренные брови),

- направлены на расширение, растягивание от центра (например, улыбка),

- восходящие (например, удивление),

- нисходящие (например, печаль).

Важно обращать внимание на преобладание правосторонней либо левосторонней мимики. Левая и правая стороны нашего лица находятся под контролем разных полушарий мозга и потому могут отражать эмоции по-разному. Работа доминирующего левого полушария (в результате перекреста связей управления) отражается на правой стороне лица и придает ей выражение, поддающееся большему контролю (у правшей). Работа правого полушария отражается на левой стороне лица, соответственно, на этой стороне труднее скрыть чувства (особенно отрицательные эмоции). По асимметрии лица тренированный наблюдатель может выявить манипуляцию, различить естественное и искусственное поведение.

## *Интерпретация мимических движений по зонам*

### *Верхняя зона*

Верхняя зона мимики включает в себя лоб и брови и отвечает за логику и мыслительные процессы. Ровная поверхность лба говорит о готовности к получению информации. Расширение мышц лба принято интерпретировать как интерес, восторг, желание получить больше информации. Сжатие мышц лба, напротив, может свидетельствовать о том, что человек занят собственными мыслями и к получению информации из внешнего мира в данный момент не готов. Несимметричное расположение бровей, когда одна бровь находится выше другой, может говорить о смешанных чувствах: человек испытывает интерес, смешанный с сомнением, человек находится в оценивающей позиции.

### *Средняя зона*

Средняя зона мимики — это глаза и нос.

Глаза обеспечивают человеку визуальное восприятие. Широко раскрытые, распахнутые глаза говорят о желании воспринимать информацию. Прикрытые глаза — наоборот, могут отражать недоверие к информации или отсутствие потребности в ней (например, информация уже известна). Прищуренные глаза — признак того, что человек хотел бы воспринимать информацию медленнее, чтобы успеть ее проанализировать. Возможно, то, что человек воспринимает, кажется ему сложным и непонятным либо вызывает у него сомнения.

Взгляд снизу вверх обычно характерен для коммуникаций, в которых человек выступает подчиненным по отношению к собеседнику. Взгляд сверху вниз, наоборот, может свидетельствовать о наличии власти.

Нос, также расположенный в средней мимической зоне, отвечает за безопасность жизнедеятельности. Когда человек морщит нос, это может быть признаком того, что ситуация нежелательна, небезопасна. Обратное мимическое движение — когда человек носом тянется вперед — говорит об одобрении, интересе.

Характерные мышцы между носом и ртом являются атавизмом, доставшимся человеку от животных. В животном мире движение этих мышц служит для демонстрации клыков. У человека эти мышцы также напряжены при выражении агрессии. Подрагивающие мышцы свидетельствуют о попытке удержать себя от агрессивного поведения.

Еще одна группа мышц средней зоны лица — это мышцы под глазами. Сильное их сокращение растягивает губы, приподнимает щеки, образуя так называемые «паучьи лапки» в уголках глаз. Эти мышцы обязательным образом задействованы при выражении искренней улыбки. Ненастоящая, притворная улыбка отличается тем, что создается мышцами нижней части лица, без работы мимических мышц под глазами.

Также в средней зоне лица можно наблюдать напряжение бровей, которое легко заметно по складке, образующейся в районе переносицы. Такая мимическая особенность часто характерна для состояний требовательности, напряженности.

### *Нижняя зона*

Нижняя зона лица включает губы и подбородок.

Губы передают чувственную оценку происходящего. Расширение, расслабление губ может говорить о том, что человек спокоен, расслаблен, происходящее вокруг доставляет ему удовольствие. Поджатые губы могут свидетельствовать о том, что человек стремится удержать свои эмоции. Ситуация ему неприятна и не вызывает доверия. При этом нижняя губа отвечает больше за демонстративные эмоции, эмоции для окружающих: например, детская обида «для родителей», когда ребенок характерно выпячивает нижнюю губу. Верхняя губа выражает личные эмоции: не для окружения, а для себя.

Подбородок отвечает за выражение власти и подчинения. Приподнятый подбородок может демонстрировать претензию на власть — позиция хозяина. Опущенный подбородок, подбородок «в себя» характерен для ситуаций подчинения, повиновения.

В мимическом выражении шести основных эмоциональных состояний все движения мышц лица скоординированы, что хорошо видно из схемы мимических кодов эмоциональных состояний, разработанной В. А. Лабунской (табл. 5).

Таблица 5

**Мимические коды эмоциональных состояний**  
(по В. А. Лабунской)

Части и элементы лица	Эмоциональные состояния					
	Гнев	Презрение	Страдание	Страх	Удивление	Радость
Положение рта	Рот открыт	Рот закрыт		Рот открыт	Рот обычно закрыт	
Губы	Уголки губ опущены			Уголки губ приподняты		
Форма глаз	Глаза раскрыты или сужены	Глаза сужены		Глаза широко раскрыты	Глаза прищурены или раскрыты	
Яркость глаз	Глаза блестят		Глаза тусклые	Блеск глаз не выражен	Глаза блестят	
Положение бровей	Брови сдвинуты к переносице			Брови подняты вверх		
Уголки бровей	Внешние уголки бровей подняты вверх			Внутренние уголки бровей подняты вверх		
Лоб	Вертикальные складки на лбу и переносице			Горизонтальные складки на лбу		
Подвижность лица и его частей	Лицо динамичное		Лицо застывшее		Лицо динамичное	

*Зрительный контакт, или взгляд*

Взгляд, или *визуальный контакт*, является исключительно важным компонентом невербального общения. Он выполняет многочисленные функции в нашей коммуникации.

1. Указывает на то, что мы внимательно слушаем собеседника.
2. Дает обратную связь, которая показывает, как относится собеседник к тем или иным сообщениям.
3. Отражает эмоции, которые испытывает человек.
4. Используется для установления взаимоотношений.
5. Отражает характер взаимоотношений.
6. Показывает специфику переработки информации.

Для интерпретации взгляда рассматривают разные основания:

- продолжительность,

- направление,
- движения глаз,
- сужение — расширение зрачков,
- степень открытости глаз.

Так, например, тот, кто в данный момент говорит, меньше смотрит на партнера — только чтобы проверить его реакцию и заинтересованность. Слушающий же больше смотрит в сторону говорящего и «посылает» ему сигналы обратной связи. Исследования показывают, что люди, которые говорят сами, в течение 40 % времени поддерживают зрительный контакт, а слушатели поддерживают этот контакт в течение 70 % времени беседы.

Человек в целом чаще поддерживает зрительный контакт, когда обсуждаются темы, приятные для него, если он искренне заинтересован в комментариях и реакции другого человека или когда пытается влиять на него. Наоборот, он избегает прямых взглядов, когда говорит на темы, вызывающие у него дискомфорт, когда недостает заинтересованности в теме или человеке, когда впадает в замешательство [11]. Также если речь идет о сложных вещах, на собеседника смотрят меньше, когда трудность преодолевается, — больше. Установлено [61], что взгляд связан с процессом формирования высказывания и с трудностью этого процесса. Когда человек только формирует мысль, он чаще всего смотрит в сторону («в пространство»), когда мысль полностью готова, — на собеседника. Но примерно за секунду до окончания отдельного речевого блока говорящий переводит взгляд на лицо слушателя, как бы подавая сигнал о наступлении его очереди говорить и оценивая произведенное им впечатление. Партнер, взявший слово, в свою очередь, отводит глаза, углубляясь в свои мысли. Слушающий же подает глазами сигналы своего отношения к содержанию высказываний говорящего — это могут быть одобрение и порицание, согласие и несогласие, радость и печаль, восторг и гнев.

Чрезвычайно интересную информацию можно получить, наблюдая за зрачками собеседника, поскольку расширение или сужение зрачков не поддаются сознательному контролю. При постоянном освещении зрачки могут расширяться или сужаться в зависимости от настроения. Если человек возбужден, или заинтересован чем-то, или находится в приподня-

том настроении, его зрачки расширяются в четыре раза против нормального состояния. Наоборот, сердитое, мрачное настроение заставляет зрачки сужаться.

В момент поиска информации (например, ответа на вопрос) люди обращаются к внутреннему опыту. Создатели НЛП Р. Бэндлер и Д. Гриндер заметили, что паттерны движений глаз человека в моменты, когда он думает или говорит, хорошо соотносятся с определенными видами поиска внутренней информации, т. е. наблюдая за движением глаз партнера по общению, можно определить, к какому виду внутренней информации он обращается — зрительной (визуальной), слуховой (аудиальной), кинестетической. На рис. 7 показаны глазодвигательные паттерны (для правшей).



Рис. 7. Глазодвигательные паттерны

*1. Расфокусированные глаза: визуализация.* Подобное может произойти в любом из перечисленных положений и часто используется во время разговора лицом к лицу между людьми, которые общаются по правилу «посмотри — послушай». Это обычно является доступом к эйдетичному или конструированному воображению.

2. *Взгляд вверх и вправо: конструированные образы.* Визуальные образы, которые создаются человеком. Такие образы сконструированы в ответ на сенсорные раздражители.

3. *Взгляд вверх и налево: эйдетичные образы.* Хранимые визуальные образы прошлых событий. Включают сны и конструированные образы, которые уже были испытаны и обычно характеризуются глубиной, движением (как в кино) и цветом.

4. *Взгляд горизонтально и вправо: конструированная речь.* Этот паттерн связан с процессом создания разговорного языка. В этом положении человек «вкладывает в слова» то, что он хочет сказать дальше.

5. *Взгляд горизонтально и налево: запомненный звук.* Включает в себя такую тональную репрезентацию, как «алфавитная мелодика», буквы, звуки рекламы, номера телефонов, сленг и ругательства. Встречается, когда человек часто двигает глазами при воспоминаниях о слышанном ранее образе.

6. *Взгляд вниз и вправо: чувства.* В этом положении человек получает доступ к хранимым кинестетическим воспоминаниям.

7. *Взгляд вниз и налево: внутренний диалог.*

Информационное значение [8] взгляда связано с его направлением на «географическую» зону лица и тела собеседника (рис. 8).



Рис. 8. Направление взгляда на «географическую» зону лица и тела собеседника

*Деловой взгляд*, устремленный в область лба собеседника, создает серьезную атмосферу, деловой настрой.

*Светский взгляд*, устремленный ниже уровня глаз собеседника, способствует созданию атмосферы непринужденного

общения. Исследования показали, что во время неформального общения на лице собеседника также можно выделить треугольную зону. В этом случае она располагается между глазами и ртом собеседника.

*Интимный взгляд* устремлен в область между грудью и глазами. Мужчины и женщины используют такой взгляд, чтобы показать свою заинтересованность друг в друге.

«Язык» глаз проявляется и в степени их открытости.

Слишком широко открытые глаза всегда свидетельствуют об активном восприятии человеком окружающего мира. Часто можно наблюдать, что одновременно широко раскрыты рот и нос (раздутые ноздри). Это происходит, когда человек бессознательно хочет получить максимум информации, чтобы не ускользнуло даже мельчайшее. Происходит это в следующих случаях [65]:

- при удивлении, неожиданности, озадаченности, удивленном восхищении; при возникновении вдруг наивысшей радости; при испуге, ужасе (при шоке такая мимическая картина длится некоторое время);

- при огромном любопытстве, напряженном ожидании;

- при надежде или сильном стремлении («глазеть», «смотреть, открыв рот», «пожирать глазами»);

- при полной беспомощности, неспособности понять, полной наивности; при пришедшем вдруг понимании;

- при сильном порицании (как предостерегающий взгляд) или упреках («прими во внимание», при этом лицо серьезное, напряженное);

- при интенсивном ожидании после поставленного вопроса.

Особенности состояния человека, его мимические реакции (оцепенение или блеск глаз, положение уголков рта, руки в защитной позиции, общее напряжение или расслабление тела и т. п.) указывают на подходящее в данном случае толкование.

### *Организация пространства как средство невербального общения*

Одним из первых пространственную структуру начал изучать американский антрополог Эдуард Т. Холл, который в начале 1960-х гг. ввел термин «проксемика» (*proximity* — «близость»).

Сам Э. Холл называл проксемику «пространственной психологией». К проксемическим характеристикам относятся ориентация партнеров в момент общения и дистанция между ними.

### *Дистанция*

Нормы приближения двух людей друг к другу описал Э. Холл. Данные нормы определены четырьмя расстояниями.

- Интимное расстояние — от 0 до 45 см — на таком расстоянии общаются самые близкие люди; в этой зоне имеется еще одна подзона радиусом 15 см, в которую можно проникнуть только посредством физического контакта, это сверхинтимная зона.

- Персональное — от 45 до 120 см — общение со знакомыми людьми.

- Социальное — от 120 до 400 см — предпочтительно при общении с чужими людьми и при официальном общении.

- Публичное — от 400 до 750 см — на этом расстоянии не считается грубым обменяться несколькими словами или воздержаться от общения, на таком расстоянии происходят выступления перед аудиторией.

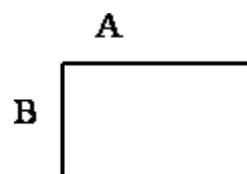
Обычно люди чувствуют себя удобно и производят благоприятное впечатление, когда находятся на расстоянии, соответствующем указанным видам взаимодействия. Чрезмерно близкое и чрезмерно удаленное положение отрицательно сказываются на общении.

### *Ориентация*

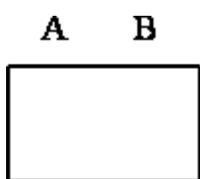
Следует отметить такие проксемические компоненты невербальной системы, как ориентация и угол общения. Ориентация выражается в повороте тела и носка ноги в направлении партнера или в сторону от него, что сигнализирует о желании общаться.

Правильное распределение участников за столом является средством их эффективного взаимодействия. Различные оттенки отношения людей могут выражаться через то, какое место они занимают за столом.

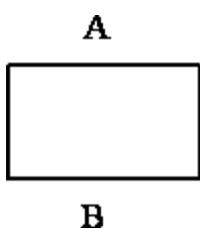
1. Угловая позиция подходит больше всего для дружеской непринужденной беседы, хотя возможна и для делового разговора, например: врач — пациент, руководитель —



подчиненный. Позиция способствует постоянному контакту глаз и создает условия для жестикуляции, не мешающей партнеру, позволяет наблюдать друг за другом. Угол стола служит частичным барьером: при возникновении конфронтации можно отодвинуться дальше, в ситуации взаимопонимания — сблизиться; территориальное разделение стола отсутствует.

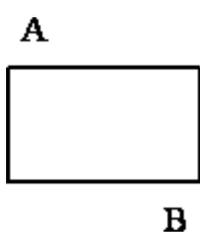


2. Такая позиция подходит для непосредственного делового взаимодействия. Когда задача или проблема решаются совместно, людям нужно сидеть рядом, чтобы лучше понять действия и намерения друг друга, видеть анализируемые материалы, обсудить и выработать общие решения.



3. Положение деловых партнеров друг против друга создает атмосферу соперничества, при которой каждый из участников жестко ведет свою линию, отстаивает свою позицию, пытается обыграть делового партнера. Стол между ними становится своеобразным барьером. Достичь согласия при такой позиции за столом чрезвычайно трудно, даже компромисс затруднителен, а вот конфликт вполне возможен.

С другой стороны, такая позиция может свидетельствовать о субординации. Разговор тогда должен быть коротким и конкретным. Именно так садятся за стол переговоров: тогда это означает равноправную позицию и может способствовать конструктивному общению.



4. В определенных ситуациях делового общения целесообразно занимать независимую позицию, т. е. по диагонали через весь стол. Эта позиция характерна для людей, не желающих взаимодействовать. Она свидетельствует об отсутствии заинтересованности или о желании остаться незамеченным, например на деловом совещании, семинаре и пр.

Форма стола тоже имеет значение:

- *квадратный стол* способствует отношениям конкуренции и соперничества между людьми, равными по положению. Квадратные столы хороши для проведения короткой деловой беседы. Отношения сотрудничества установятся, скорее всего, с человеком, который сидит рядом. Причем больше понимания

будет исходить от сидящего справа. Наибольшее сопротивление будет оказывать тот, кто сидит напротив;

- за *прямоугольным столом* на встрече партнеров одинакового социального статуса главенствующим считается место, на котором сидит человек, обращенный лицом к двери;

- *круглый стол* создает атмосферу неофициальности и непринужденности и является наилучшим средством проведения беседы людей одинакового социального статуса, потому что всем за столом выделяется одинаковое пространство.

### ***Невербальное общение в деятельности психолога***

Очевидно, что деятельность психолога предполагает как отслеживание и интерпретацию невербальных сигналов клиента, так и контроль собственных невербальных реакций. Этот последний аспект обсуждается Ю. Е. Алешиной в контексте деятельности психолога-консультанта [1]. Автор отмечает, что невербальные реакции в меньшей степени, чем вербальные, находятся под сознательным контролем человека и консультант, особенно начинающий, может не «уследить» за собой. Та или иная проявленная негативная эмоция, воспринятая клиентом на свой счет, может отрицательно сказаться на дальнейшем ходе беседы. Она выделяет несколько сфер невербального контакта, которым консультант должен уделять специальное внимание в ходе беседы.

#### ***Контакт глаз***

Консультанту во время беседы следует смотреть на клиента, а не в сторону, поскольку иначе у собеседника может возникнуть ощущение, что его плохо и невнимательно слушают. Оптимальное пространственное расположение во время беседы — консультант и клиент сидят под углом, чуть наискосок — как нельзя лучше способствует тому, что они находятся в поле зрения друг друга, но клиент имеет возможность смотреть в сторону, не отводя специально глаз и не навязывая себя собеседнику.

#### ***Выражение лица***

Профессионалу следует следить за своим выражением лица. Лучше всего, если на лице можно прочесть доброжелательное внимание. Но тем, кто только начинает работать, стоит

специально понаблюдать за собой перед зеркалом, выбрать то выражение, которое в наибольшей степени подходит к ситуации консультирования, почувствовать его на своем лице.

Бывает, что в процессе беседы психолог ощущает растерянность, не знает, что делать дальше, что сказать. Особенно часто это возникает в ситуациях, когда клиент плачет, охвачен какой-то сильной эмоцией или агрессивно спорит с консультантом. Независимо от ситуации выражение лица и голос не должны выдавать растерянности и смятения. Выражение спокойствия и уверенности на лице профессионала само по себе имеет психотерапевтический эффект, способствуя ощущению, что все нормально, ничего страшного или из ряда вон выходящего не происходит, со всем этим можно справиться.

### *Поза тела*

Естественно, что поза консультанта не должна быть напряженной или закрытой. Ощущение напряженности может возникнуть, если консультант будет сидеть на краешке стула, или если его руки будут с напряжением сжимать ручки кресла, или просто в том, как он сидит, будет нечто непривычное или неестественное. Закрытость позы традиционно связывается со скрещенными руками или ногами. Ощущение отстраненности психолога может возникнуть, если он слишком далеко откидывается на кресле или отодвигается от клиента. Но не стоит и слишком близко придвигаться к собеседнику или сидеть на кресле, наклонившись прямо вперед, — такая поза может вызвать ощущения давления и нарушения личностного пространства.

Консультант и клиент находятся во время беседы в своеобразном телесном контакте, использование которого может повысить эффективность консультативного процесса. Обычно это выражается в том, что при глубокой вовлеченности в разговор клиент, не осознавая этого, начинает зеркально отражать позу и поведение консультанта. Так, если психолог напряжен, ощущение напряжения и неуверенности передается и собеседнику, который неосознанно принимает позу, аналогичную позе консультанта.

### *Тон и громкость голоса*

Реакция клиента на то, что говорит психолог, во многом связана с тем, каким тоном с ним говорят. Тон консультанта должен не просто быть доброжелательным, он должен соответствовать тому, что говорится. Для того, кто не уверен в том, насколько он хорошо чувствует и контролирует свой тон, имеет смысл специально поупражняться с партнером, который может дать точную обратную связь. Не стоит говорить с клиентом слишком громко. Скорее наоборот, приглушенный голос в большей мере способствует возникновению у собеседника ощущения доверительности, интимности. Интересно, что варьирование громкости голоса и темпа речи консультанта, точно так же, как и в случае с изменениями позы, могут привести к изменениям состояния клиента. Обычно громкость голоса и темп речи у консультанта и клиента совпадают, если же последний слишком возбужден, это сразу отражается на том, как он говорит. В более возбужденном состоянии люди говорят громче и быстрее. Консультант может несколько охладить клиента, начав говорить медленнее и тише, что, скорее всего, приведет к тому, что клиент автоматически постарается подладиться, нормализовав таким образом свое психологическое состояние.

### *Использование паузы*

Использование паузы как средства психотерапии трудно переоценить. О ее значении для работы с клиентами много говорил К. Роджерс, подчеркивая, что умение выдерживать паузу является одним из важнейших профессиональных навыков практика. Соблюдая паузу, психолог предоставляет возможность говорить клиенту, стимулирует монолог. Наличие пауз в беседе создает ощущение неторопливости, продуманности происходящего, поэтому не следует слишком спешить задавать вопросы или комментировать то, что говорит клиент. Пауза подчеркивает значительность сказанного, необходимость осмыслить и понять. Консультанту следует выдерживать паузу практически после любого высказывания клиента, кроме тех, которые непосредственно содержат вопрос. Пауза дает возможность дополнить уже сказанное, поправить, уточнить. Кроме того, благодаря паузе можно избежать ситуации, которая,

к сожалению, нередко возникает в процессе консультирования, когда клиент и консультант начинают конкурировать друг с другом, бороться за право вставить слово, что-то сказать. Возможность говорить должна быть предоставлена прежде всего клиенту, тогда в тот момент, когда настает черед говорить психологу, его будут слушать особенно внимательно.

Время паузы воспринимается в беседе по-особому, и минутная пауза будет выглядеть как «вечность». Для нормальной паузы вполне достаточно 30–40 секунд.

### **Задания для самостоятельной работы**

*Задание 1.* Подготовьте сообщение на одну из тем: «Одежда как форма невербальной коммуникации», «Украшения как форма невербальной коммуникации».

*Задание 2.* Рассмотрите свой гардероб. Попробуйте представить, какое мнение о вас сложится у человека, который его увидит.

*Задание 3.* Параязык — невербальное «звучание» сообщений; манера передачи информации. Попробуйте определить, как эти характеристики влияют на ваше восприятие собеседника.

Параязык	Как влияют на восприятие собеседника
Высота голоса	
Громкость голоса	
Темп — скорость, с которой человек разговаривает	
Тембр голоса — это окраска его звучания	
Вокальные помехи (лишние звуки или слова, нарушающие беглость речи)	

*Задание 4.* Рассмотрите и будьте готовы описать основные экспрессивные комплексы.

## ***Основные экспрессивные комплексы***

*(Жмуров В. А. Большая энциклопедия по психиатрии. М., 2012)*

### **1. Внимание к собеседнику:**

- рука расположена у щеки, голова опирается на кисть руки, при этом указательный палец может быть вытянут вдоль виска («я весь внимание»);

- голова наклонена набок — «я слушаю вас с интересом». Когда интерес к собеседнику ослабевает, плечи сначала поднимаются, затем опускаются (это знак сомнения в том, что собеседник так уж интересен, или просьба к нему поскорее завершить сообщение), взгляд начинает блуждать по сторонам (указание, что есть что-то и поинтереснее), а тело принимает позу, обращенную от собеседника.

### **2. Гнев (приступ к драке, по Ч. Дарвину):**

- голова откинута и расположена вполоборота к объекту гнева;

- глазные щели сужены, угловаты или, напротив, появляется экзофтальм;

- брови опущены, они принимают горизонтальное положение и сведены к переносью так, что между ними появляется горизонтальная складка;

- неотрывный взгляд на объект гнева (Л. Н. Толстой);

- шумное дыхание;

- сжатые кулаки;

- обнажение клыков;

- гиперемия склер («глаза налиты кровью»);

- зубы стиснуты, скрежет зубов, губы плотно сжаты.

### **3. Досада:**

- злобное выражение лица;

- выражение напряженной мысли;

- отсутствие признаков общего мышечного напряжения (знак того, что имеющееся недовольство индивид не склонен проявлять агрессией).

### **4. Жеманство:**

- преувеличенные, нарочито замедленные, а временами намеренно задерживаемые движения;

- замедление, ускорение или утрирование выразительных актов, а также их разнообразие, что должно бы обратить внимание на себя кого-то из окружающих. Жеманство есть частный вариант кокетства — поведения, при котором хотят понравиться, выставляя напоказ свои привлекательные качества и одновременно стараются их скрыть, замаскировать, но так, чтобы они были бы на первом плане.

#### 5. Зависть (по описанию Овидия):

- медленная поступь (демонстрация высокомерия, надменности, самоуверенности);

- бледное лицо (выдает скорее страх и тревогу, нежели гнев и агрессию);

- косой взгляд (скрытый от объекта зависти, отчего М. Ю. Лермонтов называет зависть тайным чувством);

- отсутствие улыбки, исключая те случаи, когда злорадный завистник видит страдания других людей.

#### 6. Закрытость:

- скрещивание рук со сжатыми кулаками или придание им такого положения, когда одна рука сжимает другую («я нахожусь в обороне, так как ничего хорошего от кого-то не жду»);

- сидение на стуле, повернутом спинкой вперед (демонстрация силы и готовности к ответной агрессии);

- ноги расположены поверх стула, стола, кресла (жест высокомерия, развязности);

- скрещивание или поза нога на ногу («я готов к конфронтации»). Если при этом скрещены еще и руки, то это явный знак того, что собеседник не склонен вступить в контакт, если не ощущает себя при этом в роли врага.

#### 7. Злоба (лучшая иллюстрация — изображение лица Мефистофеля):

- брови вытянуты в горизонтальную линию, внутренние их углы опущены, наружные — в противоположность печали — приподняты;

- поперечные складки на переносье.

#### 8. Негодование (благородный, праведный гнев):

- брови опущены и расположены горизонтально (знак напряжения мысли, чего нет при гневe, когда индивиду в состоянии этого аффекта не до рефлексии и размышлений);

- руки воздеты и обращены ладонями вверх (знак, который называют «весами справедливости», это как бы обращение к небу, верховному и беспристрастному арбитру);

- на лице выражение бесстрастия (во всяком случае, признаков злобы нет).

#### 9. Недоумение (растерянность):

- застывание на одном месте и в одной позе;

- признаки остановки мысли;

- разведение рук в стороны (означает неспособность действовать из-за остановки мыслей);

- полуоткрытый рот (означает остановку вокализации, неспособность что-то сказать).

#### 10. Напряжение воли (по описанию Ч. Дарвина):

- плотное сжатие губ;

- напряжение мышц тела, живость и резкость движений.

#### 11. Отвращение:

- отворот головы (знак «противно смотреть»). В псалмах библейского царя Давида содержится, например, просьба к Богу не отвращать от него свое лицо, взгляд;

- нахмуренные брови (означает «глаза мои не глядели бы на эту мерзость»);

- сморщенный нос, как это бывает при неприятном запахе;

- приподнятая верхняя губа и опущенная нижняя (означает «выплюнуть бы такую дрянь»);

- угловатая форма рта («какая-то гадость во рту»);

- язык слегка вытянут, он словно выталкивает что-то неприятное изо рта или препятствует его попаданию в рот;

- туловище занимает положение с отворотом, оно словно от чего-то отстраняется;

- рука (руки) вытянуты, пальцы рук раздвинуты («ничего не возьму в руки из чувства гадливости»).

#### 12. Открытость:

- развернутые, раскрытые навстречу партнеру руки (это как бы означает «смотрите, у меня нет за пазухой камня»);

- частое поднятие плеч («всякие сомнения в отношении моей закрытости и враждебности безосновательны»);

- расстегнутые пиджак или куртка («убедитесь сами, что я открыт и мои намерения самые добрые»);

- наклон в сторону партнера (знак симпатии, расположения).

#### 13. Печаль:

- брови вытягиваются в прямую линию, внутренние их углы приподняты, наружные опущены;

- в области средней трети лба образуется несколько поперечных морщин;

- на переносье появляется несколько вертикальных складок (знак сосредоточенности на каких-то угнетающих индивида проблемах);

- глаза слегка сужены, здоровый блеск в них отсутствует («потухший взор»);

- уголки рта опущены («кислое» выражение лица);

- темп движений и речи замедлен.

#### 14. Подобострастие:

- преувеличенное изображение уважения, до степени самоуничтожения и раболепия (например, тело излишне наклонено вперед, лицо копирует выражение прислуживания объекту отношений, оно изображает умиление, заискивающий взгляд не отрывается от важной персоны, выражает готовность угадать и исполнить любое ее желание);

- отсутствие признаков напряжения ума;

- отсутствие признаков напряжения воли.

#### 15. Подозрительность:

- неподвижный взор, устремленный на объект подозрения;

- взгляд искоса (желание дистанцироваться от объекта угрозы или скрыть свое настороженное к нему отношение);

- слабое смыкание губ (знак неуверенности в том, что может случиться, чего следует ожидать);

- тело ориентировано от объекта угрозы (означает желание удалиться от объекта угрозы);

- признаки злобы.

#### 16. Радость:

- брови и лоб спокойны;

- нижние веки и щеки приподняты, глаза прищурены, под нижними веками появляются морщинки;

- «гусиные лапки» — легкие морщинки, лучами расходящиеся от внутренних углов глаз;

- рот закрыт, уголки губ оттянуты в стороны и приподняты.

#### 17. Раскаяние:

- выражение печали, убитого вида (рудимент разрывания одежды или посыпания головы пеплом);

- выражение молитвенной мольбы к высшим силам в виде воздетых к небу рук (значает просьбу о прощении, помиловании);

- сжатие кулаков (знак гнева, досады в отношении своего недостойного поведения);

- плач с закрытыми руками глазами;

- отдаление от других людей.

#### 18. Расположение к кому-либо:

- наклон головы, тела в сторону собеседника («мне с вами интересно и я не хочу лишиться вашего внимания»);

- рука на груди или «на сердце» (мужской жест честности и открытости);

- взгляд в глаза («мне приятно вас видеть»);

- покачивание головой в знак согласия с тем, что собеседник говорит;

- прикосновение к собеседнику (означает доверие, симпатию, теплоту отношения);

- приближение к собеседнику до пределов интимной зоны и ближе;

- закрытая позиция партнеров: они смотрят друг на друга, ступни их ног расположены параллельно.

#### 19. Самоуверенность:

- отсутствие оживленной мимики на лице («мне нечего скрывать, я уверен в себе и ничего не боюсь»);

- гордая, прямая поза;
- пальцы рук соединены, иногда куполом. Чем выше расположены руки, тем большее превосходство над другими ощущает или демонстрирует индивид. Он может позволить себе смотреть на кого-либо сквозь соединенные пальцы своих рук;
- руки могут быть соединены за спиной (означает готовность действовать не физической силой, а правом на своей стороне);
- высоко поднятый подбородок (взгляд «свысока»). Два последних признака образуют авторитарную позу;
- неторопливые движения, скупые жесты и движения головой и глазами. Это создает впечатление их многозначительности, а также убежденности в своей непогрешимости;
- выбор места расположения где-нибудь на возвышении, как бы на троне или пьедестале;
- расположение ног на предметах или поза небрежно облокотившись на что-либо («тут моя территория, здесь я хозяин»);
- взгляд над очками.

#### 20. Скука:

- глаза полуприкрыты («не глядел бы на все это»);
- голова лежит на ладони («подушку бы, лучше уж поспать»);
- машинальное и однообразное рисование на бумаге каких-то орнаментов, решеток, фигурок;
- пустой, ничего не выражающий и ни к чему не прикованный взгляд, то, что называют «дневным сном» с пассивным течением впечатлений.

#### 21. Смущение:

- голова поворачивается в сторону от наблюдателя;
- взгляд направлен вниз, он смещается при этом вбок;
- улыбка сжатыми губами («сдержанная улыбка»);
- дотрагивание рукой до лица.

#### 22. Сомнение:

- слабое напряжение мышц тела и круговой мышцы рта;
- опущенная голова;
- опущенный взор;
- руки прижаты к телу, они сложены, могут быть засунуты в рукава (признак отсутствия побуждений действовать);
- приподнятые плечи (знак вопроса: «чему тут удивляться?»).

### 23. Страх:

- поперечные морщины на лбу, при этом в центре лба они глубже, чем по краям;
- широко раскрытые глаза («у страха глаза велики»);
- поднятие век так, что между верхним веком и радужной оболочкой обнажается белок глаз;
- брови поднимаются, делаются дугообразными и сводятся к переносице (выражение беспомощности);
- рот открыт («отпала челюсть»);
- углы рта резко оттянуты (выражение задержанного крика о помощи);
- поперечные морщины на передней поверхности шеи (рудимент реакции съеживания, сворачивания в клубок);
- застывание на месте или беспорядочное метание (паралич воли или рудимент реакции бегства);
- сухость во рту, бледность лица (первое — признак, который использовали древние детекторы лжи; второе — признак, который ранее использовали для отбраковывания призывников в армию);
- напряженный и настороженный взгляд, устремленный в сторону источника опасности;
- дрожь в руках, ногах, во всем теле.

### 24. Стыд:

- прячется лицо, оно закрывается руками, отводится в сторону, опускается вниз, как это бывает в чьем-либо присутствии, даже воображаемом;
- взор обращен в сторону, опущен вниз или беспокойно двигается (Ч. Дарвин);
- веки прикрывают глаза, глаза иногда бывают закрыты (как у детей: «не вижу, значит этого нет»);
- прекращение речи (в Библии сказано: «Чтобы впредь нельзя было тебе рта раскрыть от стыда»);
- тихие, бесшумные, по возможности незаметные действия (в Библии сказано: «Крадутся люди стыдящиеся»);
- тело сжимается, съеживается, индивид как бы прячется, хочет остаться незаметным, чтобы его не видели;
- поверхностное дыхание с глубокими вздохами (рудиментами плача);

- внезапные остановки дыхания (связаны, вероятно, с горестными воспоминаниями о содеянном);

- заикание, спотыкания в речи;

- краска стыда («покрыться стыдом, бесчестием»). «Стыдливый румянец» Ч. Дарвин считал самым человеческим из всех проявлений эмоций.

25. Тревога:

- беспокойный, бегающий взгляд;

- суетливость, то есть бестолковая, торопливая и часто бесцельная активность — обнаруживается значительное или нарастающее двигательное беспокойство (особенно часто это потирание рук, непоседливость, бесцельное перемещение с одного места на другое, бессмысленное переключивание с одного места на другое предметов и др.);

- тревожные вербигерации (повторение фраз, вопросов, выражающих страх по поводу предчувствия надвигающегося несчастья);

- дрожание рук, голоса, всего тела (сопровождает ощущение внутреннего, эмоционального и мышечного напряжения);

- крики, плач;

- бледность кожи.

26. Удивление:

- высокое поднятие бровей;

- открытие рта;

- разведение рук в стороны;

- сильное напряжение внимания;

- сильное напряжение мысли.

27. Умиление (душевное состояние, возникающее на исходе печали):

- признаки радости;

- признаки печали;

- слезы.

28. Умственное напряжение:

- две вертикальные складки на переносице;

- нависание бровей над глазами;

- брови из дугообразных делаются горизонтальными.

## **2.2. Слушание. Значение слушания в профессиональной деятельности психолога. Сущность слушания. Виды слушания**

Слушание — это вид психической активности, который является предметом рассмотрения исключительно в гуманистической психологии, поскольку предполагает максимальную ориентацию на партнера, учет его коммуникативных интересов, уважение его мотивов и чувств. Слушание — не просто молчание. Слушание — это сосредоточение внимания на том, что говорит собеседник. Слушание — это сложный процесс, который, с точки зрения Р. и К. Вердерберов [13], включает пять составляющих: сосредоточение, понимание, запоминание, оценку и эмпатическую реакцию. В табл. 7 представлено, как у хороших и плохих слушателей выражены эти составляющие.

Таблица 7

### **Резюме по пяти аспектам слушания [10]**

<b>Составляющие слушания</b>	<b>Хорошие слушатели</b>	<b>Плохие слушатели</b>
<b>Сосредоточение</b>	Внимательны к важной информации. Подготавливаются физически и психологически. Слушают объективно, вне зависимости от эмоциональной значимости. Слушают по-разному, в зависимости от значимости ситуации.	Могут не слушать, что им говорят. Сидят развалившись, смотрят в окно и позволяют себе мысленно отвлекаться. Заметно реагируют на эмоциональную речь. Слушают одинаково, вне зависимости от типа информации.
<b>Понимание</b>	Обращают внимание, каковы цель, ключевые пункты и подтверждающая информация.	Слышат сказанное, но или не способны понять, или понимают неправильно. Не уделяют внима-

<b>Составляющие слушания</b>	<b>Хорошие слушатели</b>	<b>Плохие слушатели</b>
	<p>Задают продуманные вопросы, предвосхищая информацию.</p> <p>Применяют парафраз, чтобы проверить свое понимание информации.</p> <p>Ищут скрытое значение в невербальных сигналах.</p>	<p>ния способу организации информации. Не способны предвосхищать информацию.</p> <p>Редко осмысливают полученную информацию или не делают этого никогда.</p>
<b>Запоминание</b>	<p>Сохраняют информацию.</p> <p>Повторяют ключевую информацию.</p> <p>Мысленно создают мнемонические приемы запоминания для списка слов или идей.</p> <p>Делают заметки.</p>	<p>Игнорируют невербальные сигналы.</p> <p>Интерпретируют информацию точно, но забывают ее.</p> <p>Считают, что запомнят и так, не записывая.</p> <p>Редко выделяют какую-либо информацию как особенно важную.</p> <p>Полагаются только на память.</p>
<b>Оценка</b>	<p>Слушают критически.</p> <p>Разделяют факты и умозаключения.</p> <p>Анализируют умозаключения.</p>	<p>Слушают и понимают, но не способны взвесить и оценить услышанное.</p> <p>Не видят разницы между фактами и умозаключениями.</p> <p>Принимают информацию как она есть.</p>

Составляющие слушания	Хорошие слушатели	Плохие слушатели
Эмпатическая реакция	Говорят слова утешения и поддержки. Дают альтернативную интерпретацию.	Глухи к радости или горю; меняют тему разговора.

В настоящее время широко известно деление видов слушания на пассивное и активное. Пассивное слушание — это минимальное вмешательство в речь собеседника: «Угу», «Да», «Продолжайте» и т. п. Основная функция пассивного слушания — дать собеседнику возможность высказаться. Второй вид слушания — **активное** слушание, которое, в свою очередь, включает:

1. *Выяснение* — это обращение к говорящему за уточнениями: «Повторите, пожалуйста, еще раз», «Это все, что вы хотите сказать?». Надо подчеркнуть, чем отличается выяснение от «допроса»: оно не инициируется слушателем, а является реакцией на слова говорящего.

2. *Отражение чувств (парафраз чувств)* — выражение слушателем своего понимания чувств говорящего: «Вероятно, вас это расстроило», «Мне кажется, вы взволнованы».

3. *Перефразирование (парафраз содержания)* — формулирование высказанной говорящим мысли другими словами, что способствует проверке правильности понимания: «Если я не ошибаюсь, вы считаете, что...».

Воспользуемся примером, приведенным Р. И К. Вердерберами. «Во время встречи с профессором, на которой обсуждались итоги экзамена, Чарли говорит: "Похоже, я провалил тест — у меня много всего вертелось в голове". Если профессор Дженсен ответила бы так: "Если я правильно поняла, было что-то, что отвлекало вас от учебы", — то она перефразировала бы собеседника.

Парафраз может быть направлен на содержание, на чувства, скрытые за содержанием или на то и другое. В предыдущем примере ответ профессора "Если я правильно поняла, было что-то, что отвлекало вас от учебы" является парафразом содержания. Он нацелен на значение сообщения. Если бы профессор Дженсен заметила, как во время разговора Чарли опу-

стил глаза, вздыхал и медленно качал головой, и сказала бы: "Итак, ты весьма расстроен оценкой за прошлый тест", — ее ответ был бы парафразом чувств.

При этом принимаются во внимание чувства, связанные со сказанным. Парафраз содержания — ответ, ориентированный на логическое значение устного сообщения. Парафраз чувств — ответ, ориентированный на эмоции, связанные с содержанием сообщения».

4. *Резюмирование* — подытоживание основных идей и чувств говорящего. Прием особенно уместен при разногласиях, улаживании конфликтов, дискуссионном общении. Без резюмирования группа может потерять много времени, реагируя на поверхностные реплики вместо обсуждения самой проблемы. Резюмирование полезно в конце телефонного разговора, особенно если он предполагает какие-то действия со стороны слушателя; «Итак, встречаемся там-то в такое то время».

Рассмотрим пример развернутой беседы 14-летней девочки (Д) с ее старшей сестрой (С) [13], анализируя приемы активного слушания, которые используются собеседницами. В разговоре с девочкой заходит речь о ее друзьях. Сестра замечает, что ее настроение портится.

Таблица 8

***Пример активного слушания***

Реплика	Используемый прием
<i>С: – Лена, я вижу, тебе не очень приятно говорить о твоих друзьях.</i>	Парафраз чувств
<i>Д: – Да, не очень.</i>	
<i>С: – Но ведь у тебя есть настоящий друг?</i>	Выяснение
<i>Д: – Конечно есть — Галка. А остальные... даже не знаю.</i>	
<i>С: – Ты чувствуешь, что остальные могут тебя подвести.</i>	Парафраз чувств
<i>Д: – Да, пожалуй.</i>	
<i>С: – Ты не знаешь, как к ним относиться.</i>	Парафраз содержания

Реплика	Используемый прием
Д: – Да...	
С: – А они к тебе очень хорошо относятся.	Парафраз содержания
Д: – Ну нет, я бы не сказала. Если бы они ко мне хорошо относились, то не заставляли бы занимать у соседей деньги на вино, а потом просить их у мамы, чтобы отдать.	
С: – Да-а. Ты считаешь, что нормальные люди так не поступают.	Парафраз содержания
Д: – Конечно, не поступают. Вон Галка не дружит с ними и учится хорошо. А мне даже уроки некогда делать.	
С: – Ты стала хуже учиться.	Парафраз содержания
Д: – Учительница даже домой звонила, жаловалась маме.	
С: – Мама, конечно, сильно расстроилась. Тебе ее жаль.	Парафраз чувств
Д: – Я очень люблю маму и не хочу, чтобы она расстраивалась, но ничего не могу с собой поделать. Характер какой-то у меня стал ужасный. Чуть что — начинаю грубить.	
С: – Ты понимаешь, что грубить плохо, но что-то внутри тебя толкает сказать грубость, обидеть человека...	Парафраз содержания
Д: – Я не хочу никого обижать. Наоборот, мне все время кажется, что меня хотят обидеть. Все время чему-то учат...	
С: – Тебе кажется, что тебя обижают и учат...	Парафраз содержания
Д: – Ну да. Потом я понимаю, что они хотят как лучше и в чем-то правы.	
С: – Ты понимаешь, что они правы, но не хочешь это показывать.	Парафраз содержания

Реплика	Используемый прием
<i>Д: – Да, а то будут думать, что я их во всем и всегда буду слушаться.</i>	
<i>С: – Ребята из компании тоже не хотят слушаться своих родителей...</i>	Парафраз содержания
<i>Д: – Они даже их обманывают.</i>	
<i>С: – Даже обманывают. Если обманывают родителей, то что им стоит обмануть друзей...</i>	Парафраз содержания
<i>Д: – Вот-вот! Я теперь поняла. Они же с деньгами меня обманули: отдавать и не собираются. В общем, они мне надоели, и я им в глаза скажу, что они за люди.</i>	

В приведенном Ю. Б. Гиппенрейтер примере разговор, казалось бы, закончился неблагоприятно. Однако девочка разрешила проблему, которая ее тяготила. Это первое достоинство активного слушания. Второе заключается в том, что оно способствует реализации эмоций. Наконец, человек, которого слушают с помощью этих приемов, научается пользоваться ими сам, а значит, помогает другим разрешить их проблемы.

### **Задания и упражнения для самостоятельной работы**

*Задание 1.* Проведите беседу на материале исследования самооценки по методике Т. Дембо — С. Я. Рубинштейн [65].

### **Полустандартизированная беседа (на материале изучения самооценки взрослого человека)**

#### **ОПИСАНИЕ ЗАДАНИЯ**

Методические цели задания. Знакомство с частично стандартизированным типом беседы предполагает:

- 1) подготовку программы беседы и подробную разработку ее тактики (системы и типов вопросов);
- 2) самостоятельное проведение беседы;
- 3) подробный разбор проведенной беседы с анализом типичных ошибок;

4) составление заключения по результатам анализа содержания проведенной беседы;

5) знакомство со способами усиления достоверности собираемых данных.

**Процедура проведения исследования самооценки.** Общая продолжительность всего исследования составляет 1–1,5 часа. Следовательно, получив предварительное согласие испытуемого, необходимо установить удобное для него время проведения исследования. Недопустимо прерывание хода беседы внешними причинами: телефонными звонками, появлением третьих лиц и т. д. Она должна проводиться в изолированной комнате, без посторонних.

Введением в исследование может служить следующее высказывание экспериментатора: «Вероятно, Вам, как и каждому из нас, приходилось сравнивать себя с другими людьми. Поэтому работа, которую я Вам сейчас хочу предложить, не будет для Вас новой или необычной. У Вас наверняка сложились мнения и представления о себе и о других людях». Это высказывание не может произноситься быстро и невнятно; по сути дела экспериментатор должен получить положительный ответ или реакцию на каждую часть этого высказывания.

Экспериментатор чертит на чистом листе бумаги вертикальную линию и говорит: «Допустим, что на этой линии расположились люди всего мира: вот здесь, сверху (показ рукой) — самые счастливые, а здесь, внизу (показ) — самые несчастные. Как Вы думаете, где Ваше место среди всех этих людей? Поставьте карандашом отметку в том месте, где, как Вам думается, Вы находитесь» (испытуемому дают цветной карандаш для отметки). Данную инструкцию необходимо выучить дословно; четко и неторопливо произнести и разъяснить испытуемому все ее части. Но в то же время у испытуемого не должно создаться впечатления заученности текста, поскольку, повторяем, с самого начала опыт должен проводиться в форме свободного общения. После того как испытуемый отметил свое актуальное место на шкале «счастье», ему предлагают обозначить и свое желательное положение, т. е. ответить на вопрос: «Где бы Вы хотели быть по этой шкале?». Инструкцию можно разъ-

яснять, повторять, но обсуждать решение испытуемого на данном этапе ни в коем случае не следует.

Затем рядом с первой линией проводят на листке еще одну такую же вертикальную черту и предлагают испытуемому очередную задачу: «Если на этой линии расположить всех людей по уму; сверху пусть будут самые умные (талантливые), внизу — самые глупые, где бы Вы определили свое место?» Далее просят обозначить свое желательное положение, т. е. где бы испытуемый хотел находиться на этой шкале. Затем проводятся аналогичные линии и даются аналогичные инструкции по «характеру»: «Наверху пусть будут самые хорошие, внизу — самые плохие по характеру люди»; то же самое и по «здоровью»: «Вверху самые здоровые, внизу — самые больные».

К описанным четырем шкалам, предложенным С. Я. Рубинштейн, можно ввести дополнительную шкалу — «знание себя», на которой испытуемый должен отметить только реальную, актуальную самооценку. Как показывают данные автора, опираясь на показатели этой шкалы, можно судить о степени критичности испытуемого: высокая оценка по этой шкале нередко свидетельствует о некритичном отношении к себе, слишком низкая оценка может быть показателем неуверенности в себе.

Сама процедура проставления оценок на шкалах, как правило, проходит довольно быстро, в течение 10–15 минут. После ее завершения экспериментатор переходит к выяснению содержания отметок, двигаясь по шкалам в обратном порядке: «здоровье», «характер», «ум», «счастье».

Вводными словами к беседе может послужить следующее высказывание экспериментатора: «Ну а теперь, когда Вы полностью выполнили предложенное задание, давайте поговорим подробнее о том, какие мнения, представления сложились у Вас о себе и о других людях. Вот, например, шкала "здоровье"». Это высказывание не должно быть произнесено торопливо, невнятно, с запинками и т. д., а, напротив, неспешно, уверенно, доброжелательно, всей интонацией как бы приглашая продолжить в беседу.

Программа беседы достаточно постоянна для каждой шкалы и строится примерно в следующей последовательности:

- 1) выяснение содержания актуальной оценки;

- 2) выяснение содержания полюсов шкалы;
- 3) выяснение содержания и причин желаемой оценки.

Тактика экспериментатора в данном случае является относительно свободной. Им могут быть заданы разные вопросы в зависимости от особенностей испытуемого, хода беседы и т. д. Обязательно по каждому из пунктов следует просить испытуемого приводить поясняющие примеры, иллюстрирующие его суждения о себе или других людях.

Вот, например, возможные вопросы по шкале «ум»:

— В каком смысле Вы понимаете слово «ум», когда оцениваете себя?

— Как Вы себя сами оцениваете по уму?

— Кого бы Вы могли поставить на шкале по уму чуть выше себя? Приведите, если можно, описание такого человека.

— Кто, с Вашей точки зрения, самый глупый?

— Кого бы Вы могли на шкале по уму поставить чуть ниже себя? Опишите конкретнее, что это за человек.

— Каким умом Вы бы хотели обладать?

— Чего Вам не хватает, чтобы приблизиться к идеалу? И т. д.

Примерная последовательность вопросов по шкале «счастье»:

— Каким же образом Вы оценивали себя по «счастью»? (Желательно добиться четкой словесной оценки. Это важно с двух точек зрения: во-первых, насколько эта оценка коррелирует с обозначенной на шкале точкой; например, на шкале обозначена середина, а испытуемый говорит, что он «очень счастливый»; во-вторых, словесная оценка позволяет перейти к выяснению ее содержательной части).

— Как бы Вы могли описать свое состояние счастья?

— Кто, с Вашей точки зрения, самый счастливый и почему?

— Кто, с Вашей точки зрения, самый несчастный и почему?

— Чего же Вам не хватает, чтобы быть совсем счастливым?

— Что нужно изменить, чтобы достичь этого состояния?

Если испытуемый дает низкую оценку по этой или по любой другой шкале, необходимо уточнить: «Кто виноват в сложившейся ситуации?» Важно понять, кого испытуемый обвиняет в причине несчастья: самого себя или окружающий мир, необходимо при этом с большей или меньшей степенью точно-

сти определить, какие свойства самого себя или какие свойства мира имеет в виду испытуемый.

Аналогичная беседа проводится и при наличии очень высокой отметки на шкале. При этом испытуемого спрашивают: «С чем связана такая высокая оценка? Являетесь ли Вы ее причиной, или другие люди, обстоятельства жизни?» Подобные вопросы можно задавать испытуемому при наличии очень низкой или очень высокой оценки на любой из предъявленных ему шкал.

После окончания беседы по четырем основным шкалам — «здоровье», «характер», «ум», «счастье» (необходимо выдержать именно такую последовательность в беседе) — экспериментатор обращается к дополнительной шкале «знание самого себя». Здесь круг вопросов несколько иной: в беседе необходимо выяснить, чем определяется оценка знания самого себя; каковы причины ее высоты на шкале; что такое знание себя, по мнению испытуемого; какие люди знают себя, в чем это проявляется; трудно ли знать себя, можно ли этому научиться; если можно, то как, если нельзя, то почему и т. д.

Несколько слов о поведении экспериментатора во время опыта. Мы уже говорили, что проведение беседы требует от психолога большого мастерства. Всякая небрежность, невнимание к личности испытуемого, попытка прямо диктовать ему требования и инструкции неизбежно приведут к неудаче опыта, к превращению беседы — в лучшем случае — к формальному анкетированию.

Ситуация выполнения данного задания — предъявление шкал самооценки — облегчает задачу экспериментатора, поскольку испытуемому дается конкретный материал, который является хорошим предлогом, «зацепкой» для дальнейшей беседы, развертывания ее программы. Однако и в этих условиях требования к экспериментатору остаются высокими. Необходимо с самого начала стремиться показать заинтересованность экспериментатора в ответах испытуемого. При этом экспериментатор не должен быть многоречивым, нужно по возможности избегать оценочных суждений. Именно многоречивость, стремление постоянно вмешиваться в беседу, комментировать, оценивать, направлять испытуемого, подсказывать ему желательный ответ, как правило, характеризует неопытного психолога. Следует так-

же с самого начала понять и помнить, что беседа, даже стандартизированная, не ограничена требованием быть столь безупречно строгой, как эксперимент, скажем, в области исследования движения глаз или кратковременной памяти. Испытуемые по тем или иным причинам могут нарушать продуманный заранее план беседы, уходить в сторону, задерживаться на несущественных, на первый взгляд, вопросах. Подобные действия не являются, однако, «срывом» эксперимента, а, напротив, делают беседу более интересной, поэтому их надо так же тщательно протоколировать, как и материал «плановой» беседы.

В течение всего времени исследования поведение экспериментатора должно быть очень тактичным и сдержанным.

Аксиомой для психолога является и соблюдение принципа анонимности полученных данных о свойствах личности испытуемого, право использования этих данных лишь в рамках глубоко научных и профессиональных целей.

Закончив выяснять содержание отметок испытуемого на всех пяти шкалах, экспериментатор переходит к завершающей части беседы. Для этого используются высказывания такого типа: «Вот мы с Вами добрались до конца нашей работы. Мы обсудили Ваши оценки, поставленные на шкалах. Беседовать с Вами было очень интересно, я очень признателен за Ваш труд. Но, может быть, у Вас возникли вопросы и ко мне? Не хотите ли теперь задать их?» Очень важно, о чем спросит испытуемый, насколько это будет пересекаться с содержанием беседы. Окончательно завершая беседу, необходимо еще раз выразить признательность испытуемому.

Фиксация беседы и ее протокол. Регистрирование беседы не должно мешать общению испытуемого и исследователя. Наиболее удобной формой регистрации является скрытая или открытая запись беседы на диктофон. Ведь, кроме содержания беседы, в таком случае фиксируются интонационные особенности речи испытуемого, ее эмоциональная окраска, паузы, оговорки и т. д.

Чтобы снять напряжение испытуемого при открытой записи беседы на диктофон, следует объяснить ему, с какой целью делается запись, — для того, чтобы во время разговора экспериментатор не отвлекался на ведение протокола. Надо сразу же включить

диктофон и дать испытуемому прослушать запись голосов обоих участников беседы. Благодаря этому несложному приему диктофон становится такой же частью «психологического поля», как и, например, стол, за которым сидят собеседники. Микрофон располагается сбоку от собеседников, так, чтобы при хорошем качестве записи эта аппаратура не была все же в центре поля зрения испытуемого, а располагалась ближе к периферии.

Однако и при наличии голосовой записи, и особенно при ее отсутствии экспериментатор обязан вести протокол и фиксировать в нем особенности поведения испытуемого во время беседы: его жесты, мимику, пантомимику, эмоциональные реакции. В самом общем виде форма протокола следующая:

Экспериментатор	Поведение испытуемого: мимика, эмоциональные реакции и т. д.	Высказывания испытуемого

Вверху на каждой странице протокола записываются инициалы испытуемого, дата и время проведения эксперимента (начало и конец). В графе слева записываются этапы беседы, названия предъявляемых шкал, реплики, вопросы и замечания экспериментатора; в средней графе — поведение испытуемого, его жесты, мимика, эмоциональные реакции; в правой графе — высказывания, ответы и пояснения испытуемого.

Записи в протоколе, выполняемые как во время беседы, так и после нее (при переписывании с диктофона для последующей обработки) должны быть дословными, а не сокращенными.

Именно выполняемый по указанной форме подробный протокол является материалом, который становится предметом последующего анализа.

Описание и анализ содержания беседы. В первую очередь следует описать общее поведение испытуемого в ходе всего опыта, его динамику от начала до конца беседы, изменение жестов и мимики испытуемого, насколько скованно он держится и т. д.

Затем следует подробно остановиться на том, как строилось общение в ходе беседы, каковы были реакции испытуемого на вопросы экспериментатора, характер ответов, их развернутость и содержательность, какую позицию занимал испытуемый в ходе общения (активную, пассивную, формальную и т. п.) и в чем конкретно она проявлялась.

Необходимо дать характеристику речи испытуемого: особенности его фраз; богатство словаря; наличие эмоционально-экспрессивных выражений в речи, характер интонационной динамики в речи; использование штампов речи и т. д.

Следует далее перечислить основные темы, которые возникли в ходе беседы при реализации ее программы, попытаться установить их смысловые связи и высказать предположение о причине возникновения этих связей, опираясь, естественно, на высказывания испытуемого и на их содержание.

Затем необходимо, используя отметки на шкалах, поставленные испытуемым, и протокол беседы с ним, проанализировать полученные результаты самооценки по каждой из четырех основных шкал («здоровье», «ум», «характер», «счастье»). При этом необходимо:

- обозначить высоту самооценок по данной шкале (актуальную и желаемую);
- проанализировать полученные сведения о содержании актуальной самооценки;
- проанализировать полученные сведения о содержании полюсов шкалы (т. е. крайних точек всего субъективного «поля оценок», внутри которого испытуемый определяет себя);
- проанализировать полученные сведения о содержании желаемой самооценки;
- сделать заключение по результатам исследования данной шкалы.

Вслед за анализом четырех основных шкал следует перейти к разбору результатов, полученных по дополнительной шкале («знание себя»). Особое внимание надо обратить здесь на представление испытуемого о своих возможностях самопознания, на характер критичности данного испытуемого.

В заключение необходимо проанализировать общий характер самооценки испытуемого. Здесь можно наметить такие пункты:

- насколько целостна самооценка, в какой степени ее части, параметры связаны между собой;
- существует ли разноречивость в уровнях самооценки по шкалам;
- каков средний разрыв между идеальной и реальной самооценкой, каковы его возможные причины;
- какова предположительная степень уверенности или неуверенности испытуемого в себе, в его представлении о знании себя;
- каково может быть отношение испытуемого к возможным успехам и неудачам и т.д.

При описании и анализе содержания беседы необходимо помнить, что все выделенные положения являются наиболее общими указаниями; неизбежное разнообразие материалов, получаемых в ходе беседы, может требовать в каждом отдельном случае некоторого сужения или, напротив, расширения круга анализируемых вопросов.

### **2.3. Манипуляция как вид психологического воздействия**

Манипуляция представляет собой один из видов психологического давления, наиболее опасный для общающихся, т. к. он не всегда распознается манипулируемым. Кроме того, он разрушителен для личности обоих общающихся.

Признаки манипуляции, по Е. Л. Доценко [18]:

- 1) манипуляция — это психологическое воздействие;
- 2) манипулятор относится к другим как к средству достижения собственных целей;
- 3) манипулятор стремится получить односторонний выигрыш;
- 4) воздействие носит скрытый характер;
- 5) манипулятор использует психологическую силу, «играет» на слабостях другого человека.

Е. Л. Доценко, кроме того, рассматривает в качестве признака манипуляции побуждение, мотивационное привнесение. Действительно, манипулятору необходимо стимулировать какое-либо действие партнера по общению (действие, выгодное манипулятору). Однако надо иметь в виду, что эта цель может

достигаться манипулятором не непосредственно. Иногда манипулятор проводит более или менее длительную подготовку, постепенно формируя у манипулируемого соответствующие интересам манипулятора мотивы. Такое пролонгированное манипулятивное воздействие характерно, например, для манипуляции в сфере политики и религиозной пропаганды. Нередко предварительная стадия избирательной кампании начинается задолго до официального выдвижения кандидатов. Помимо всего прочего, она включает диагностику потребностей и предпочтений избирателей региона, что впоследствии может составить основу для разработки средств воздействия на них.

### *Виды и средства манипуляций*

Классифицировать виды манипуляции, как и любого сложного явления, можно по различным основаниям. Одно из них — «слабость» партнера, на которой манипулятор базирует свои коммуникативные действия. Иначе говоря, это основание — психологическая особенность человека, которую использует манипулятор.

С. Л. Братченко перечисляет 4 вида таких особенностей.

- Потребности человека. Соответствующий вид манипуляции называется манипуляцией потребностями.

Можно сказать, что это самый распространенный вид манипуляции. Потребности широко эксплуатирует всем известная манипулятивная сфера — реклама. Значительная часть рекламной продукции обещает удовлетворение тех или иных потребностей человека. Иногда это делается непосредственно: некоторый продукт, судя по сюжету, удовлетворяет, например, потребность в защищенности (мыло Safeguard). Иногда в рекламный ролик, посвященный некоему продукту, вводится символ, ассоциирующийся с удовлетворением потребности, например, потребности «быть любимым». Типичный сюжет такого рода: за девушкой, которая ест рекламируемое мороженое, бежит с явным намерением познакомиться красивый юноша.

- Идеалы и ценности. На них основывается «духовная» манипуляция.

Духовная манипуляция наиболее распространена в политической рекламе. Она может базироваться на ценностях национальной или социальной принадлежности. «Мы за русских, мы за бедных» — типичный пример манипулятивного слогана.

- Интеллектуальные функции человека. Соответственно на них базируется интеллектуальная манипуляция, которая навязывает человеку выгодные манипулятору точки зрения.

Наиболее подходящая сфера для манипуляции этого вида — бизнес, экономика, деловые отношения. Суть манипуляции заключается в предоставлении партнеру по общению некоего логически обоснованного утверждения, которое должно служить аргументом для обоснования нужных манипулятору действий. Например, к манипуляции такого рода относится один из приемов ответа на возражения покупателей, который фигурирует в пособиях по общению с покупателями. В ответ на возражение «дорого» продавец говорит: «Хочу пояснить, из чего складывается эта цена. Мы используем импортный экологически чистый материал...». Манипуляцией ответ можно считать по той причине, что использование определенного материала не обязательно влечет за собой именно ту цену, по которой реализуется товар. Она все равно может быть сильно завышенной, но логика рассуждения действует на покупателя.

В деловом (впрочем, и в бытовом) общении широко распространена также логическая манипуляция, построенная на так называемых *иррациональных идеях* — неадаптивных и трудно изменяемых суждениях о действительности, присущих многим людям. В качестве наиболее распространенных иррациональных идей Е. В. Сидоренко называет следующие:

Я должен брать ответственность на себя.

Если тебя просят, ты должен помочь (я должен дать то, о чем меня просят).

Я должен сочувствовать и понимать, опекать и защищать.

За услугу необходимо отблагодарить.

Меня должны любить и не должны критиковать.

Русское «авось» пронесет.

Манипулятору достаточно актуализировать эти идеи в сознании манипулируемого, чтобы добиться своих целей. Поведение не в соответствии с иррациональными идеями вызывает у человека тревогу и напряжение. Поэтому можно сказать, что такой способ манипуляции не в полной мере принадлежит к логическому виду, а является переходным между ним и тем, который описан ниже.

- Чувства (особенно страсти) служат основой для манипуляции чувствами.

Такой манипуляции наиболее подвержены бытовые, межличностные отношения. «Если ты меня любишь, ...» — универсальная фраза для подобной манипуляции. Манипуляция чувствами нередко применяется и в политике. Например, молодые по возрасту кандидаты в депутаты законодательных органов разных уровней любят эксплуатировать имидж немного наивного, заботливого, ласкового «внука». Это манипуляция пожилым контингентом избирателей. Возникающие к «внуку» теплые чувства выступают в качестве мотиватора нужных кандидату действий электората. Так как пожилые люди женского пола составляют немалую долю голосующих избирателей, такое поведение манипулятора обеспечивает ему успех на выборах.

Манипуляция успешно строится не только на положительных, но и на отрицательных чувствах. Например, если через прессу и телевидение давать большое количество материалов с интенсивной эмоциональной окраской о низком качестве водопроводной воды, опасных желудочных и кишечных инфекциях, связанных с ее потреблением, можно существенно повысить спрос на бутилированную воду.

Наиболее эффективна комплексная манипуляция, т. е. воздействие, построенное на эксплуатации одновременно нескольких «слабостей»: «Надо стремиться к тому, чтобы в образе товара соединялись различные психологические ценности, чтобы в товаре были "опредмечены" различные потенциальные потребности потребителей рекламы. Так, дом, в котором живет человек, — пишет Т. И. Краско, — в психологическом понимании вовсе не то место, где он непосредственно проживает, а то, где он может реализовать свои актуальные потребности в защищенности, комфорте, тишине, релаксации, а также какие-то эстетические,

поведенческие и даже философские предпочтения. Все это может и должно быть использовано в рекламе и самого дома, и мебели, и стройматериалов, и всего прочего, что с домом связано». Ту же самую мысль можно сформулировать еще более определенно: «Секрет рекламы, — написано в сборнике «Психология бизнеса», — кроется в профессиональном умении использовать весь спектр слабостей и склонностей человека, в мастерском применении методов стимуляции многочисленных иллюзий, основывающихся на желаниях и мечтах».

### *Средства манипуляции*

Манипулятивное воздействие облегчается, если манипулируемый находится в некоем состоянии сознания, снижающем его критичность к происходящему и способность принимать адекватные решения. Таким состоянием является, например, *транс*. Способы создания или, как это обычно говорится, «наведения» транса описаны в большом количестве изданий, главным образом, относящихся к области нейро-лингвистического программирования. Например, вот как Э. Цветков обосновывает целесообразность применения одного из средств создания трансового состояния номинализации: «... сравните два высказывания, и вам станет ясен механизм воздействия номинализации. Когда вы произносите "Вы поймете...", ваш собеседник ждет от вас продолжения, чего он, собственно, должен понять, и в таком случае вы вынуждены выложить конкретную информацию, с которой можно и не согласиться. Если же вы говорите: «Вы обретете понимание», то подсознание вашего собеседника наполняет эту фразу своим собственным контекстом, и он не требует от вас никаких дополнительных пояснений».

Конкретных приемов манипуляции столь много, что их невозможно перечислить, тем более квалифицировать. Поэтому будем упоминать приемы в дальнейшем, описывая в качестве примеров некоторые ситуации манипулирования. Здесь же остановимся на более широких категориях, относящихся к манипулированию, которые назовем средствами. В известной степени к средствам можно отнести и упомянутое создание транса. Однако это средство скорее предваряет манипуляцию, нежели составляет собственно манипулятивное воздействие.

В качестве еще одного подготовительного средства могут выступать разнообразные *подстройки*. Однако, подстройка — не только манипулятивное средство. Ее целесообразно применять для повышения эффективности взаимодействия в любых ситуациях, если мы заинтересованы в расположении партнера. По внешнему «рисунку» подстройки невозможно определить, является ли она частью манипуляции, поскольку критерий отличия «добросовестной» подстройки от манипулятивной — мотивация человека, который ее применяет.

Подстройка к движениям, позе, миганию, дыханию, темпу речи осуществляется невербально, к эмоциям — комплексно, к проблемам и мотивам партнера по общению — исключительно с помощью речи. Последнее очень широко используется в рекламе.

К собственно манипулятивным средствам отнесем прежде всего следующие.

1. Изменение разными средствами образа действительности. Каким-то ее элементам придается важное значение, это значение гипертрофируется, и манипулируемый становится готовым к осуществлению каких-то действий в данном направлении.

2. Создание неопределенного образа действительности, например путем использования расплывчатых формулировок «в сложившихся обстоятельствах», «в данной ситуации».

3. Вовлечение в деятельность (например, финансовой пирамиды), что создает у манипулируемого соответствующие мотивы, и он сам вовлекает в эту деятельность других людей.

Существенно облегчают манипуляцию (а иногда составляют ее суть) так называемые стратегемы влияния, описанные Э. Аронсоном и Э. Пратканисом. К ним относится, например, информационно-коммуникативный марафон, т. е. массивная, многократная подача одинаковой информации в течение длительного времени. Таким средством пользуются, к примеру, религиозные объединения и финансовые пирамиды.

### *Личность манипулятора*

Книга Э. Шострома «Человек-манипулятор» [59] была одной из первых известных русскоязычному читателю научно-популярных работ, посвященных манипуляции. В ней больше,

чем в каких-либо других источниках, уделено внимание личности манипулятора. Особенности этой личности рассматриваются автором в сопоставлении с антиподом манипулятора — актуализатором (табл. 9).

Таблица 9

**Сравнение человека-манипулятора  
и «человека-актуализатора» (по Э. Шострому)**

Человек-манипулятор	Человек-актуализатор
1. Ложь (фальшивость, мошенничество). Разыгрывает роли, чтобы произвести впечатление. Выражаемые им чувства выбираются намеренно в зависимости от обстоятельств.	1. Честность (искренность). Способен быть честным в своих чувствах, какие бы они ни были. Чистосердечен, выразителен, бывает сам собой.
2. Неосознанность. Видит то, что хочет видеть.	2. Осознание (отклик, жизненность, интерес). Хорошо видит и слышит себя и других.
3. Контроль (закрытость, намеренность). Жизнь — шахматная игра. Контролирует себя, скрывая мотивы от «оппонента».	3. Свобода (спонтанность, открытость). Хозяин своей жизни, субъект, а не кукла и объект. Обладает свободой выражать свои потенции.
4. Цинизм (безверие). Не доверяет себе и другим. Видит отношения с людьми как имеющие две альтернативы: контролировать или быть контролируемым.	4. Доверие (вера). Обладает верой в себя и других, чтобы установить связь с жизнью и справиться с трудностями.

Важно отметить, что в понимании Э. Шострома *манипулятор* — это обычно человек, **неосознанно** реализующий манипулятивные воздействия, сам страдающий от невозможности отказаться от постоянно осуществляемой им игры. Он, безусловно, эксплуатирует других, но одновременно эксплуатирует и себя, причем делает это «в целях самозащиты».

Между тем в большинстве литературных источников, особенно практически ориентированных, подразумевается, что манипулятор сознательно выбирает техники воздействия на партнера, прогнозирует результат этих воздействий, в случае необходимости корректирует тактику и т. д. Другими словами, возможна и весьма вероятна сознательная манипуляция. Необходимость различения двух психологических механизмов, детерминирующих манипуляцию, отмечает и Е. В. Сидоренко, выдвигая в качестве одного из вопросов, который необходимо осветить в ходе специального тренинга, следующий: «Как отличить того, кто манипулирует, от того, кто ведет бессознательную психологическую игру?»

Рассматривая личностные качества манипулятора, нельзя обойти вниманием комплекс черт, называемый «макиавеллизм». Термин «макиавеллизм» появился как производное от имени итальянского общественного деятеля, политического историка, мыслителя, военного теоретика Никколо Макиавелли. Он считал, что в политической борьбе допустимо во имя великих целей пренебрегать законами морали и применять любые средства, оправдывая жестокость и вероломство правителей в их борьбе за власть. В наше время Макиавелли иногда называют родоначальником эффективного менеджмента, теоретиком организационного поведения. Главными психологическими составляющими макиавеллизма как свойства личности являются: 1) убеждение субъекта в том, что при общении с другими людьми ими можно и даже нужно манипулировать; 2) навыки манипуляции, умение манипулировать. Последнее можно конкретизировать как способность убеждать других, понимать их намерения и причины поступков. Манипулятивные убеждения и навыки, как отмечает В. В. Знаков, могут не совпадать у одного и того же человека. В процессе онтогенетического развития дети могут перенимать у родителей систему убеждений, которая не прямо, а косвенно влияет на их поведение. Другие дети копируют свойственные родителям успешные способы манипулирования людьми, но не перенимают у них макиавеллистские убеждения. Несмотря на это, вероятно, можно рассматривать макиавеллизм как личностную предпосылку манипулятивного поведения.

В многочисленных западных исследованиях выявлены личностные характеристики, которыми обладают люди, набравшие высокий балл по так называемой Мак-шкале (шкале макиавеллизма): экстернальность, подозрительность, враждебность. Такие люди более эффективно обманывают других, в межличностном общении они чаще используют лесть и в целом успешнее влияют на других людей. Макиавеллизм не коррелирует с интеллектом, рациональными установками и такими личностными чертами, как потребность в достижении и уровень тревожности.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что для субъектов с маскулинным типом структуры отношений к другим людям характерен высокий уровень выраженности отношений манипулирования, доминирования, подозрительности, агрессивности, враждебности и низкий уровень выраженности отношений принятия. Фемининный тип структуры отношений в большей степени свойственен женщинам, чем мужчинам, характеризуется высоко выраженными отношениями подчинения, эмоциональной близости, принятия и низко выраженными отношениями подозрительности и враждебности. Есть также данные о том, что в общении женщины более искренни, доверчивы, открыты и менее контролируют себя. Женщины в большей степени, чем мужчины, ценят честность в отношениях.

Когда и в результате чего у человека формируется склонность к манипулированию? Е. В. Сидоренко на этот вопрос дает гипотетический, но убедительный ответ: чаще в детстве и в результате невозможности добиться желаемого с помощью открытого общения. Например, некоторые дети дошкольного возраста научаются «заболевать», когда им не хочется идти в детский сад, получать легкие травмы, если не удастся добиться внимания со стороны взрослых, использовать в своих целях опасения родителей, что за ребенка будет стыдно перед гостями. В последнем случае ребенок может, например, при гостях выкрикнуть нецензурное слово и наслаждаться испугом родителей. Когда человек подрастает, ситуации манипулирования становятся другими, арсенал средств расширяется, сами средства совершенствуются, но манипуляция как способ решения проблем остается с ним до старости.

Решение отказаться от манипулирования как основного вида общения и обратиться к открытому общению приходит к человеку нелегко и, как правило, в результате индивидуальной или групповой работы с психологом или психотерапевтом. Реализация этого решения также требует значительных психических усилий.

Анализируя личность манипулятора, естественно поставить вопрос: счастлив ли манипулятор? Этот вопрос касается главным образом манипулятора «сознательного», т. е. человека, использующего манипулятивные стратегии и тактики целенаправленно и осознано, поскольку манипулятор бессознательный — это, по сути, невротик, а с этим психологическим статусом понятие «счастье» совмещается с явным трудом. Казалось бы, умение добиваться своих целей посредством специально организованного общения обеспечивает человеку дополнительные шансы на успех в жизни и деятельности. Однако постоянная неискренность общения в конечном итоге стирает грань между манипулятором в понимании Э. Шострома и рассматриваемым нами типом личности. «Сознательный» человек-манипулятор рано или поздно начинает вести себе как манипулятор уже неосознанно. Прямое следствие этого — потеря человеком адекватного представления о себе как носителе мотивов, чувств, отношений. Человек перестает понимать, где он настоящий, а где искусственный, неискренний, играющий. Человек перестает также получать удовольствие от общения, поскольку общение для него становится средством достижения цели и теряет спонтанность. Если продолжать эту мысль, легко прийти к выводу, который представляется весьма обоснованным: манипулятор рискует утратой идентичности.

О той же опасности манипулирования пишет Е. Л. Доценко [18], формулируя эту мысль несколько по-иному: «Сама технология манипулятивного воздействия требует от манипулятора некоторой раздвоенности». Кроме этого, автор видит и другие издержки манипулятивного поведения человека. Руководствуясь низменными мотивами, такой человек невольно повышает их значимость в собственных глазах, что, по-видимому, искажает картину мира и, безусловно, сужает арсенал средств общения. Можно добавить также, что человек-манипулятор неиз-

бежно несет моральные потери из-за ухудшения отношений со своими партнерами по общению. Ведь не все люди, общающиеся с манипулятором, безусловно наивны в отношении манипулятивных воздействий. Если участник общения знает или постепенно догадывается, что им постоянно манипулируют, он закономерно будет терять доверие к этому партнеру и начнет избегать общения с ним.

То же самое касается и «коллективного» субъекта манипуляции, которым может являться фирма, постоянно использующая манипулятивную рекламу. Потребитель рекламы может распознать манипуляцию и отказаться от услуг этой фирмы. В этом случае страдает и доверие людей к рекламе в целом.

### *Манипуляция и эффективность деятельности*

В исследовании, проведенном нами совместно с А. П. Артемьевой, обнаружено, что манипулятивное общение связано с эффективностью деятельности, и эта связь неоднозначна: манипулятивное поведение способствует эффективности одних видов деятельности и не способствует эффективности других. Мы обнаружили, что в сфере торговли манипулятивное поведение продавцов поощряется администрацией, т. к. манипуляции способствуют увеличению объема продаж, привлечению новых покупателей и т. д. Мы не обнаружили связи между манипулятивным поведением педагогов и экспертной оценкой эффективности их деятельности администрацией и коллегами, однако получилась значимая обратная корреляция между использованием педагогами манипуляций в учебном процессе и экспертной оценкой эффективности их деятельности учащимися. Это лишний раз свидетельствует, что проблема педагогического манипулирования недостаточно исследована: учащиеся оценили эффективность деятельности манипулятивных педагогов ниже, чем деятельность учителей с низкими показателями по Макшкале и опроснику «Манипулятивные тактики», а администрация школы оценила эффективность деятельности тех и других одинаково. Возможно, для администрации школ факты педагогического манипулирования не представляются значимым, что неблагоприятно отражается на общении с учащимися педагогов, склонных к манипулятивному поведению.

Не вызывает сомнений, что в некоторых житейских, равно как и в деловых ситуациях, манипуляция может выполнять функции защиты от агрессивного партнера, использующего грубые формы психологического давления и не поддающегося рациональной коррекции. Яркий пример такой ситуации — взаимодействие с человеком, не вполне психически адекватным, являющимся частым клиентом поликлиник, социальных служб, жилищно-коммунальных организаций. Администратор, взаимодействующий с таким клиентом, возможно, нуждается в консультации с целью формирования адекватных ситуации средств манипулятивного воздействия на партнера.

### *Подверженность манипуляции*

Выраженность личностных предпосылок стать жертвой манипуляции зависит, вероятно, от двух обстоятельств: от того, насколько выражены у человека «слабости», на которых может основываться манипуляция, и от того, насколько эти «слабости» компенсированы адекватными средствами. Второе обстоятельство поясним на примере. Одной из самых распространенных манипуляций, построенных на чувствах, является манипуляция по типу «ты меня не любишь». Если человек, которому так говорят, уверен в своих чувствах, ведет себя в соответствии с ними и не чувствует себя в чем-то виноватым — манипуляция не удастся. То же самое можно выразить по-другому: чем более личностно зрел человек и чем более выражена его индивидуальность, тем менее он подвержен манипуляции.

Именно поэтому гораздо легче манипулировать не отдельным человеком, а толпой. Как известно, в толпе человек частично, а иногда в значительной степени теряет собственный психологический потенциал, даже если члены толпы не находятся в одно и то же время в одном и том же месте. Известный исследователь феномена толпы Густав Лебон выделяет такие виды толп, как избирательная, парламентская, присяжная и криминальная. Учитывая современные реалии, перечень необходимо дополнить толпой фанатов — спортивных или поклонников эстрадных звезд. С точки зрения манипуляции более всего интересна избирательная толпа, манипуляция которой осуществляется регулярно и достаточно успешно.

Некоторые авторы склонны рассматривать подверженность манипуляции как некое общечеловеческое качество: «Во многих отношениях, — пишут Э. Аронсон и Э. Пратканис, — мы являемся когнитивными скупцами, постоянно пытаюсь сэкономить свою когнитивную энергию... Не задумываясь, мы принимаем вывод или утверждение не потому, что они серьезно обоснованы, а потому, что те сопровождаются упрощенческими приемами убеждения». Как общечеловеческое свойство можно рассматривать и стремление сохранить привлекательный образ «я». Одним из средств этого может быть использование «правильных» (судя по рекламе) бритвенных станков, употребление в пищу «правильных» сухих завтраков и применение такой же жевательной резинки, что и знаменитый киноактер из рекламного ролика.

### *Манипуляция в средствах массовой информации и рекламе*

Вспомним, что одним из основных видов манипуляции является манипуляция потребностями. Поэтому владельцев средств массовой информации (СМИ) не в последнюю очередь интересуют потребности потребителей их продукции. «Исследование аудитории, — утверждает С. Г. Ихсанова [30], — сводится к тому, что выделяются различные группы — целевые. И первый вопрос, на который отвечают все подобные исследования, звучит так: «Каковы потребности аудитории, когда она обращается к СМИ?»

#### *Типы потребностей:*

1. Ориентационная (потребность сориентироваться). Потребность эта очень древняя, она проистекает от животных инстинктов. Безусловно, СМИ поставляют ориентиры, чтобы человек сориентировался в социальной ситуации.

2. Потребность престижа. СМИ удовлетворяют стремление человека быть причастным к какому-то престижному сообществу, к какой-то статусной группе.

3. Утилитарная потребность. СМИ дают людям сведения утилитарного характера: что, где происходит, что, где можно купить и какими услугами воспользоваться.

4. Рекреативная потребность, мотив структурирования времени. Люди обращаются к СМИ для того, чтобы с пользой

потратить время, они смотрят телевизор между делом, читают газеты на бегу. Они заполняют свободное пространство в своей частной жизни.

5. Познавательная потребность.

6. Потребность контакта, желание общаться. Масс-медиа предоставляет суррогатный вариант общения. В исследовании, посвященном поиску связи между уровнем одиночества человека и его любовью к сериалам, обнаружено, что люди, субъективно воспринимающие себя одинокими, проявляют заметную любовь к сериалам. Люди, будучи одинокими, ищут какую-то компенсацию, и в качестве компенсации выступает телевидение, в частности сериалы, которые создают иллюзию событийности, иллюзию, что в жизни происходит много эмоционально насыщенных событий.

С. Г. Ихсанова перечисляет также ряд наиболее типичных для журналистской практики приемов манипуляции. Некоторые из них являются общими и используются в качестве таковых и в других сферах. Помимо них, в данный перечень входят специфические для СМИ приемы манипуляции.

- Драматизм в подаче информации. Материал преподносится не сухо, а с некоторым конфликтом, нарастающим напряжением. Этот прием имеет внушающее воздействие. Человека захватывает сюжет, динамика напряжения, эмоциональная ритмика.

- Использование фактов. Факты убедительней, чем рассуждения. Прием используется в сочетании с другими приемами, перечисленными ниже: «якорь», «упаковка», «обобщение».

- Использование ярких метафор также увеличивает внушающее воздействие текста. Метафора активно подключает к восприятию информации воображение воспринимающего. Когда человек перестает размышлять над текстом, а начинает воображать, представлять некоторые ассоциирующиеся с текстом сцены, он автоматически впадает в состояние легкого транса.

- Создание ситуации неопределенности, тайны. Ситуация неопределенности особенно привлекательна для мужчин.

- Внушающим воздействием обладают цитаты. Человек неосознанно испытывает уважение к авторитетам. Цитирование заведомо авторитетных лиц избавляет читателя от необходимости

сти критиковать, анализировать и выстраивать собственную позицию. Таким образом, манипулятор попадает в иррациональную сферу психики, где находится почитание авторитетов.

- Оценка также элемент внушения. Человек обычно не затрудняет себя оценкой событий, которые к нему лично отношения не имеют. СМИ, давая готовые оценки, облегчают ему жизнь, избавляют его от принятия собственного решения.

- Прием «якорь» выступает в СМИ в многообразных обликах. Например, сомнительная информация присоединяется к положительной ценности. Верстка газетной полосы также может «ставить якорь», если фотография «нужного» кандидата в депутаты помещается рядом с фотографией улыбающихся детей, а «ненужного» — рядом с фотографией городской свалки.

- Прием «упаковка» — сомнительная новость помещается в ряду положительных новостей.

- Прием «присоединение». Сравним фрагменты устных выступлений двух политиков: Один говорит: «я решу все ваши проблемы», а другой — «я знаю, что у вас крыша течет, угол обваливался». Первый многое обещал, второй ничего не обещал, но он «присоединился», перечислив некоторые бытовые проблемы. Второй выглядит честнее и, вероятно, добьется лучшего результата, т. к. продемонстрировал свою причастность. Ощущение причастности — одна из базовых потребностей человека, он нуждается в этом ощущении.

- Уловка «шаблоны переживаний» — показ людей, выражающих какую-либо эмоцию по отношению к предмету, лично не затрагивающему зрителя. Например, достаточно показать на фоне разрушенного селения плачущую женщину, и зритель получает «готовую» эмоциональную оценку данного события. Принять такую оценку гораздо легче, чем сформировать собственную. Невольно «экономя усилия», зритель присоединяется к предложенной ему оценке.

- Прием «словесные формулы». Люди восприимчивы к кратким, сжатым словесным формулировкам. Слоган — именно такая словесная формулировка.

- Достоверность источника тоже имеет внушающее воздействие. Если реципиент уверен в достоверности источника, он не будет подвергать критике информацию.

- Прием «обобщение» — частный факт подается в контексте «сколько можно?».

- Введение понятия «мы»: «я» повествователя заменяется на «мы», в результате чего потребитель информации невольно идентифицируется с предлагаемой оценкой действительности.

- Введение понятия «они»: для усиления категории «мы» часто бывает достаточно ввести категорию «они». Далее можно успешно переходить к эксплуатации конфликта, для чего намекнуть на существование ценностного конфликта, например межнационального или конфликта мужчин и женщин.

- Прием «использование значимых символов». Это могут быть символы общенациональных ценностей. Для американцев таковыми являются, например, свобода слова, права человека. Национальные ценности россиян определить сложнее, поэтому чаще эксплуатируются общечеловеческие ценности: богатство, любовь, родственные отношения.

Манипуляция в сфере рекламы касается буквально каждого человека: подсчитано, что за год средний человек сталкивается примерно с полутора тысячами новых рекламных сообщений. Безусловно, не каждое рекламное сообщение — манипуляция. Т. И. Краско оценивает долю манипулятивных реклам во всей рекламной продукции приблизительно равной 10 процентам. С. Горин считает манипуляцию сущностью, по-видимому, любой рекламы: «... реклама должна провоцировать: а) трансковую индукцию при виде товара; б) совершение импульсивных покупок». Манипулятивный момент (более или менее выраженный) присутствует в рекламе в тех случаях, когда она:

- преувеличивает способность рекламируемого товара или услуги удовлетворять какую-либо потребность человека,

- заявляет о возможности товара (услуги) удовлетворять те потребности, которые этот товар (услуга) в принципе удовлетворять не может. Например, реклама мыла, аромат которого якобы заставляет всех мужчин восхищаться использовавшей это мыло женщиной,

- скрывает недостатки товара. Например, многочисленные рекламные ролики о дешевых продуктах питания вроде бульонных кубиков или вермишели «Роллтон»,

- делает акцент не на характеристиках товара, а на форме рекламного сообщения. Например, забавные анимационные ролики с летающими коровами, бегущей фасолью и т. д.

### ***Манипуляция в деловой сфере и бизнесе***

Средств и приемов манипуляции, свойственных именно деловой сфере и сфере бизнеса, по-видимому, не существует. Бизнесмен, как и любой человек, может подвергаться манипуляциям со стороны руководства, со стороны подчиненных и со стороны партнеров. Поэтому уместно рассмотреть те конкретные ситуации, которые возникают в общении этих участников деловых отношений.

Подчиненные чаще, чем руководители, действуют с помощью неосознанной манипуляции. Приемы такой манипуляции по традиции, заложенной Э. Берном, обычно называют «играми». Предлагаемая ниже краткая классификация игр подчиненных в сфере труда состоит из классических для теории Э. Берна видов, адаптированных к сфере деловых отношений. Игры, как уже говорилось, представляют собой типичные манипуляции, т. к. обладают основными признаками манипуляции. Главный из них — закрытость цели, двойная мотивация. Поэтому, описывая игры в деловых взаимоотношениях, будем сопровождать это описание комментариями о мотивах, движущих манипулятором, как открытых, так и скрытых. Открытый (поверхностный) мотив своих действий манипулятор старается активно продемонстрировать. Он заинтересован в том, чтобы этот мотив окружающими был замечен и расценен как единственный двигатель поведения. Скрытый мотив в действительности является основным. Именно ради его реализации и затевается манипуляция.

Итак, ***игры, в которые играют подчиненные.***

• ***Игра «Да, но»***

На совещании продавцов обсуждается вопрос, почему у одного из них объем продаж ниже, чем у других продавцов. Его коллеги предлагают многочисленные варианты улучшения положения, делятся своим опытом, рассказывают, как им удается преодолевать трудности. На все предложения «отстающий» отвечает примерно следующее: «Само по себе это верно, но ведь моя торговая точка расположена не в таком оживленном месте,

как у вас». Или: «Да, это правильно, но не со всеми покупателями это срабатывает». Чем больше он выдвигает возражений, тем больше ему стараются помочь. Совещание затягивается...

Поверхностный мотив: желание работника получить помощь с целью повышения качества своей деятельности.

Скрытый мотив: нежелание работника что-либо делать, стремление переложить ответственность за выполняемую работу на других.

Игра «Да, но» очень характерна для ситуаций, в которых руководство упрекает работника в чем-то, пытается стимулировать его усилия по улучшению качества работы. О выходе из этой, так же как и из других игр (о защите от манипуляции данного вида) речь пойдет ниже.

- Игра «Я глуп»

Сотрудник, недавно назначенный на новую должность, успешно справляется с обязанностями. Руководителя этого сотрудника не устраивает лишь то, что он постоянно задает вопросы, причем такие, на которые сам знает ответ.

Поверхностный мотив: желание работника получить помощь с целью повышения качества своей деятельности.

Скрытый мотив: стремление работника переложить ответственность за выполняемую работу на других.

- Игра «Пни меня»

Работник в целом хорошо справляется с обязанностями, но постоянно допускает мелкие ошибки, которых вполне можно избежать. Начальник регулярно вызывает подчиненного для объяснений. Результатом разговора бывает очередное порицание или наказание подчиненного. Тем не менее ситуация повторяется.

Поверхностный мотив: стремление работника выполнять свои обязанности с максимально возможным качеством.

Скрытый мотив: желание работника обратить на себя внимание, получить поощрение за работу, которую он в основном выполняет хорошо.

- Игра «Зал суда»

Два работника не могут прийти к единому мнению по одному производственному вопросу. Например, два продавца не могут договориться, как размещать товары в торговом по-

мещении. В возбужденном состоянии они приходят к общему начальнику и описывают ему ситуацию, чтобы он сам все решил. Начинается длинная дискуссия с убедительными аргументами с обеих сторон. Ведется не деловая дискуссия, при которой человек открыт для восприятия аргументов другой стороны, а спор, в котором каждый старается «протащить» собственное предложение.

Иногда к спору подключается «третья сторона» — другие продавцы, менеджеры, специалисты по рекламе. Ситуация часто приводит к тому, что появляется некий «проигравший», который, возможно, прибегнет к мести, тем самым будет заложена основа для еще одной игры.

Поверхностный мотив: желание обоих работников получить помощь с целью повышения качества своей деятельности.

Скрытый мотив: победить в споре, подчеркнув свою значимость в глазах других и в собственных глазах.

- Игра «*Сам увидишь, что из этого получится*»

Руководитель дает подчиненному некоторое поручение, например закупить определенное оборудование. Подчиненный пытается объяснить, почему, на его взгляд, не следует приобретать машины именно у этого поставщика. Однако руководитель настаивает, и работник отвечает: «Ну, хорошо, если вы так хотите, я куплю именно это оборудование» — и в точности выполняет указание шефа. Спустя некоторое время обнаруживается, что машины некачественные. Подчиненный ходит победителем: он переложил ответственность за напрасно потраченные деньги на своего шефа.

Поверхностный мотив: в точности выполнить указания, данные руководителем.

Скрытый мотив: стремление работника переложить ответственность за выполняемую работу на других.

Манипуляции со стороны руководителей также могут принимать форму игр, т. е. манипулятором могут двигать неосознаваемые мотивы. Однако, называя ниже следующие примеры играми, будем иметь в виду, что люди, занимающие руководящий пост, часто используют манипуляцию сознательно, рассматривая ее как один из инструментов руководства. Е. Л. Доценко отмечает, что без манипуляции руководство практически

невозможно. Более того, манипуляция входит в качестве одной из составляющих в социальную роль руководителя. Т.С. Кабаченко предлагает хороший критерий, по которому можно отличить манипуляцию в руководстве от «не-манипуляции», под которой можно понимать психологические методы управления. Этот критерий, применимый, кстати, не только к анализу деятельности руководителя, — соответствие целей психологических приемов «декларируемым принципам конкретной профессиональной деятельности, нормам профессиональной этики и тем моральным и юридическим ограничениям, которые регламентируют соответствующую деятельность».

На практике же обычно действия руководителя представляют собой причудливую смесь из манипуляции и «не-манипуляции». Каждому руководителю приходится так или иначе отвечать себе на вопрос, до какого предела его манипулятивные тактики в отношении подчиненных допустимы и где начинается выход за пределы этических норм.

Итак, некоторыми типичными *играми, в которые играют руководители*, следующие.

- Игра «Позор»

Руководитель постоянно находит в работе подчиненного какие-то недостатки. Работа может быть на 90 % сделана блестяще, но дело представляется таким образом, будто она никуда не годится. Вариант той же игры: подчиненному было поручено новое и сложное дело. Предусмотреть все «подводные камни» этого дела и обойти их не смог бы и сам начальник. Работник в основном справился с работой и получил вполне удовлетворительный результат, однако по объективным причинам этот результат не идеален. Руководитель оценивает работу так, как будто подчиненный совсем не справился с заданием. В обоих случаях подчиненный начинает чувствовать себя виноватым и извиняться, у него появляется опасение, что он никогда не сможет выполнить работу настолько хорошо, чтобы начальник остался доволен.

Поверхностный мотив: стремление активизировать потенциал работника, повысить качество его деятельности.

Скрытые мотивы: 1) стремление заставить подчиненного работать на пределе своих возможностей путем актуализации

у него чувства вины; 2) желание подчеркнуть свою руководящую роль, свое превосходство над партнером.

- Игра *«Сейчас я тебе покажу!»*

Руководитель замечает какое-либо несущественное нарушение дисциплины и порядка со стороны работника и реагирует на это незначительное событие с излишней суровостью и строгостью. Например, он говорит сотруднику, опоздавшему на работу на 3 минуты: «А вы знаете, который час?» Ответ сотрудника: «Извините, пожалуйста, что я опоздал, это больше не повторится». Ответ начальника звучит угрожающе: «Вы уже второй раз за эту неделю опаздываете на работу. Я не буду больше с этим мириться». После этой сцены наступает молчание.

Поверхностный мотив: желание активизировать потенциал работника, повысить качество его деятельности.

Скрытый мотив: стремление подчеркнуть свою руководящую роль, свое превосходство над партнером.

- Игра *«Догадайся сам»*

Руководитель, отдавая подчиненному указания, намеренно упускает подробности относительно того, каким бы он хотел видеть результат, или относительно конкретных шагов подчиненного по выполнению указаний. Подчиненный «по умолчанию» действует в соответствии с собственными представлениями о целесообразности. Если он по ходу дела обращается к руководителю с какими-либо вопросами, тот встречает эти вопросы с таким видом, будто подчиненный спрашивает сущую ерунду. После того как работа закончена, руководитель заявляет о своем недовольстве результатом или путями его достижения.

Поверхностный мотив: предоставить подчиненному некоторую свободу действий, открыть возможности для творческого подхода к делу.

Скрытый мотив: желание сэкономить свои психические усилия, переложить часть ответственности на другого человека.

- Игра *«Не твои ли это обязанности?»*

Руководителю необходимо, чтобы кто-то из его подчиненных выполнил работу, которая по своему содержанию входит неизвестно в чьи обязанности (таких видов работы много в любой организации). Встретив в коридоре, как правило, первого

попавшегося работника, руководитель приглашает его к себе и дает ему указания относительно данной работы. В большинстве случаев работник от неожиданности не находит аргументов для отказа от данного ему задания. Тем самым работник берет на себя дополнительные обязанности.

Поверхностный мотив: стремление активизировать потенциал работника, повысить качество его деятельности.

Скрытый мотив: желание сэкономить свое время и психические усилия.

• Игра *«Смотри, какой я добрый»*

Руководитель дает подчиненному одновременно много трудоемких и сложных заданий. Общение построено таким образом, что у подчиненного нет времени что-либо возразить, к тому же он не решается это сделать. Однако в глазах у подчиненного почти ужас. Выдержав паузу, руководитель говорит: «Ну, ладно, вот это я сделаю сам», имея в виду какую-то маленькую часть перечисленной работы. Подчиненному кажется, что он получил значительную «скидку», ощутимую поддержку от начальства. Все остальное представляется ему уже не таким страшным.

Поверхностный мотив: стремление активизировать потенциал работника, повысить качество его деятельности.

Скрытый мотив: желание сэкономить свое время и психические усилия.

• Игра *«Ты мне должен»*

Подчиненный приходит к руководителю с какой-либо просьбой. Изложив ее, он ждет ответа руководителя. Вместо ответа руководитель начинает перечислять «грехи» подчиненного: он что-то вовремя не сделал, что-то вообще забыл сделать, что-то сделал неправильно. Разговор уходит далеко в сторону от первоначальной просьбы.

Поверхностный мотив: стремление активизировать потенциал работника, повысить качество его деятельности.

Скрытый мотив: желание сэкономить свое время и психические усилия, избавив себя от необходимости выполнять просьбу, с которой к нему обратились.

Манипуляция со стороны деловых партнеров (поставщиков, потребителей, владельцев помещений и транспортных средств)

носит почти всегда сознательный характер. Основной скрытый мотив такой манипуляции — стремление получить коммерческую выгоду за счет партнеров по бизнесу. Причем эта выгода должна стать результатом собственно психологических средств. Основной способ достижения цели получения такой дополнительной выгоды — приукрашивание своего товара (услуги), если манипулятор — продавец, и дискредитация предлагаемого товара (услуги), если манипулятор — покупатель.

### *Защита от манипуляции*

В проблеме манипуляции наибольшее практическое значение имеет вопрос защиты от манипулятивных воздействий. Этому вопросу порой придается большее значение, чем анализу механизмов манипуляции. К тому же некоторые авторы отмечают, что в практическом отношении психологу удобнее работать со способами защиты от манипуляции, чем с манипулятивными умениями. Е. Л. Доценко считает, что значительно легче защищаться от манипуляции, нежели манипулировать, поскольку манипуляция в некотором смысле сходна с искусством, а защита от нее предполагает лишь усвоения некоторых техник. С этим автором согласна Е. В. Сидоренко: «Влияние — это атрибут психического. Человек влияет, потому что он существует... Человек сам не всегда ощущает собственное влияние... В противоположность этому, чужое излучение воспринимается как извне поступающий и потому объективно существующий сигнал. Можно разработать методы улавливания таких слабых сигналов, распознавания их и противостояния им... для того, чтобы без помех совершить свой путь, реализовать свои возможности в преодолении пространственно-временных ограничений».

Несмотря на это, авторы многочисленных практических пособий по психологии для бизнесменов, руководителей, продавцов и рекламных агентов отдают явное предпочтение обучению приемам манипулирования, нежели обратному. В сущности, между этими двумя группами умений нет непреодолимой границы: чтобы защищаться от манипуляции, необходимо знать, как она осуществляется, и ставить барьеры на пути действий манипулятора. Кроме того, иногда лучшим путем защи-

ты является ответное манипулирование, позволяющее «переманипулировать» манипулятора.

Существуют специальные техники создания психологических барьеров на пути манипулятивных воздействий. Причем если с теоретической точки зрения интересно, сознательно человек манипулирует или неосознанно, с точки зрения тактик защиты это значения не имеет: защищаться желательно и в том и в другом случае.

Способы защиты от манипуляции подчиняются ряду общих принципов, пригодных для любого вида манипуляции, и включают частные приемы, соответствующие манипуляциям определенного типа.

*Первый общий принцип защиты от манипуляции* — выведение общения на открытость и искренность. Реализация этого принципа призвана противостоять закрытому общению, навязываемому манипулятором. Превратить общение в открытое и искреннее может трехшаговая стратегия, предложенная Е. Л. Доценко.

Шаг 1. Манипулятору сообщается, что факт манипуляции зафиксирован.

Шаг 2. Используемая манипулятором тактика ставится под сомнение с точки зрения ее целесообразности и закономерности.

Шаг 3. Манипулятору предлагается другой путь взаимодействия.

Пример: «Я вижу, ты очень хочешь, чтобы я подписал документы именно сейчас. Я не уверен, что за такое короткое время я смогу достаточно внимательно их изучить или хотя бы просмотреть. Давай встретимся завтра с утра. К тому времени у меня будет возможность ознакомиться с материалами, и я их подпишу».

Другой способ прояснить суть дела и, соответственно, перевести общение в открытую форму известен как информационный диалог. Информационный диалог отчасти пересекается с предыдущим способом и заключается в последовательной постановке перед партнером серии вопросов, комментариев собственной позиции и формулировке своих предложений по характеру дальнейшего общения.

*Вопросы, направленные на прояснение сути дела*

- Что вы имеете в виду, когда говорите о...?
- Какие факты (условия, ограничения, преимущества) вы имеете в виду?
- Что следует предпринять, чтобы изменить ситуацию?
- Что именно вы считаете неконструктивным?
- Как мы могли бы сформулировать нашу задачу?

*Вопросы, направленные на прояснение целей манипулятора*

- Почему вы спрашиваете меня об этом именно сейчас?
- Зачем ты говоришь мне об этом?
- О чем в действительности ты хочешь меня попросить?
- Что ты хочешь этим сказать?

*Ответы и сообщения*

- Да, эта работа не была закончена в срок.
- Это было мое решение.
- Совещание было созвано для обсуждения именно этой проблемы.
- Да этот успех очень важен для нас.

*Предложения по существу дела*

- Предлагаю согласовать наши подходы до начала переговоров.
- Предлагаю обсудить наши разногласия в свете новых данных.
- Не могли бы вы еще раз сформулировать ваш вопрос?

*Второй общий принцип защиты от манипуляции* — активизация ответственности партнера за процесс и результат совместной деятельности. Большинство манипулятивных воздействий по определению являются актами перекладывания ответственности с манипулятора на манипулируемого. Последний не совсем беззащитен в этом отношении, поскольку располагает средствами предотвращения этого действия. Так, в игре «Да, но» наилучшим способом защиты от манипуляции со стороны сотрудника будет следующий путь поведения его коллег. Кто-то из них (скорее всего, руководитель или человек, ведущий совещание) может сказать манипулятору: «Я вижу, вы столк-

нулись с большими трудностями и сомневаетесь в эффективности наших предложений. Я предлагаю прежде всего составить список этих предложений. Мы не будем их сейчас обсуждать. Вы потом спокойно сами их проанализируете. Я буду очень рад, если на следующем совещании вы скажете, что воспользовались некоторыми из них».

В игре «Я глуп» также есть возможность воспользоваться данным приемом. Сотруднику, который постоянно спрашивает известные ему вещи, можно задать вопрос: «А как вы делали это раньше?» Обычно после короткой заминки следует конкретный ответ. Манипуляция блокирована. Результат можно закрепить, если поговорить с работником о его соображениях по наиболее эффективному выполнению данной работы.

Аналогичные действия несложно осуществить и в случае манипуляции со стороны начальника. Например, в игре «Догадайся сам» вполне уместно задать руководителю ряд вопросов, которые призваны уточнить его позицию по поводу дальнейшего распределения ответственности. Вопросы, в частности, могут быть такими: «Если я правильно понимаю, решение всех частных задач и определение характера деталей остается за мной?», а также «Могу я в ходе выполнения работы обращаться к вам по различным частным вопросам?». Если руководитель (что характерно для данной игры) недоволен спросит: «Что тут может быть непонятно?», адекватным ответом будет, например, следующий: «В данный момент мне хотелось бы уточнить...».

*Третий общий принцип защиты от манипуляции* — активизация мыслительной обработки ситуации. Как пишет Д. Кандыба, формулируя основной совет людям, оказавшимся в ситуации, в которой возможно создание у них со стороны собеседника трансового состояния, «держитесь левой стороны». Имеется в виду левое полушарие, ответственное за логическое мышление и рациональный анализ ситуации. Тот же самый принцип Е. Л. Доценко конкретизирует в рекомендациях задавать себе в процессе общения с предполагаемым манипулятором следующие вопросы. Почему этот человек обратился именно ко мне? Для чего он все это мне рассказывает? Какова

его истинная цель? Так как решение этих вопросов с трудом совместимо с продолжением беседы, можно решать их не во внутреннем плане, а внести непосредственно в контекст беседы: «Почему вы обратились именно ко мне?», «Зачем вы все это мне рассказываете?», «Правильно ли я себе представляю вашу цель...?»

К логическому анализу ситуации непосредственно относится и фиксация признаков готовящегося манипулятивного воздействия. Как правило, это некоторые поведенческие проявления со стороны партнера по общению. В некоторых случаях симптоматичными могут быть отдельные составляющие внутреннего состояния потенциальной жертвы манипуляции.

Результатом логической обработки ситуации может стать и такой прием защиты от манипуляции, как избегание. Полезно и возможно избегать ситуаций, в которых мы зависим от единственного источника информации.

*Некоторые особенности поведения партнера, свидетельствующие о попытках манипулирования с его стороны*

- Копирование вашей позы, жестов.
- Попытки организовать ваше внимание, привлечь его к чему-то в ситуации, часто несущественному ее аспекту: «Посмотрите...».
- Попытки стимулировать ваше ролевое поведение: «Вы же мужчина!», «Вы же женщина!», «Вы же руководитель!».
- Рассогласование вербального и невербального поведения или несоответствие слов и жестов (свидетельство неискренности).
- Создание дефицита времени.

*Некоторые ваши собственные психологические проявления, свидетельствующие о попытках манипулирования вами*

- Чувство обязанности по отношению к партнеру, как будто вы должны что-то сделать для него.
- Беспричинное изменение эмоций: появление радости, легкости, необъяснимой симпатии к партнеру, либо, наоборот, возникновение чувства тоски и одиночества. Е. В. Сидоренко пишет, что наиболее симптоматична амбивалентность эмоций: одновременное переживание гордости и обиды, радости и не-

доверия, умиления и тревоги, а также неадекватность переживаемой эмоции сложившейся ситуации: например, ярость в момент обсуждения несущественного вопроса.

• Повторяемость эмоций при встрече и общении с определенным человеком, например регулярное переживание обиды, досады, унижения, профессиональной некомпетентности.

Вот какие сигналы «плохой» (иначе говоря, манипулятивной) сделки перечисляют Э. Аронсон и Э. Пратканис:

- продавец предлагает бесплатные «подарки»,
- предмет продажи внезапно оказывается недоступным, но «гораздо лучший» товар случайно доступен за «чуть большую сумму»,
- продавец обращает внимание на сумму каждой отдельной оплаты, а не на общую сумму продажи,
- на чтение контракта вам почти или совсем не дают времени,
- продавец заставляет вас испытывать чувство вины из-за того, что вы задаете вопросы или спрашивает: «Неужели вы мне не доверяете?»

Закономерен еще один вопрос, возникающий в связи с защитой от манипуляции: всегда ли надо от нее защищаться, если мы ее зафиксировали? Ответ на этот вопрос отрицательный. В некоторых случаях целесообразнее разрешить человеку применять по отношению к нам манипулятивные приемы, поскольку защищаться — значит в некоторой степени рисковать вызвать у него недовольство. Иногда действия, которые хочет вызвать у нас манипулятор, не настолько тяжелы, чтобы ради избегания их разворачивать защитную стратегию.

## **2.4. Убеждение**

### ***как вид психологического воздействия***

Под убеждением понимается преимущественно интеллектуальное психологическое воздействие, основанное на передаче логически выстроенной информации и ставящее целью добровольное ее принятие в качестве побудительного мотива деятельности.

Сложность и многогранность процесса убеждающего воздействия предполагает воздействие как на рациональную, так и на эмоциональную сферу личности, активное взаимодействие инициатора и адресата влияния. Проще поддаются убеждению лица, которые имеют яркое, живое воображение, ориентируются скорее на других, чем на себя, имеют несколько заниженную самооценку.

Эффективность убеждения повышается при соблюдении следующих условий [66]:

- умении установить контакт, вызывать доверие;
- выдержке, терпении и такте;
- умении доказывать, разъяснять, опровергать;
- подаче новых идей так, чтобы они ассоциировались с уже усвоенными;
- личной убежденности, искренности;
- одинаковом понимании терминов, понятий и выражений, используемых сторонами;
- учете индивидуальных особенностей убеждаемого и «психики» малой группы.

Сама процедура убеждения включает три вида воздействия: а) информирование, б) разъяснение, в) доказательство и опровержение.

При осуществлении убеждающего воздействия важно учитывать, *кто, что, как и кому* передает.

*Кто?* Здесь имеют значение основные характеристики инициатора воздействия, способные оказать влияние:

- авторитетность, компетентность и надежность (способность вызывать доверие);
- уверенность и прямой подход к проблеме, взгляд прямо в глаза;
- способность отстаивать что-либо, принося в жертву свои личные интересы («эффект бескорыстия»);
- привлекательность (особенно эффективна в вопросах вкусов и личных предпочтений). Имеет значение как физическое обаяние (красивые более убедительны), так и «эффект подобия» (мы склонны симпатизировать людям, похожим на нас, принадлежащим к членам одной с нами социальной группы).

Когда выбор основывается на личных оценках, вкусах или стиле жизни, наибольшим влиянием пользуется тот, кто похож на нас. Но когда речь идет о фактах, подтверждение нашего мнения со стороны непохожего на нас человека порождает большую уверенность. Суждение непохожего человека более независимо.

*Что?* Анализируется содержание сообщения, преобладание рациональной или эмоциональной компоненты:

- сообщение становится более убедительным, если оно вызывает позитивные чувства («эффект хорошего настроения»); если ваши аргументы недостаточно сильны, разумнее привести аудиторию в хорошее настроение в надежде, что она положительно отнесется к вашему сообщению;

- иногда сообщение может оказаться убедительным, если оно апеллирует к негативным эмоциям, возбуждает страх; при этом важно указать аудитории, как избежать опасности, иначе пугающее сообщение может просто не восприниматься;

- наглядность, образность улучшают восприятие сообщения, а аморфность и беспредметность, напротив, ухудшают (лучше один раз увидеть, чем десять раз услышать);

- чем более авторитетен источник сообщения и менее заинтересована аудитория в данной проблеме, тем более крайние взгляды можно высказывать.

*Как?* Анализируются формы и условия воздействия. К числу выявленных закономерностей относят следующие:

- активно пережитое убеждает больше, нежели пассивно воспринятое;

- убедительность снижается при повышении важности, сложности проблемы и степени знакомства с нею (цель достижения, но не в один присест);

- убедительность повышается при личном влиянии (разговор тет-а-тет), а не при опосредованном информировании;

- чем образнее подача информации, тем убедительнее предлагаемые сообщения. В порядке убедительности различные способы подачи информации располагаются следующим образом: сообщение, передаваемое в настоящий момент («здесь и сейчас») → видеозапись → аудиозапись → печать;

- стимуляция мышления аудитории делает сильное сообщение более убедительным. В качестве методов стимулирования мышления могут использоваться риторические вопросы, воздействие нескольких коммуникаторов, ответственность аудитории за оценку сообщения, ненапряженные позы ораторов, многократное повторение одного и того же сообщения в разных вариантах.

*Кому?* Важен учет характеристик адресатов влияния, аудитории:

- самооценка адресата. Люди с низкой самооценкой зачастую медленно понимают сообщение и поэтому плохо поддаются убеждению. Напротив, люди с высокой самооценкой понимают все быстро, но предпочитают придерживаться своих взглядов. Лучше всего подвержены воздействию люди с адекватной (умеренной) самооценкой;

- возраст человека. Установки, социальные стереотипы молодых более подвижны. Пожилые люди с трудом воспринимают аргументы убеждения, основанные на современных подходах. Почему? Потому что в течение второго и в начале третьего десятилетия человеческой жизни (т. е. в период юности и начала взросления) происходит наиболее интенсивное формирование личности и ее жизненной философии. Установки, возникшие в этот период, имеют тенденцию оставаться неизменными. Эти установки связаны с более глубокими и устойчивыми впечатлениями;

- образование и заинтересованность. Высокообразованная или заинтересованная аудитория более восприимчива к рациональным аргументам, менее образованная или равнодушная — к эмоциональным;

- «психическое состояние адресата в момент убеждающего воздействия. Неудовлетворенный человек в состоянии фрустрации или эмоционального стресса легче убеждается, если воздействие вызывает мысли, направленные против источника негативных эмоций. Решающим становится не содержание сообщения, а психологическая предуготовленность, эмоциональное состояние адресата. Если сообщение вызывает подходящие для нас мысли, оно убеждает нас. Если же оно заставляет задуматься о контраргументах, мы останемся при прежнем мнении;

- эффект предупреждения. Предварительное информирование приводит к обдумыванию контраргументов. При этом чем более значимо для человека сообщение, тем более веские контраргументы он приводит, тем сложнее его убедить;

- эффект отвлечения внимания. Убедительность вербального сообщения возрастает, если удастся каким-либо образом отвлечь внимание аудитории настолько, чтобы подавить возможное возражение. Обычно это достигается либо с помощью ярких зрительных образов (они воздействуют настолько, что мы не анализируем смысл сообщения), либо высокой скоростью речи (быстроговорящие более убедительны, т. к. оставляют нам меньше времени на возражения), либо элементарным отвлечением (например, появление красивой девушки в мужской аудитории в момент убеждающего воздействия).

### **Правила убеждения собеседника [64]**

Аргументы различаются по степени воздействия на ум и чувства людей: сильные, слабые и несостоятельные. Встречные аргументы (контраргументы) имеют ту же градацию. Излишняя убедительность всегда вызывает отпор. Очередность приводимых аргументов влияет на их убедительность. Наиболее убедителен следующий порядок аргументов: сильные — средние — один самый сильный.

#### *Сильные аргументы*

Они не вызывают критику, их невозможно опровергнуть, разрушить, не принять во внимание. Это прежде всего:

- точно установленные и взаимосвязанные факты и суждения, вытекающие из них;
- законы, уставы, руководящие документы, если они исполняются и соответствуют реальной жизни;
- экспериментально проверенные выводы;
- заключения экспертов;
- цитаты из публичных заявлений, книг признанных в этой сфере авторитетов;
- показания свидетелей и очевидцев событий;
- статистическая информация, если сбор ее, обработка и обобщение сделаны профессионалами.

### *Слабые аргументы*

Они вызывают сомнения ваших оппонентов, клиентов, сотрудников. К таким аргументам относятся:

- умозаключения, основанные на двух или нескольких отдельных фактах, связь между которыми неясна без третьего;
- уловки и суждения, построенные на алогизмах (алогизм — прием для разрушения логики мышления, применяется чаще всего в юморе. Например: «Вода? Я пил ее однажды. Она не утоляет жажды»);
- ссылки (цитаты) на авторитеты, неизвестные или малоизвестные вашим слушателям;
- аналогии и непоказательные примеры;
- доводы личного характера, вытекающие из обстоятельств или диктуемые побуждением, желанием;
- тенденциозно подобранные отступления, афоризмы, изречения;
- доводы, версии или обобщения, сделанные на основе догадок, предположений, ощущений;
- выводы из неполных статистических данных.

### *Несостоятельные аргументы*

Они позволяют разоблачить, дискредитировать соперника, применившего их. Ими бывают:

- суждения на основе подтасованных фактов;
- ссылки на сомнительные, непроверенные источники;
- потерявшие силу решения;
- домыслы, догадки, предположения, измышления;
- доводы, рассчитанные на предрассудки, невежество;
- выводы, сделанные из фиктивных документов;
- выдаваемые авансом посулы и обещания;
- ложные заявления и показания;
- подлог и фальсификация того, о чем говорится.

### *Законы аргументации и убеждения*

1. Закон встраивания (внедрения). Аргументы следует встраивать в логику рассуждений партнера, а не вбивать (ломая ее), не излагать их параллельно.

2. Закон общности языка мышления. Если хотите, чтобы вас слышали, говорите на языке основных информационных и репрезентативных систем оппонента.

3. Закон минимализации аргументов. Помните об ограниченности человеческого восприятия (пять — семь аргументов), поэтому ограничивайте число аргументов. Лучше, если их будет не более трех — четырех.

4. Закон объективности и доказательности. Используйте в качестве аргументов только те, что принимает ваш оппонент. Не путайте факты и мнения.

5. Закон демонстрации равенства и уважения. Подавайте аргументы, демонстрируя уважение к оппоненту и его позиции. Помните, что «друга» убедить легче, чем «врага».

6. Закон авторитета. Ссылки на авторитет, известный вашему оппоненту и воспринимаемый им тоже как авторитет, усиливают воздействие ваших аргументов. Ищите авторитетное подкрепление им.

7. Закон рефрейминга. Не отвергайте доводы партнера, а, признавая их правомерность, переоценивайте их силу и значимость. Усиливайте значимость потерь в случае принятия его позиции или уменьшайте значимость выгод, ожидаемых партнером.

8. Закон постепенности. Не стремитесь быстро переубедить оппонента, лучше идти постепенными, но последовательными шагами.

9. Закон обратной связи. Подавайте обратную связь в виде оценки состояния оппонента, описания своего эмоционального состояния. Принимайте на себя персональную ответственность за недоразумение и непонимание.

10. Закон этичности. В процессе аргументации не допускайте неэтичного поведения (агрессия, высокомерие и т. д.), не задевайте «больные места» оппонента.

### *Классические правила убеждения собеседника*

*Правило Гомера.* Очередность приводимых аргументов влияет на их убедительность. Наиболее убедителен следующий порядок аргументов: сильные — средние — один самый сильный (слабыми аргументами вообще не пользуйтесь, они прино-

сят вред, а не пользу). Сила (слабость) аргументов должна определяться не с точки зрения выступающего, а с точки зрения лица, принимающего решение.

*Правило Сократа.* Для получения положительного решения по важному для вас вопросу поставьте его на третье место, предпослав ему два коротких, простых для собеседника вопроса, на которые он наверняка без затруднения ответит вам «да». Собеседник подсознательно настраивается благожелательно и ему психологически легче сказать «да», чем «нет».

*Правило Паскаля.* Не загоняйте собеседника в угол. Дайте ему возможность «сохранить лицо», сохранить достоинство. Ничто так не разоружает, как условия почетной капитуляции.

Для повышения эффективности взаимодействия и понимания собеседников важно уметь своевременно заметить и учесть сигналы тела для типичных ситуаций и переговоров:

1. Вовлеченность, интерес. Основное правило: чем больше тело «раскрывается» и чем больше голова и туловище партнера наклоняются к вам, тем более он вовлечен, и наоборот:

- усиливающееся внимание к партнеру и активность: движение вперед головы и верхней части тела, т. е. наклон к партнеру, полностью выпрямленная голова, прямой взгляд при полностью обращенном к партнеру лице, увеличивающийся темп движений, «активная» посадка на краешке стула, внезапное прерывание какой-либо ритмической игры рук, ног или ступней, открытая жестикуляция рук и кистей, ускоряющаяся речь и жестикуляция рук и кистей;

- более или менее некритическое отношение, полное согласие, доверительность, признание другого: расслабленная посадка головы, часто с наклоном назад, наклон головы вбок (посадка нога на ногу), широкая, удобная поза, спокойный, твердый, открытый и прямой взгляд в глаза партнера, открытая, свободная улыбка, на несколько мгновений закрываемые глаза, при этом чуть обозначенный кивок головой;

- наступившая готовность к активным действиям, воля к работе: резкое вскидывание головы, ранее сравнительно расслаб-

ленное тело приобретает отчетливые признаки напряжения, например, верхняя часть туловища переходит из удобно откинутой на спинку кресла позиции в свободную, прямую посадку.

2. Отвлечение из-за убывающего интереса. Основное правило: чем больше партнер «закрывает» или «скрывает» части своего тела, чем более он отклоняется назад или отворачивается, тем сильнее отвлечение, если не отказ или защита. Бесцельное, пассивное состояние: движение назад, отклонение верхней части тела, а также головы, «закрытая» поза рук и кистей, замедленный темп движений, смена активного участия в разговоре какой-либо ритмической игрой рук, ног, ступней, то же — в демонстративно-ленивой позе, например партнер барабанит пальцами по столу, наклон набок головы и (или) верхней части тела, неясное, расплывчатое подчеркивание слов или акцентирование; замедляющаяся скорость речи и жестикуляция.

3. Внутреннее беспокойство, неуверенность, сомнение, недоверие. Внутреннее беспокойство, наступившая нервозность, нервное напряжение: продолжающиеся ритмические движения пальцев, ног, ступней или рук, часто с очень малой амплитудой (тогда беспокойство и напряжение еще негативного рода), ритмически нарушенные движения повторяющегося характера (ерзание по сиденью взад-вперед, неравномерное постукивание пальцем, вращение сигаретной пачки и т. п., прищуривание).

4. Задумчивость, раздумья, обстоятельные размышления. Взгляд вдаль при известной расслабленности, руки, заложенные за спину, медленное потирание лба стирающим движением, приоткрытые пальцы касаются рта, при этом взгляд в неопределенное пространство, закрытые на несколько мгновений глаза, язык проводится вдоль края губ, малоподвижная, но отнительно богатая мимика при неактивной установке.

5. Усиливающееся отвлечение, отвращение, защита активного или пассивного рода. Общее: отворачивание лица от партнера, отклонение тела назад, при этом вытягивание рук ладонями вперед. Удивление, нежелание, возбуждение, гнев: более или менее сильное напряжение, сильные удары ладонью или костяшками пальцев по столу, вертикальные

складки на лбу, обнажение зубов, стискивание челюстей, неуместные сильные и монотонные движения, покраснения, повышение громкости голоса.

## ***2.5. Предоставление персональной обратной связи***

Для установления и поддержания взаимоотношений необходимо высказать, каким образом слова или поведения одного человека действуют на другого. Такие реакции называют «предоставлением персональной обратной связи». Когда подчеркивается позитивное поведение и достижения — позитивная обратная связь (похвала, комплимент), когда указываются негативное поведение и вредные действия — негативная обратная связь. В целом значение обратной связи для человека заключается в том, что именно обратная связь обеспечивает двусторонность субъектности. Она позволяет человеку переживать внимание со стороны другого, признающего его право действовать и оказывать воздействие.

### **2.5.1. Похвала и комплимент**

Значение позитивной обратной связи основано на базовых межличностных потребностях человека.

В. Шутц рассматривал три вида межличностных потребностей: потребность «включения», потребность «контроля» и потребность «в аффекте».

*Потребность «включения»* — это потребность создавать и поддерживать удовлетворительные отношения с другими людьми, на основе которых возникают взаимодействие и сотрудничество. С точки зрения самооценки данная потребность проявляется в желании чувствовать себя ценной и значимой личностью, нравиться, привлекать внимание и интерес, в стремлении добиться признания, известности и одобрения. Быть человеком, не похожим на других, т. е. быть индивидуальностью — другой аспект потребности «включения». Основным в этом выделении из массы других является то, что для достижения полноценных взаимоотношений с людьми нужно добиться понимания, почувствовать, что окружающие видят приличные лишь индивиду черты и особенности.

*Потребность в «аффекте»* определяется как потребность создавать и поддерживать удовлетворительные отношения с другими людьми, опираясь на любовь и близкие, теплые эмоциональные контакты. На эмоциональном уровне она проявляется в способности индивида любить других людей и в осознании того, что он любим другими в достаточной степени, что он достоин любви. Данная потребность обычно касается личных эмоциональных отношений между двумя близкими людьми (парных взаимоотношений) и ведет к поведению, направленному на эмоциональное сближение с партнером или партнерами.

*Потребность «контроля»* — это потребность создавать и сохранять удовлетворительные отношения с людьми, опираясь на контроль и силу, как необходимость чувствовать себя компетентной и ответственной личностью. Поведение, вызванное этой потребностью, относится к процессу принятия решений, а также затрагивает области силы, влияния, авторитета. Оно может варьировать от стремления к власти, авторитету и контролю над другими (более того, над чьим-то будущим) до желания быть контролируемым, быть избавленным от любой ответственности.

В. Шутц указал на тесную связь биологических и межличностных потребностей, которая заключается, во-первых, в том, что как биологические, так и межличностные потребности являются требованием оптимального обмена между средой, либо физической, либо социальной; во-вторых, последствия неудовлетворенности биологических и межличностных потребностей могут быть одинаковыми — болезни (физические или психические) и смерть.

Очевидно что удовлетворение потребностей «включении» и «в аффекте» в значительной степени обеспечивается обратной связью в целом и позитивной в первую очередь. В дипломной работе С. Линника «Социальные потребности и эмоциональный комфорт как детерминанты конфликтного поведения», выполненной под руководством Е. В. Драпак, была выявлена связь между удовлетворенностью межличностных потребностей человека и его субъективным благополучием. В частности, была обнаружена связь между удовлетворенностью потребности «во включении» и настроением (преимущественно положи-

тельный эмоциональный настрой продолжительное время, оптимизм в отношении будущего); между удовлетворенностью потребности «в аффекте» и здоровьем (бодрость, хорошая физическая форма).

Являются ли «похвала» и «комплимент», как формы позитивной обратной связи одной и той же реальностью? В научной и популярной литературе отмечаются их различия. Например, О. Б. Горобец отмечает разные признаки похвалы и комплимента.

*Жанрообразующие признаки похвалы:*

1. Реализация в ситуации прямого/непрямого контакта, а также возможность похвалить не самого контактера, а его работу, результат его труда, достижение и пр.

2. Наличие положительно заряженных стилевых черт: уважение, признание.

3. Объективная (насколько это возможно) оценка достоинств адресата.

4. Возможность и желательность ответной реакции (всегда положительной) — простой благодарности, проявления скромности, чувства удовлетворения.

5. Высокоинформативный характер передаваемой информации за счет серьезности тематики похвалы и ее конкретной референтной соотнесенности.

6. Достаточно высокая степень клишированности на уровне темы, композиции, стилистического отбора языковых средств.

7. Функциональная направленность — демонстрация одобрения с целью повышения эффективности общения и взаимопонимания.

*Жанрообразующие признаки комплимента:*

1. Реализация в ситуации прямого межличностного контакта.

2. Наличие положительно заряженных стилевых черт: симпатия, восторг, восхищение, поклонение.

3. Гиперболизация достоинств адресата, повышенная эмоциональность оценки.

4. Возможность и желательность ответной (предположительно положительной) реакции, выражающей симпатию.

5. Этикетный, малоинформативный характер передаваемой информации.

6. Достаточно высокая степень клишированности на уровне темы, композиции, стилистического отбора языковых средств.

7. Выраженная функциональная направленность — установление и поддержание межличностного контакта, гармонизация общения.

В контексте рассмотрения проблемы положительной обратной связи поднимается несколько вопросов прикладного характера:

- Как отличить похвалу и комплимент от лести?
- Можно ли классифицировать комплименты?
- Как правильно делать комплименты, чтобы не вызвать негативные эмоции?
- Как правильно принимать комплименты, чтобы не вызвать негативные эмоции?

Пожалуй, можно выделить три основания для дифференциации комплимента и похвалы от лести — искренность / неискренность, бескорыстность / выгода и умеренность / чрезмерность. Когда человеку льстят, используются в основном неискренние чрезмерные восхваления, чтобы снискать расположение этого человека.

Выделяют разные основания для классификации комплиментов. Наиболее полно виды комплиментов проанализировал В. П. Шейнов [57].

Он разделил комплименты по следующим основаниям:

1. По эффективности и степени оказываемого воздействия:

• *Негативные.* Это дежурные, «пустые» комплименты, представляющие банальности и штампы: «Ты сегодня хорошо выглядишь!»

• *Позитивные.* Они делятся, в свою очередь, на четыре вида по двум признакам: *прямые* или *косвенные*, *открытые* или *с прикрытием*. В прямых комплиментах напрямую восхищаются достоинствами человека или его поступками. В косвенном комплименте это осуществляется опосредованным образом, через легко прослеживаемую связь упоминаемых фактов с достоинствами человека (интерьер в кабинете,

машина и т. п). Открытый комплимент нацелен на привлечение к нему повышенного внимания «*Эта прическа вам очень идет*». В противоположность этому в комплименте с прикрытием стараются переключить внимание на нечто иное: «У Вас прекрасные волосы. Это от природы или вы что-то делаете специально?»

- *Неотразимые*, суть которых в незаметности. Она достигается тем, что дается *намек*, который позволяет адресату *домыслить* комплимент в приятном для себя ключе.

## 2. Классификация комплиментов по их направленности.

- Комплимент направлен на личность человека *через его качества, умения, навыки, черты характера*. «Мне нравится твоя способность устанавливать контакты с людьми».

- Комплимент, направленный на личность человека *через что-то, выделяющее его или принадлежащее ему* (прическа, одежда, макияж, бижутерия, ручка, телефон, компьютер, автомобиль, квартира и т. д.). «У вас очень красивая дочь».

- Комплимент, направленный на личность человека *через чувства и ощущения*, которые испытываются при общении с ним. «Я чувствую, что только тебе я могу по-настоящему доверять».

## 3. Классификация комплиментов по способам их произнесения

- *Прямым обращением*. «У Вас сегодня новая прическа. Она Вам к лицу!»

- *Через третье лицо*, когда есть уверенность, что сказанное передадут адресату. «Она просто эталон стиля».

- *Восклицательным предложением*. «Ах, какая же ты красивая!»

- *Сравнением*. «В отличие от меня, ты всегда все делаешь вовремя».

- *Вопросительным предложением*. «И откуда ты все это знаешь?»

- *Косвенной речью*. «Все только и говорят о Вашем последнем выступлении!»

Отмечая влияние обратной связи на эмоциональное состояние партнера, предполагалось, что положительная обратная связь (на то она и положительная!) будет вызывать положи-

тельные эмоции. Однако не всегда так бывает. Реакция человека на комплимент зависит от отношения к тому, кто его делает, от качества комплимента, от отношения к себе, от конкретной ситуации (места, времени, настроения).

Например, в качестве причин неадекватной реакции на комплимент рассматриваются:

- низкая самооценка, боязнь стать центром всеобщего внимания,
- уверенность, что ничего особенного вы не сделали,
- мысль, что комплимент к чему-то обязывает,
- психологическое напряжение, неумение общаться,
- сомнение в искренности других, конфликтность, нежелание видеть в людях позитивное.

Очевидно, что переживаемая эмоция проявляется в поведении, и эта обратная реакция имеет последствия. Рассмотрим несколько типичных реакций.

1. Отрицание. Может выражаться в различных формах, но худшей из всех является прямое заявление собеседнику о том, что он ошибается в своем суждении: «Что за глупости Вы говорите, это все неправда! Я же знаю, что поправилась и выгляжу ужасно!».

2. Обесценивание. Человек вступает в противоречие с высказанным комплиментом: «Нет, что Вы, это старое платье, а туфли куплены на распродаже» или «Обычно у меня получается лучше, а это было так себе...»

3. Равнодушие. «Да, я знаю». Такой ответ говорит, что человеку нет никакого дела до собеседника и его комплиментов.

4. Обмен комплиментами. «Да, и Вы тоже хорошо выглядите». Это вариант обесценивания комплимента, его формализации и ритуализации.

Неадекватная реакция на комплимент и похвалу может привести к нарушению отношений. Поэтому вопрос, как реагировать на комплимент, является актуальным и требует ответа. Рекомендаций, если заглянуть в Интернет, существует довольно много, но конкретные формы человек сможет найти сам, если будет учитывать два принципа: *показать свою естественную радость и поблагодарить собеседника.*

## 2.5.2. Конструктивная критика

*В словаре С. И. Ожегова критика толкуется как обсуждение, разбор чего-нибудь с целью вынести оценку, выявить недостатки; отрицательное суждение о чем-нибудь, указание недостатков.*

В этом определении стоит обратить внимание на два компонента, во-первых, на процесс — это обсуждение; во-вторых, на цель — это вынесение оценки, выявление недостатков.

Конструктивная критика имеет иной процесс и направлена на иной результат. Прежде всего конструктивная критика — это *описание* конкретного негативного поведения или действий человека и воздействия такого поведения на других людей [13]. Основная цель критики заключается в *необходимости коррекции поведения человека, возникновения у него собственного желания измениться* [38].

Как и в случае с позитивной обратной связью, достижение целей конструктивной критики зависит от того, кого критикуют, кто критикует, как критикуют и при каких условиях критикуют. Действенная и эмоциональная реакция на критику будет зависеть от особенностей личности, прежде всего от ее самооценки, от установок. Человек будет болезненно воспринимать критику, если рассматривает ее как неуважение к себе. Для конструктивного восприятия критики целесообразно иметь в виду следующее.

- Критикуют только того, в чьи способности исправить положение верят.
- Если человека критикуют, значит верят в его порядочность, в то, что он не станет преследовать за критику.
- Если человек сдержанно, по-деловому относится к критике, значит, он — сильная личность.
- Критика полезна, во-первых, потому, что это резерв совершенствования, во-вторых, потому, что она позволяет выявить отношение критикующего, в-третьих, это возможность эмоциональной разрядки критикующего.

Р. и К. Вердерберы [13] отмечают, что конструктивная критика будет эффективной при выполнении следующих требований.

1. Спрашивайте разрешения, прежде чем критиковать. Человек, который согласен выслушивать конструктивную критику, вероятно, будет более восприимчив к ней, чем тот, к кому проявили неуважение, не поинтересовавшись его желанием.

2. Описывайте поведение, точно и подробно излагая, что сказал или сделал человек, не оценивая его поведение как хорошее или плохое, правильное или неправильное. При описании поведения формируется информационная основа для обратной связи и увеличиваются шансы того, что человек будет восприимчив. Обратная связь, которой предшествует детальное описание, с меньшей вероятностью вызовет оборонительную реакцию.

3. Важно критиковать поведение, а не личность.

4. Критика должна указывать путь к решению проблемы.

5. По возможности следует делать позитивное вступление перед негативными замечаниями, неплохо начать с небольшой похвалы.

6. Следует быть конкретным настолько, насколько это возможно. Чем точнее будет описано поведение или действия, тем легче будет человеку понять, что нужно изменить.

7. Когда это уместно, следует предложить человеку другие варианты поведения. Поскольку конструктивная критика должна помогать человеку, уместно обеспечить его такими рекомендациями, которые привели бы к позитивным изменениям.

Конкретные техники конструктивной критики можно найти в книге Е. В. Сидоренко [55].

- Выражение сомнения в целесообразности.

— *Полагаю, что использование вашей идеи потребует неоправданных затрат.*

- «Цитирование» прошлого случая (Ссылка на аналогичные события, ситуации и решения с описанием тех неблагоприятных последствий, к которым они привели).

— У нас был аналогичный случай месяц назад. К сожалению, оказалось, что такого рода заказы требуют привлечения дополнительных работников.

• Ссылка на три причины (Сообщение о том, что предложение не может быть принято по трем причинам).

— Я не согласен взять Иванова сейчас на эту должность. Он еще не прошел испытательного срока. Это раз. Он допустил несколько ошибок. Это два. И он муж одной из сотрудниц, а я против семейственности. Это три.

Для конструктивного восприятия критики имеют значения условия, в которых она осуществляется, — время, место, обстоятельства жизни критикуемого. Если в данный момент человек находится в тяжелых обстоятельствах или в плохом настроении, критика не будет услышана и воспринята и только может усугубить его состояние.

## **Задания для самостоятельной работы**

### *Упражнение 1*

Продолжите список словесных паттернов благодарности за похвалу и комплимент.

«Спасибо, мне очень приятно»,  
«Я рада слышать это именно от Вас»,  
«Вы подняли мне настроение на целый день»,  
«Благодарю, я и вправду очень старалась»,  
«Я ценю Ваше внимание»,  
«Так приятно, что Вы это заметили»

### *Упражнение 2*

Вспомните и опишите ситуацию, в которой вам, казалось, оказывали положительный знак внимания, а вы не испытывали положительных эмоций. Предположите, почему имел место такой диссонанс.

### *Упражнение 3*

Ниже перечислены возможные эмоции в ответ на похвалу и на комплимент. Предположите, с чем они связаны.

<i>Эмоции и чувства</i>	<i>Причины</i>
<i>гнев</i>	
<i>раздражение</i>	
<i>обида</i>	
<i>удивление</i>	
<i>растерянность</i>	
<i>подозрительность</i>	
<i>равнодушие</i>	

#### *Упражнение 4*

Ниже перечислены приемы создания неотразимых комплиментов (по Виктору Шейнову). Придумайте свои примеры.

1. Восхищение не самим человеком, а тем, чем он гордится.

Пример: *С каким вкусом у вас подобрана обстановка!*

Свой пример:

2. Комплимент человеку в его отсутствие, будучи твердо уверенным, что он узнает о ваших словах.

Пример: *Он подобрал замечательный коллектив.*

Свой пример:

3. Комплимент с «драматизацией». Вы «даете» собеседнику вначале небольшой «минус», а затем — огромный «плюс».

Пример: *Не могу сказать, что Вы хороший работник. Вы просто незаменимы для нас!*

Свой пример:

4. Комплимент — сравнение с чем-нибудь самым дорогим для автора комплимента.

Пример: *Как я мечтал бы иметь такого же ответственного сына, как Вы.*

Свой пример:

5. Двойной комплимент. Отмечается и то, что важно для собеседника, и его собственные заслуги.

Пример: *Такой великолепный цветок мог вырасти только у такого истинного ценителя красоты, как ты.*

Свой пример:

6. Compliment-ощущение. Сообщается об испытываемых ощущениях.

Пример: *Мне всегда так хорошо с тобой!*

Свой пример:

7. Через оценку вещи адресата оценивается его личность.

Пример: *В черном ты неотразима!*

Свой пример:

8. «Ложка дегтя». Для этого предварите положительное высказывание маленьким замечанием:

Пример: *Ты опоздал на встречу, но без твоей помощи я бы не справился с заданием.*

Свой пример:

9. Сравнение не в свою пользу. Этот прием включает некоторое принижение своих заслуг.

Пример: *Вам за три дня удалось сделать то, на что мы тратили неделю.*

Свой пример:

10. Обращение за советом.

Пример: *Не мог бы ты посоветовать, где лучше отдохнуть.*

Свой пример:

11. Compliment-аванс.

Пример: *Я уверена что твоя работа заставит о себе говорить.*

Свой пример:

12. Compliment-цитирование.

Пример: *Я слышал (говорят), что Вы прекрасно готовите.*

Свой пример:

13. Compliment-объяснение.

Пример: *Поскольку ты здесь знаешь больше всех, скажи мне, пожалуйста!*

Свой пример:

14. Compliments с «негодованием».

Пример: *Я возмущен. Зачем ты так все прекрасно сделала, что я так не смог бы?*

Свой пример:

15. Через внешнее о внутреннем.

Пример: *У вас умные и проницательные глаза.*

Свой пример:

16. «Это не комплимент, это констатация!»

Пример: *О, у Вас достойная машина! Это не комплимент, а констатация факта!*

Свой пример:

17. Комплимент «минус — плюс».

Пример: *Знаете, мне Вас искренне жаль... Наверное, не-легко быть такой красивой женщиной?!*

Свой пример:

*Упражнение 5. Люди, которые для вас значимы*

Подумайте о людях, которые имеют для вас в жизни значение (родители, друзья, коллеги и т. д.). Запишите в первую графу. Во второй отметьте, почему они заслуживают знаки внимания, комплимент. В третьей — когда вы делали им комплименты последний раз.

Люди, которые для меня значимы	Почему они заслуживают комплименты	Когда я делал им комплименты последний раз

*Упражнение 6*

В книге В. В. Козлова и А. А. Козловой «Управление конфликтом» [38] приведены возможные формы критических высказываний руководителем в отношении подчиненного. Вспомните ситуацию в которой вы кого-то критиковали. Кратко опишите ее, например: «Жена критикует мужа за неудачно сделанный ремонт дома». Попробуйте адаптировать варианты критических высказываний к данной ситуации.

Формы критических высказываний	Пример	Ваш пример
Подбадривающая критика	Ничего. В следующий раз сделаете лучше. А сейчас не получилось	
Критика-упрек	Ну что же Вы? Я на Вас так рассчитывал!	

Формы критических высказываний	Пример	Ваш пример
Критика-надежда	Надеюсь, что в следующий раз Вы сделаете это лучше	
Критика-аналогия	Когда я был таким, как Вы, я допустил точно такую же ошибку	
Критика-похвала	Работа сделана хорошо, но только не для этого случая	
Обезличенная критика	В нашем коллективе есть еще работники, которые не справляются со своими обязанностями. Не будем называть их фамилии	
Критика-озабоченность	Я очень озабочен сложившимся положением дел, особенно у таких наших коллег, как...	
Критика-сопереживание	Я хорошо Вас понимаю, вхожу в Ваше положение, но и Вы войдите в мое. Ведь дело-то не сделано...	
Критика-сожаление	Я очень сожалею, но должен отметить, что работа выполнена некачественно	
Критика-удивление	Как?! Неужели Вы не сделали эту работу?! Не ожидал...	
Критика-ирония	Делали-делали и сделали. Работа что надо! Только как теперь в глаза начальству смотреть будем?	
Критика-намек	Я знал одного человека, который поступил точно так же, как Вы. Потом ему пришлось плохо...	
Критика-смягчение	Наверное, в том, что произошло, виноваты не только Вы...	

Формы критических высказываний	Пример	Ваш пример
Критика-укоризна	Что же сделали так неаккуратно? И не вовремя?!	
Критика-замечание	Не так сделали. В следующий раз советуйтесь	
Критика-предупреждение	Если вы еще раз допустите брак, пеняйте на себя!	
Критика-требование	Работу Вам придется переделывать!	
Критика-вызов	Если допустили столько ошибок, сами и решайте, как выходить из положения!	
Конструктивная критика	Работа выполнена неверно, что собираетесь теперь предпринять?	
Критика-опасение	Я очень опасаясь, что и в следующий раз работа будет выполнена на таком же уровне	

### Упражнение 7

Отметьте, какие из установок на восприятие критики [28] вы можете отнести к себе.

Установки на восприятие критики	Это мои установки (+)
1. Критика в мой адрес — мой личный резерв совершенствования. 2. Объективно критика — это форма помощи критикуемому в устранении недостатков в работе. 3. Критика в мой адрес — это указание направлений совершенствования того дела, которым я занимаюсь.	

Установки на восприятие критики	Это мои установки (+)
<p>4. Нет такой критики, из которой нельзя было бы извлечь пользы.</p> <p>5. Всякое приглушение критики вредно, т. к. «загоняет болезнь внутрь» и тем затрудняет преодоление недостатка.</p> <p>6. Конструктивное (с установкой на улучшение дела) восприятие критических замечаний не может зависеть от того, какими мотивами критикующий руководствовался (важно, чтобы была верно указана суть недостатка).</p> <p>7. Критика в мой адрес делает меня сильнее, т. к. позволяет увидеть и устранить то, что мешает мне достичь успеха и на что я сам мог и не обратить внимания.</p> <p>8. Главный принцип конструктивного восприятия — все, что я сделал, можно сделать лучше.</p> <p>9. Меня критикуют — значит верят в мои способности исправить дело и работать без сбоев.</p>	

## Литература

1. Алешина, Ю. Е. Индивидуальное и семейное психологическое консультирование / Ю. Е. Алешина. — М. : Независимая фирма «Класс», 1999. — 208 с.
2. Ананьев, Б. Г. Человек как предмет познания / Б. Г. Ананьев. — СПб. : Питер, 2001. — 288 с.
3. Андреева, Г. М. Психология социального познания / Г. М. Андреева. — М. : Аспект Пресс, 2004. — 288 с.
4. Аргайл, М. Психология счастья / М. Аргайл. — М. : Прогресс, 1990. — 336 с.
5. Арутюнян, М. Ю. Обратная связь в системе восприятия человека человеком / М. Ю. Арутюнян, Л. А. Петровская // Психология межличностного познания ; под ред. А. А. Бодалева. — М. : Педагогика, 1981. — С. 42–53.
6. Баева, О. А. Ораторское искусство и деловое общение : учеб. пособие / О. А. Баева. — Минск : Новое знание, 2001. — 328 с.
7. Басова, А. Г. Понятие эмпатии в отечественной и зарубежной психологии / А. Г. Басова // Молодой ученый. — 2012. — № 8. — С. 254–256.
8. Башкин, М. В. Конфликтная компетентность : метод. указания / М. В. Башкин. — Ярославль : ЯрГУ, 2014.
9. Биркенбиль, В. Ф. Сигналы тела / В. Ф. Биркенбиль. — М. : АСТ, 2007.
10. Большой психологический словарь / под ред. Б. Г. Мещерякова, акад. В. П. Зинченко. — М. : Прайм ЕВРОЗНАК, 2003.
11. Бодалев, А. А. Психология общения / А. А. Бодалев. — М.: Институт практической психологии ; Воронеж : НПО МЛДЭК, 1996. — 256 с.
12. Буева, Л. П. Человек : деятельность и общение / Л. П. Буева. — М. : Мысль, 1978.
13. Вердербер, Р. Психология общения / Р. Вердербер, К. Вердербер. — СПб. : Прайм-Еврознак, 2003. — 320 с.

14. Гиппенрейтер, Ю. Б. Чудеса активного слушания / Ю. Б. Гиппенрейтер. — М. : АСТ, 2013. — 192 с.
15. Горянина, В. А. Психология общения : учеб. пособие / В. А. Горянина. — М. : Академия, 2002. — 416 с.
16. Григорьева, Н. Н. Коммуникационный менеджмент : учебный курс / Н. Н. Григорьева. — М. : МИЭИП, 2004. — 168 с.
17. Гришина, Н. В. Психология конфликта / Н. В. Гришина. — СПб. : Питер, 2008. — 544 с.
18. Доценко, Е. Л. Психология манипуляции : феномены, механизмы и защита / Е. Л. Доценко. — М. : ЧеРо ; Изд-во МГУ, 1997. — 344 с.
19. Драпак, Е. В. Психология общения и управление конфликтом : метод. указания / Е. В. Драпак. — Ярославль : ЯрГУ, 2010.
20. Дэна, Д. Преодоление разногласий : Как улучшить взаимоотношения на работе и дома / Д. Дэна. — СПб. : Ин-т личности ; Ленато ; Палантир, 1994. — 138 с.
21. Ерастов, Н. П. Логико-психологические основы лекционной пропаганды / Н. П. Ерастов. — М. : Общество «Знание» РСФСР, 1979. — 40 с.
22. Егидес, А. Лабиринты общения, или Как научиться ладить с людьми / А. Егидес. — М. : АСТ-Пресс Книга, 2002.
23. Елизаров, А. Н. Введение в психологическое консультирование : учеб. пособие / А. Н. Елизаров. — М. : МГОПУ им. М. А. Шолохова ; Институт сферы социальных отношений, 2002. — 72 с.
24. Ерина, С. И. Ролевой конфликт и его диагностика в деятельности руководителя / С. И. Ерина. — Ярославль, 2000.
25. Жмуров, В. А. Большая энциклопедия по психиатрии / В. А. Жмуров. — М., 2012.
26. Знаков, В. В. Основные направления исследования понимания в зарубежной психологии / В. В. Знаков // Вопросы психологии. — 1986. — № 3.

27. Знаков, В. В. Психология понимания : Проблемы и перспективы / В. В. Знаков. — М. : Институт психологии РАН, 2005. — 448 с.
28. Знаков, В. В. Понимание в познании и общении / В. В. Знаков. — М. : ИП РАН, 1994. — 235 с.
29. Ильин, Е. П. Психология общения и межличностных отношений / Е. П. Ильин. — СПб. : Питер, 2009. — 576 с.
30. Ихсанова, С. Г. Методы управления персоналом : учеб.-метод. пособие / С. Г. Ихсанова, Н. Н. Ярушкин, Р. С. Хамматова. — Самара : Изд-во СГПУ, 2007.
31. Кабаченко, Т. С. Методы психологического воздействия : учеб. пособие / Т. С. Кабаченко. — М. : Педагогическое общество России, 2000. — 540 с.
32. Каган, М. С. Мир общения / М. С. Каган. — М. : Политиздат, 1988.
33. Каган, М. С. Человеческая деятельность / М. С. Каган. — М., 1974. — С. 82.
34. Козлов, В. В. Управление конфликтом / В. В. Козлов А. А. Козлова. — М.: Экзамен, 2004. — 224 с.
35. Кашапов, М. М. Основы конфликтологии : учеб. пособие / М. М. Кашапов. — Ярославль : ЯрГУ, 2006. — 116 с.
36. Кашапов, М. М. Психология творческого мышления профессионала : монография / М. М. Кашапов. — М. : ПЕР СЭ, 2006. — 688 с.
37. Конева, Е. В. Проявление субъектности во взаимодействии врачей и пациентов / Е. В. Конева, М. А. Николаева, В. К. Солондаев // Ярославский психологический вестник. — 2014. — № 31. — С. 56–59.
38. Коровкин, С. Ю. Когнитивные и аффективные механизмы юмористической фасилитации решения творческих задач / С. Ю. Коровкин, О. С. Никифорова // Экспериментальная психология. — 2014. — Т. 7, № 4. — С. 37–51.
39. Куницына, В. Н. Межличностное общение : учебник для вузов / В. Н. Куницына, Н. В. Казаринова, В. М. Погольша. — СПб. : Питер, 2001. — 544 с.

40. Лабунская, В. А. Невербальное поведение : структура и функции / В. А. Лабунская // Социальная психология : хрестоматия ; сост. Е. П. Белинская, О. А. Тихомандрицкая. — М. : Аспект Пресс, 2000. — С. 84–111.

41. Лабунская, В. А. Невербальное поведение (социально-перцептивный подход) / В. А. Лабунская. — Ростов н/Д. : Изд-во Ростов. ун-та, 1986. — 136 с.

42. Лебедева, Н. М. Введение в этническую и кросс-культурную психологию / Н. М. Лебедева. — М. : Ключ-С, 1999. — 191 с.

43. Леонтьев, А. А. Деятельность и общение / А. А. Леонтьев // Вопросы философии. — 1979. — № 15.

44. Леонтьев, А. А. Общение как объект психологического исследования / А. А. Леонтьев // Методологические проблемы социальной психологии. — М., 1975. — С. 123.

45. Мальханова, И. А. Деловое общение : учеб. пособие / И. А. Мальханова. — М. : Академический проект ; Трикста, 2005. — 224 с.

46. Мальханова, И. А. Коммуникативный тренинг : учебное пособие / И. А. Мальханова — М. : Академический проект, 2006. — 165 с.

47. Лисина, М. И. Формирование личности ребенка в общении / М. И. Лисина. — СПб. : Питер, 2009.

48. Ломов, Б. Ф. Категории общения и деятельности в психологии / Б. Ф. Ломов // Вопросы философии. — 1979. — № 8. — С. 37–38, 45.

49. Ломов, Б. Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии / Б. Ф. Ломов. — М. : Наука, 1984. — 444 с.

50. Панферов, В. Н. Общение как предмет социально-психологических исследований : дисс д-ра психол. наук. Л., 1983.

51. Пиз, А. Язык телодвижений : Как читать мысли окружающих по их жестам / А. Пиз. — М. : Эксмо, 2003.

52. Психологические основы профессиональной деятельности : хрестоматия / сост. В. А. Бодров. — М. : ПЕР СЭ ; Логос, 2007. — 855 с.

53. Психология труда / под ред. А. В. Карпова. — М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. — 352 с.
54. Романов, А. А. Грамматика деловых бесед / А. А. Романов. — Тверь : Фамилия, 1995. — 239 с.
55. Сидоренко, Е. В. Тренинг коммуникативной компетентности в деловом взаимодействии / Е. В. Сидоренко. — СПб. : Речь, 2008. — 208 с.
56. Чуковский, К. И. Собрание сочинений : в 15 т. Т. 2 : От двух до пяти / К. И. Чуковский. — М. : Терра, 2001.
57. Шибутани, Т. Социальная психология / Т. Шибутани. — М. : Феникс, 2002. — 544 с.
58. Шостром, Э. Человек-манипулятор : Внутреннее путешествие от манипуляции к актуализации / Э. Шостром. — М. : Психотерапия, 2008.
59. Этические аспекты в социальной работе : метод. пособие в помощь руководителю благотворительной организации (по материалам монографий) / сост. М. Кузьмина. — СПб., 2000. — 84 с.
60. Exline, R. Affective relations and mutual glance in dyads / R. Exline, L. Winters // *Affect, cognition and personality* ; ed. S. Tomkins & C. Izard. — New York : Springer, 1965. — P. 319–360.
61. Основы журналистики. — URL : [www.textfighter.org](http://www.textfighter.org)
62. Все о здоровье и красоте. — URL : [www.neboleem.net](http://www.neboleem.net)
63. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». — URL : [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)
64. Элитариум. Психология. — URL : [www.elitarium.ru](http://www.elitarium.ru)
65. Психологос. Энциклопедия практической психологии. — URL : [www.psychologos.ru](http://www.psychologos.ru)
66. Psyera. Гуманитарно-правовой портал. — URL : [psyera.ru](http://psyera.ru)
67. Библиотека психолога. — URL : [mexus.ru](http://mexus.ru)

## Тренинг делового общения

Если общение с позиций психологии труда представляет собой коммуникации и контакты в процессе делового взаимодействия, закономерен вопрос о возможности его совершенствования. Поэтому широко распространен и в настоящее время достаточно хорошо операционализирован тренинг делового общения. Е. В. Сидоренко отмечает, что тренинг такой направленности отличается от тренинга личностного общения тем, что его содержанием является совместная продуктивная деятельность, а не те проблемы, которые затрагивают внутренний мир людей [55].

Е. В. Сидоренко описывает несколько моделей тренинга, которые применяются в мировой практике.

**«Английская модель»** направлена на тренинг социальных умений. Термин «социально-психологический тренинг» не используется в англоязычной литературе. В Великобритании и США близкие виды тренингов называются тренингом социальных навыков (SocialSkillstraining), тренингом умений социальной жизни (Social/ LifeSkillstraining) или тренингом коммуникативных умений (CommunicftiveSkillsTraining).

**«Немецкая модель»** ориентирована на развитие следующих коммуникативных компетенций:

- 1) вступления в контакт,
- 2) активного слушания,
- 3) ведения дискуссии,
- 4) выравнивания эмоционального напряжения партнера,
- 5) аргументации.

Тренер должен концентрировать внимание не на свойствах личности участников, а на этих умениях. При этом предполагалось, что осознание человеком своих барьеров в овладении умениями дает личностный инсайт. Кроме того, умения обратным действием меняют личность человека. По мнению Е. В. Сидоренко, немецкая модель — это модель агрессивной ликвидации недостатков в построении общения. Для того чтобы участники действительно захотели развивать

коммуникативные умения, им нужно усвоить, насколько они несовершенны. Чем активнее человек настаивает на том, что у него «нет проблем в общении», тем быстрее и решительнее нужно показать ему, что они у него есть. Для этого следует поставить его в такие условия, когда он будет неуспешен. Оказавшись в ситуации провала, человек приходит в состояние неуверенности и открытости новому опыту. Он сам начнет спрашивать: «А какое поведение было бы более эффективным?» Этот процесс перевода человека из состояния твердой уверенности в себе в состояние податливости назывался *лабилизацией* (от слова «лабильный» — гибкий). Основными недостатками, мешающими человеку строить эффективное общение, являются: 1) эгоцентризм; 2) игнорирование партнера; 3) принижение личности партнера.

**«Английская модель»** направлена на формирование социальных навыков. К базовым социальным навыкам относятся:

- 1) контроль позы;
- 2) контроль социальной дистанции;
- 3) контроль выражения лица (например, «несчастное» выражение лица — это дефицит социального навыка);
- 4) поддержание контакта глаз;
- 5) контроль тона голоса;
- 6) контроль громкости голоса;
- 7) объем речи (если человек слишком мало или слишком много говорит — это дефицит навыка);
- 8) подбор темы для беседы;
- 9) понимание социальных сигналов других людей, таких как тон голоса, выражение лица и др.

Тренинг социальных навыков начинается с диагностики в форме короткой тестовой ролевой игры. Сначала терапевт обсуждает с клиентом, в каких социальных ситуациях у него возникают трудности. Это может быть, например, ситуация знакомства с новыми людьми, противостояния доминантному начальнику и т. п. Эта ситуация проигрывается с другим членом группы или «подсадной уткой». После фазы диагностики формулируются цели терапии для каждого индивидуального участника. Такой целью может быть развитие несовершенной или формирование новой поведенческой реакции, например

умения формулировать открытые вопросы, устанавливать и поддерживать контакт глаз, управлять громкостью голоса.

Затем начинается фаза тренировки новой реакции. Помимо словесных инструкций, на этой фазе может использоваться моделирование реакций. Если клиенту недостаточно простого описания новой реакции, она ему демонстрируется. Для этого используются специально подготовленные видеозаписи или «живая модель», в качестве которой выступает сам терапевт или кто-либо из участников группы.

Если используется моделирование, важно обратить внимание клиента на те аспекты поведения модели, которые он должен заметить. Как правило, необходимо «вылепливать» реакцию постепенно, чтобы повысить вероятность успеха уже на первых стадиях работы. Когда клиент поймет, что от него требуется, ему предлагается попрактиковаться в другой ролевой игре. После ролевой игры клиенту немедленно дают обратную связь. При этом нужно тщательно следить за тем, чтобы сначала давалась позитивная и воодушевляющая обратная связь, и только после этого — критическая. После получения обратной связи клиенты вновь практикуются в ролевых играх. Практика продолжается до тех пор, пока новые реакции не становятся «переученными», т. е. пока они не перейдут за грань первого правильного выполнения. После этого важно дать каждому индивидуальное домашнее задание, которое поможет генерализовать реакцию, перенести ее из непосредственного окружения, в котором она была выучена, в более широкое социальное окружение.

Обычно на дом задается простая, часто встречающаяся задача. Например, в течение недели задать по крайней мере по одному открытому вопросу в двух разных беседах; или не менее трех раз установить контакт глаз и поддерживать его не менее пяти секунд и т. п. Обычно клиента просят запомнить или записать, как проходило выполнение задания. Его могут попросить также оценить выполнение им своего задания. В начале каждой последующей сессии обсуждаются результаты выполнения домашнего задания. Иногда участников объединяют в пары, чтобы они могли поддерживать и подбадривать друг друга в процессе выполнения задания.

Таким образом, главными характеристиками английской модели являются:

- 1) использование моделирования реакций,
- 2) обязательность положительной обратной связи,
- 3) достижение уровня «переучивания»,
- 4) домашние задания для генерализации умений.

### **«Русская модель»**

Е. В. Сидоренко предлагает использовать конструктивные элементы и немецкой и английской моделей. От немецкой модели она унаследовала важные элементы содержания, например техники вербализации и снижения эмоционального напряжения. Стремление к четкости и операциональности также несет в себе немецкие черты.

Из английской модели заимствуется стремление к положительной обратной связи, моделирование и критерий «переучивания» в отработке реакций.

Новым в предлагаемой русской модели является:

- 1) стремление к незаметности и безболезненности диагностических процедур,
- 2) введение новых важных элементов содержания, прежде всего коммуникативных умений, способствующих активизации партнера,
- 3) подчеркнутое внимание к методам регуляции эмоционального напряжения,
- 4) «веселость» как обязательный элемент тренинга.

Коммуникативные умения, которые развиваются в тренинге коммуникативной компетентности:

- 1) умение вступать в контакт,
- 2) умение задавать вопросы,
- 3) умение вести «малый разговор»,
- 4) умение стимулировать партнера к прояснению его позиции, предложений и т. п.,
- 5) умение услышать и понять то, что имел в виду партнер,
- 6) умение воспринять и понять то, что партнер не в состоянии был выразить,
- 7) умение передать партнеру, что его услышали и поняли,
- 8) умение выравнивать эмоциональное напряжение в беседе.

В модель, предлагаемую Е. В. Сидоренко, включены компетенции, отражающие культурные особенности коммуникативной среды, которая характерна для центральной России. В частности, умения, способствующие активизации партнера (1–4), необходимы в российской программе базового тренинга, поскольку люди не всегда представляют себе, что они должны сообщить и как.

Умение выравнивать эмоциональное напряжение и эмоциональная составляющая в тренинге вообще необходима потому, что по типу поведения российская деловая культура близка к латиноамериканской, т. е. полиактивной, «отношенческой», ориентированной скорее на создание и сохранение хороших отношений с партнером, нежели на конечный результат и эффективность.

Объективно синтез восьми умений образует то, что принято считать *тактом, тактичностью*. По наблюдениям Е. В. Сидоренко, участники тренинга иногда заявляют: «Мы просто учимся, как себя вести!» Возможно, это так. Тренер выполняет ту же функцию, которую должна был в детстве выполнить система семейного воспитания.

Необходимым элементом тренинга является постепенно развивающееся у участников убеждение в том, что:

- здесь можно научиться чему-то **новому**;
- это новое **ценно как знание**;
- это новое **работает**.

Тренер должен так организовать работу с участниками группы, чтобы стали явными «пробелы» в их коммуникативных умениях, которые выражаются в использовании негативных техник, в негибкости позиции, многословии, склонности перебивать партнера и др. После столкновения с собственными «пробелами» участники становятся психологически более восприимчивыми к усвоению конструктивных коммуникативных техник. Совершенствование техник совершается благодаря использованию обратной связи от других участников и видеозаписи.

## **Некоторые техники делового общения, формируемые в тренинге**

В этом разделе приведем несколько произвольно выбранных техник, предназначенных для использования в тренинговых группах разной степени деловой коммуникативной компетенции. Техники ведения беседы (в том варианте, в каком они здесь предлагаются) целесообразны для отработки в более или менее подготовленных группах, техники малого разговора универсальны и годятся для групп любого уровня.

### *Техники ведения беседы [55]*

Вначале о тех вариантах ведения беседы, которые *не способствуют взаимопониманию партнеров*.

**1. Негативная оценка** — в беседе мы сопровождаем высказывания партнера репликами вроде: «Глупости ты говоришь», «Ты, я вижу, в этом вопросе ничего не понимаешь», «Я бы мог вам это объяснить, но боюсь, вы не поймете» и т. п.

**2. Игнорирование** — мы не принимаем во внимание того, что говорит партнер, пренебрегаем его высказываниями.

**3. Эгоцентризм** — мы пытаемся найти у партнера понимание только тех проблем, которые волнуют нас самих.

**4. Выспрашивание** — мы задаем партнеру вопрос за вопросом, явно стараясь разузнать что-то, но не объясняем ему своих целей.

**5. Замечания о ходе беседы** — в ходе беседы мы вставляем высказывания типа: «Пора приступить к предмету разговора», «Мы несколько отвлеклись от темы», «Давайте вернемся к цели нашего разговора» и т. д.

### *Техники, способствующие пониманию партнера*

**1. Вербализация, ступень А (проговаривание, повторение)** — мы дословно повторяем высказывание партнера. При этом можно начать с вводной фразы: «Как я понял Вас...», «По Вашему мнению...», «Ты считаешь...» и т. п.

**2. Вербализация, ступень Б (перефразирование)** — мы воспроизводим высказывания партнера в сокращенном, обобщенном виде, кратко формулируем самое существенное в его словах. Начать можно с вводной фразы: «Вашими основными

идеями, как я понял, являются...», «Другими словами, ты считаешь, что...» и др.

**3. Вербализация, ступень В (интерпретация и развитие идеи)** — мы пытаемся вывести логическое следствие из высказывания партнера или выдвинуть предположения относительно причин высказывания. Вводной фразой может быть: «Если исходить из того, что Вы сказали, то выходит, что...» или «Вы так считаете, видимо, потому что...»

### *Техники малого разговора [55]*

Малый разговор — это беседа на интересную и приятную для собеседников тему, чаще всего не связанную с темой «большого» разговора. Это непринужденная и приятная беседа о семейных делах, хобби, забавных событиях. Малый разговор рассматривается в связи с задачей «разговорить» партнера. Цель малого разговора — создать благоприятную психологическую атмосферу, заложить основы взаимной симпатии и доверия или же восстановить эмоциональное равновесие, симпатию и доверие.

Техники малого разговора таковы:

- 1) цитирование партнера;
- 2) позитивная констатация;
- 3) информирование;
- 4) интересный рассказ.

### **Цитирование партнера**

Ссылки на ранее сказанное партнером, его рассказы о себе, своих занятиях, хобби и др.

— Вы говорили, что раньше бывали в Суздале?

— Я помню, ты любишь пастельные тона...

— Ты собирался посетить эту выставку...

— Помню, мы говорили о том, что ты любишь париться в баньке у себя на даче...

— Я запомнил разницу между воблером и блесной после того нашего разговора...

### **Позитивные констатации**

Положительные высказывания о событиях в жизни партнера, о благоприятных событиях в жизни вообще, о сдвигах

к лучшему, о достижениях партнера и чужих достижениях, о людях, не участвующих в разговоре, но известных обоим собеседникам и т. п.

— Я слышал, что вы в воскресенье были на этом чудесном фестивале?

— Я уже много раз обращал внимание на эту кожаную обложку вашей тетради...

— Похоже, ты стал пользоваться разноцветными маркерами при работе с текстом. Это кажется очень эффективным. Я, наверное, последую твоему примеру.

— Вот такой экран у компьютера действительно не будет утомлять глаза...

— Я недавно встретил Андрея. Он был так увлечен своими мыслями! Работает над новым проектом. Замечательно!

### **Информирование**

Сообщение информации, важной, интересной и приятной для партнера.

— Я уже видел в продаже новую модель смартфона в «М-видео» на улице Гоголя.

— Марина только что показывала мне журнал с карнавальными костюмами к Новому году. По-моему, там есть и костюм лошади, очень забавный. А Марина, кстати, еще не ушла с факультета. Она сейчас в буфете.

— Оказывается, можно выбрать вегетарианское меню на весь период семинара. Сегодня грибной суп и жаркое из овощей.

— В последнем номере журнала «NonverbalBehavior» («Невербальное поведение») опубликованы данные о том, что женщины дольше смотрят на тех, кто им нравится, а мужчины — на тех, кому нравятся они...

### **Интересный рассказ**

Увлекательное, захватывающее повествование, неожиданное, приятное или пикантное и т. п.

Критерии «правильного» малого разговора таковы:

- 1) он приятен;
- 2) он вовлекает;
- 3) он располагает;
- 4) дает пищу для следующего малого разговора.

**Типичные ошибки малого разговора**

<b>Вид ошибки</b>	<b>Примеры</b>
1. «Насильственное интервью» (допрос)	- <i>Ну, а чем тебя радует твой сын в последнее время?</i> - <i>Увлекается компьютером... Даже слишком.</i> - <i>А в какие игры он играет?</i> - ? (собеседница в затруднении) - <i>Какие у него любимые игры?</i> - ? (собеседница в еще большем затруднении)
2. «Инвентаризация жизни»	- <i>Ну расскажи, куда ты ездила в последнее время.</i> - <i>Ох, так устала от поездок, что не хочется даже о них говорить...</i> - <i>Бедная! ... Ну а что нового в личной жизни?</i> - <i>Знаешь, так хочется отвлечься хоть на несколько часов...</i> - <i>Ну, тогда расскажи, что у тебя случилось хорошего, и т. д.</i>
3. Вырождение в большой разговор	- <i>Конечно, ты планируешь этой зимой кататься на лыжах! Я знаю, ты любишь.</i> - <i>Да, с 28 декабря уеду на неделю в горы.</i> - <i>С 28-го? А отчет ты успеешь подготовить?</i>

**Некоторые технологии тренинга делового общения**

Для выработки навыков эффективного поведения в различных ситуациях используется **технология бихевиорального тренинга** (авторы — Вим Слот, Хан Спанярд)<sup>1\*</sup>. Она состоит из 13 этапов.

1. Одного из членов группы (по выбору ведущего или по желанию) просят пересказать одну из типичных ситуаций делового общения, поведение в которой неочевидно и вызывает трудности.

---

\*Слот В., Спанярд Х. Нидерландская модель социальной помощи детям и подросткам, ориентированная на социальную компетенцию // Вестник психосоциальной и коррекционной работы. 2000. № 1. С. 28–39.

2. Участник тренинга, пересказывающий ситуацию («клиент»), проигрывает ее с помощью других членов группы. Решение ситуации он находит сам и показывает его в ходе разыгрываемой сценки.

3. Ведущий благодарит участников за игру.

4. Ведущий комментирует те элементы поведения, которые заслуживают поощрения. Такие элементы обязательно надо найти, даже если в целом ситуация разрешена не оптимально. Например, если клиент ничем не смог ответить обидчику, ведущий говорит: «Хорошо, что ты не пошел на конфликт». Если, напротив, клиент повел себя, например, грубо, ведущий может сказать: «Хорошо, что ты быстро сориентировался в ситуации».

5. Ведущий предлагает другие варианты развития ситуации. Эти варианты он подготавливает заранее, готовясь к занятиям, исходя из своего опыта и знания ситуации.

6. Происходит обмен ролями: ведущий играет в той же ситуации роль клиента, а клиент — роль своего партнера по общению. Если в сценке несколько участников, ведущему и клиенту помогают другие члены группы.

7. Ведущий обращается к клиенту с вопросом: что нового тот заметил в развитии ситуации по сравнению с тем, что произошло при реализации пункта 2. Возможно, участники отметят, что так, как показал ведущий, вести себя бесполезно, все равно партнер не поймет, и т. д. В этом случае возможны два варианта действий ведущего. Он может показать другой из заготовленных им способов поведения или спросить участников группы, какой способ решения могут предложить они. В последнем случае тот участник группы, который предложил приемлемый для группы вариант, показывает его, играя в паре с клиентом.

8. Обсуждаются шаги, из которых состоит вариант поведения в ситуации, предложенный ведущим (если группа с ним согласилась) или группой (если она сама предложила приемлемый способ). Шагов должно быть не менее 3 и не более 6. Выделенные шаги записываются на флип-чате, а также всеми участниками на обороте карточек с описанием ситуации, если им их предварительно выдали. Если оказывается, что шагов

более 6, это значит, что мы имеем дело с двумя навыками поведения, и надо работать с каждым отдельно.

9. Ведущий приводит доводы в пользу выделенных шагов (объясняет, почему они необходимы или целесообразны).

10. Снова происходит обмен ролями: клиент играет себя, другие участники группы — его партнеров по общению. В ходе упражнения можно пользоваться «шпаргалкой» — смотреть на записанные на флип-чате шаги.

11. Ведущий благодарит участников упражнения за сам факт его проведения.

12. Ведущий выражает надежду, что клиент будет упражняться и в дальнейшем, используя приобретенный навык.

13. Группа вместе с ведущим обсуждает, в каких еще ситуациях можно использовать найденный способ поведения.

**При использовании данной техники обязательным является прохождение всех 13 этапов.**

Пример использования техники на конкретной ситуации. Для удобства восприятия примера поместим его в таблицу, в которую включены вышеизложенные этапы рассматриваемой техники (табл. 2).

Таблица 2

***Пример использования техники усвоения навыков разрешения проблемных ситуаций в общении применительно к конкретной ситуации (вступление менеджера по продажам в телефонный контакт с потенциальным корпоративным клиентом)***

№ этапа	Содержание этапа	Содержание этапа в конкретной ситуации
1	Одного из членов группы (по выбору ведущего или по желанию) просят пересказать ситуацию.	Участник группы пересказывает ситуацию: «Необходимо в телефонном разговоре предложить потенциальному клиенту компьютерный продукт, продвижением которого на рынке занимается фирма. Нужно выбрать такую форму

№ этапа	Содержание этапа	Содержание этапа в конкретной ситуации
		общения, которая по крайней мере не вызовет негативной реакции.
2	Участник группы, пересказывающий ситуацию, проигрывает ее с помощью других членов группы. Решение ситуации он находит сам и показывает его в ходе разыгрываемой сценки.	Инструкция ведущего, обращенная к участнику: «Можете представить себя в такой ситуации на месте менеджера? Покажите, как бы Вы себя повели в ней. С кем из участников Вы хотели бы показать эту ситуацию? Выберите "клиента" среди членов группы».
3	Ведущий благодарит участников за игру.	«Спасибо, что согласились показать ситуацию».
4	Ведущий комментирует те элементы поведения, которые заслуживают поощрения.	Ведущий обращается к участнику: «Хорошо, что Вы поздоровались, назвали себя, поинтересовались, располагает ли клиент временем, чтобы поговорить».
5	Ведущий предлагает другие варианты развития ситуации.	«По-моему, надо высказать комплимент организации, в которую вы звоните, например: "Мы много слышали о вашей компании, пользуемся ее продукцией, относимся к вам с большим уважением"».
6	Происходит обмен ролями: ведущий играет в той же ситуации роль участника, а участник — роль своего партнера по общению.	Ведущий обращается к клиенту: «Я покажу, как бы я повел себя на Вашем месте. Вы будете Вашим партнером по общению, а я сыграю Вас».
7	Ведущий обращается к участнику с вопросом: что нового тот заметил	Ведущий обращается к участнику : «Что вы можете сказать о моем поведении? Мож-

№ этапа	Содержание этапа	Содержание этапа в конкретной ситуации
	в развитии ситуации по сравнению с тем, что произошло при реализации пункта 2.	но так себя повести в ситуации?»
8	Обсуждаются шаги, из которых состоит тот вариант поведения в ситуации, который предложен ведущим.	Ведущий помогает участникам составить следующий перечень шагов: 1. Поздороваться, назвать себя. 2. Назвать фирму, которую представляете. 3. Узнать, удобно ли собеседнику говорить. 4. Поблагодарить за согласие. 5. Сделать комплимент компании. 6. Сформулировать свое предложение.
9	Ведущий приводит доводы в пользу выделенных шагов (объясняет, почему они необходимы или целесообразны).	Ведущий обращается к группе: «По-моему, если Вы поведете себя подобным образом, Вы не только создадите впечатление тактичного и воспитанного человека, но и покажете, что собеседник Вам не безразличен».
10	Снова происходит обмен ролями: участник играет себя, другие участники группы — его партнеров по общению.	Ведущий обращается к участнику и группе: «Давайте попробуем повторить то, что я показал».
11	Ведущий благодарит участников упражнения за сам факт его проведения.	«Спасибо, что согласились попробовать».

№ этапа	Содержание этапа	Содержание этапа в конкретной ситуации
12	Ведущий выражает надежду, что клиент будет упражняться и в дальнейшем, используя приобретенный навык.	Ведущий обращается к участнику: «Надеюсь, в следующий раз, когда Вы будете устанавливать телефонный контакт с клиентом, Вы воспользуетесь тем, чему сегодня научились».
13	Группа вместе с ведущим обсуждает, в каких еще ситуациях можно использовать найденный способ поведения.	Ведущий обращается к группе: «А где, в каких еще ситуациях можно использовать полученный навык полностью или частично?» Вместе с группой ведущий находит ответ: например, в устной самопрезентации.

По окончании занятия участники уносят с собой карточки с описанием ситуаций и перечнем шагов найденного решения. На следующем занятии можно обсуждать следующую ситуацию и т. д.

Проблемные коммуникативные ситуации,  
характерные для некоторых профессий

*Проблемные коммуникативные ситуации,  
возникшие в деятельности  
школьных психологов-практиков*

1. Ученица начальной школы обманывает родителей, исправляя оценки в дневнике на более высокие. Это становится известным учительнице, которая направляет девочку на консультацию к школьному психологу. Мама девочки не видит в поведении дочери ничего проблемного, считает, что к психологу можно не обращаться. Более того, она уверяет, что психолог признает девочку больной, поэтому консультации следует избегать.

2. К школьному психологу обращается мама старшеклассника. Она считает, что юноше необходимо определиться относительно будущей профессии. Молодой человек, однако, не желает заниматься профессиональным самоопределением, предпочитая бесцельно проводить время на улице в кругу друзей.

3. Психолог предполагает, что педагог, с которым он взаимодействует, не понимает, зачем нужен психолог, что необходимо разъяснить ему функции психолога.

4. Школьница 15 лет проявляет суицидальные намерения. Однажды она уже пыталась покончить с собой. В семье обсуждается вопрос, помещать ли ее в психиатрическую клинику. Родители девушки обращаются к школьному психологу за советом.

5. К школьному психологу обращается за помощью учительница второго класса. Одна из учениц класса ни с кем, кроме мамы, не общается, не разговаривает с учителем. Нет возможности опрашивать ее на уроке.

6. Психолога упрекают за отказ проводить тестирование детей с целью выявления тех, кого можно перевести в класс коррекции (это должен делать не только психолог, но и другие специалисты-смежники).

7. Учительница упрекает психолога, что тот, как ей показалось, провел меньше времени в ее классе, тестируя учеников, чем в других, что и обусловило низкие результаты в данном классе.

8. К школьному психологу обращается старшеклассница с высоким интеллектом, но с несформированной мотивацией и высокой эмоциональной неустойчивостью. Девушка хотела бы получить высшее образование, но совершенно не представляет, какой вуз ей выбрать.

9. За помощью к психологу обращается классный руководитель. В классе низкая успеваемость, у большинства ребят отсутствует учебная мотивация. Дети конфликтуют с учителями, агрессивны в общении друг с другом.

10. К психологу обращается бабушка первоклассницы. Девочка сильно отстает в освоении школьной программы. Ранее она пережила трагические события: на ее глазах мать убила отца. После этого девочка стала очень беспокойной.

11. К школьному психологу обращается мама ученицы начальной школы. У девочки умерли домашние хомячки, после чего от нее часто можно услышать: «Не хочу жить, хочу быть вместе с умершими хомячками».

12. Школьный психолог пытается выявить причины дезадаптации подростка 15 лет в школьном коллективе. Мальчик поссорился с друзьями, стал раздражительным, грубит учителям. Одна из гипотез психолога, которая кажется психологу довольно вероятной, — несоответствие физического развития мальчика его возрасту.

13. Учительница младшего класса обращается к психологу со следующей проблемой: девочка в ее классе ворует вещи у одноклассников. Проведя психологическую диагностику, психолог обнаружил у девочки повышенный уровень эмпатийности.

14. Работая с первоклассниками, психолог заметил, что дети ведут себя скованно, отвечают стереотипными фразами, естественно тихи и дисциплинированы.

15. К психологу не пришли учителя, с которыми он должен был проводить тренинг.

16. Психолог считает, что необходимо больше времени уделять одному ребенку, которого он консультирует и у которого есть проблемы личного плана. Но он (психолог) очень загружен работой.

17. Девушка пришла на консультацию к психологу с определенной проблемой. Психолог выдвинул для себя гипотезу, в соответствии с которой начал задавать большое количество вопросов. В результате девушка сказала, что чувствовала себя «как на допросе».

18. На первой в своей жизни консультации клиентки психолог столкнулся с тем, что пожилая женщина, рассказывая о своих семейных проблемах, спрашивала у психолога совета не как у специалиста, а просто как у человека.

19. Директор школы обратился к психологу: необходимо протестировать всех учителей. На основе полученных результатов директор собирался принимать решение об увольнении кого-то из них.

20. Учащемуся 1 класса был поставлен диагноз ЗПР. Бабушка ребенка обвинила школу (учителя, психолога) в том, что не была проведена соответствующая работа по развитию ребенка.

21. Ребенка определили в класс коррекции. Родители обращаются к психологу, чтобы он помог убедить учителей, что ребенок должен учиться в общеобразовательном классе.

22. Психологу необходимо присутствие отца ребенка на консультации, но тот отказывается приходить.

23. Ребенок сам приходит на консультацию к психологу по поводу проблемы общения со сверстниками (с ним никто не хочет общаться).

24. Мужчина регулярно, примерно раз в две недели, приходит в кабинет психолога с требованиями протестировать его и выявить, насколько он гениален.

25. У ребенка умер близкий человек. Ребенок находится в шоковом состоянии, когда его приводят к психологу.

26. Предыдущий школьный психолог плохо зарекомендовал себя. Поэтому новый испытывает трудности в налаживании отношений с коллективом.

27. Психолог преподавал в училище, но должен был скоро уйти на другую работу. С директором училища он договорился, что будет продолжать преподавать курс общей психологии. В дальнейшем директор начал отказываться от их договоренности, настаивать на том, чтобы психолог остался в училище, преподавал и другие предметы.

28. Психолог должен присутствовать на тренинговом семинарском занятии, которое проходит как раз в его рабочие часы. Но начальство не отпускает его по непонятным причинам.

29. Классный руководитель обращается к школьному психологу с просьбой-требованием: «Проведите в моем классе любую методику, чтобы я на основании якобы полученных результатов могла сказать одной девушке, что она курит».

30. В классе произошел конфликт с учителем. Психолога просят разобраться, «кто прав, кто виноват».

31. На родительском собрании, на котором выступал психолог, мама одного из учеников громко заявила, что психология — это «ерунда» и психологические рекомендации никому не нужны.

32. Школьный психолог в резкой форме заявила маме ученицы, что у девочки отклонения в психическом развитии, причем упомянула психиатрический диагноз. Сразу же сама пожалела о сказанном, поскольку поняла, что вышла за пределы своей компетенции. Поняла также, что необходимо каким-то образом «сгладить» ситуацию, тем более что сама не была уверена, что ее предположения обоснованны.

### ***Проблемные коммуникативные ситуации, возникшие в деятельности следователей***

1. Потерпевшая уверенно указала на задержанного как на человека, укравшего у нее сумку и затем избившего ее. Од-

нако в ходе обыска у задержанного не было обнаружено украденного имущества. Кроме того, четыре человека подтвердили его алиби. Других подозреваемых по делу у следователя нет.

2. Следователю необходимо завершать дело и передавать его в суд, однако важный свидетель не является по повестке.

3. По делу о нападении на автомобиль «Камаз» был задержан мужчина, работающий таксистом. Он уверял, что подвозил незнакомых ему людей, которые и совершили нападение. Следователю данная версия кажется неправдоподобной, однако он не может ее опровергнуть и обеспокоен именно тем, что не может найти средства выполнения профессиональной задачи.

4. По ходу расследования необходимо задержать человека на трое суток, но это всегда чревато для следователя различными трудностями, есть опасность нарушить закон.

5. Четверо подследственных признались в совершении нескольких краж. Следователь не может установить объем похищенного, так как кражи совершались у юридических лиц негосударственной формы собственности. В этих организациях неудовлетворительно ведется учет материальных ценностей. Следователь переживает эту ситуацию как показатель своего непрофессионализма.

6. У одного из обвиняемых для обеспечения гражданского иска был изъят автомобиль. Автомобиль находился на территории РОВД. В первую же ночь с машины были похищены детали. Обвиняемый предъявляет претензии следователю, утверждая, что тот не может обеспечить сохранность имущества.

7. На гражданку было совершено нападение, в ходе которого ей нанесли порезы кистей рук. Деяние можно было рассматривать и как хулиганство, и как уголовное преступление. Перед следователем стояла задача правильно квалифицировать дело, по этому поводу возникли разногласия с коллегами.

8. В уголовном деле, которое поручили следователю, фигурирует его бывшая подруга.

9. Следователю необходимо уговорить коллегу помочь ему в ведении сложного дела. С одной стороны, следователю не хо-

чается нагружать коллегу, у которого много своей работы, с другой стороны, ему объективно требуется помощь.

10. Следователю требуется убедить руководство в необходимости продления сроков расследования. Эта необходимость не очевидна.

11. В ходе выезда на место происшествия с участием обвиняемого раскрылись обстоятельства, которые объективно требуют возбуждения другого уголовного дела. Следователь не уверен, стоит ли давать ход этим обстоятельствам, так как новое дело, скорее всего, поручат вести ему.

12. Для того чтобы эффективно взаимодействовать с работниками уголовного розыска, следователю, в соответствии со сложившейся традицией, необходимо время от времени организовывать для них «посиделки» с напитками и закуской. Но следователь не употребляет спиртного, к тому же крайне стеснен в средствах.

13. Следователю необходимо направить дело в суд, но он сомневается, достаточно ли собранных улик.

14. Следователь обращается в районную прокуратуру в связи с необходимостью продлить сроки расследования. Прокурор кричит на него, называя при этом «дубом тупым».

15. Следователю необходимо обратиться в районную прокуратуру в связи с необходимостью продлить сроки расследования. Он предвидит резкие высказывания в свой адрес со стороны прокурора и обвинения в непрофессионализме.

16. Следователю необходимо получить показания от свидетеля — молодой девушки, которая ему очень симпатична. Не хочется «давить» на нее, а сама она явно что-то скрывает.

17. Следователю звонят домой родственники подследственного, которые одновременно являются хорошими знакомыми следователя и просят его изменить подследственному меру пресечения с заключения под стражу на подписку о невыезде.

18. Следователю необходимо провести пожарно-техническую экспертизу. Эксперт предварительно согласился проводить экспертизу, а затем начал отказываться от ее проведения.

19. Следователь в нарушение инструкции «привел подследственного к принудительным показаниям».

20. Следователь был вызван в прокуратуру в связи с одним из дел, которые находятся в его производстве, и долго выслушивал разнообразные упреки в непрофессионализме.

21. На первой в своей практике эксгумации тела следователь чувствовал себя очень плохо, так как никогда не видел трупов и боялся, что более опытные коллеги заметят это обстоятельство.

22. Следователь привел к уголовной ответственности невиновного человека, понял свою ошибку уже после передачи дела в суд. Эту ошибку долго помнил и упрекал себя.

23. У следователя был осведомитель, который поставлял следователю информацию о деяниях лиц цыганской национальности. У следователя были определенные договоренности с этим человеком, некоторые обязательства перед ним. В силу сложившихся обстоятельств следователю потребовалось нарушить эту договоренность.

24. Подследственный вел себя на допросе недопустимо: угрожал следователю, заявлял, что по сравнению с ним следователь «никто».

25. Следователя отстранили от руководства оперативно-следственной группой с мотивировкой «за упущения в работе», что следователь расценил как несправедливость.

26. По постановлению следователя невиновный человек был задержан и помещен под стражу. Руководство впоследствии указало следователю на эту ошибку.

27. Адвокат не явился на допрос несовершеннолетнего обвиняемого, который до этого долго скрывался и которого с трудом нашли.

28. Прокуратура дает указания отменить меру пресечения, но следователь не согласен. Необходимо принять решение, выполнять это указание или нет.

29. Подследственный явно «врет», дает заведомо ложные показания.

30. Версия подследственного правдоподобна, но кажется следователю ложной. Трехдневный срок истекает, опровергать версию нечем.

31. Стажер просит поручить ему самостоятельно вести дело, но контролировать его работу следователю некогда.

32. У обвиняемого для обеспечения гражданского иска было изъято имущество. За время изъятия ему был нанесен серьезный ущерб. Родственники обвиняемого предъявляют претензии следователю.

33. Произошел конфликт подследственного и следователя. Его коллегу просят взять дело себе.

34. К следователю не явились свидетели, которые должны были давать показания.

35. Следователю нужно присутствовать на занятиях по повышению квалификации, которые проходят в его рабочие часы. Но начальство не отпускает его по непонятным причинам.

36. Родственники подследственного упрекают следователя за то, что он отказывается прогнозировать, какие меры наказания будут применены к подозреваемому.

37. После аварии потерпевшая находится в шоковом состоянии, но требуется взять у нее показания.

38. Следователю приходится допрашивать малолетнюю жертву изнасилования, заставляя ее при этом вновь переживать трудную для нее ситуацию.

39. Следователю приходится допрашивать мать несовершеннолетнего обвиняемого в тяжких преступлениях. Женщина плачет, ее искренне жалко.

40. Следователь освобождает из-под стражи задержанного, а тот не хочет покидать СИЗО, просит оставить его за решеткой.

41. Адвокат, работающий с обвиняемым «по назначению» (т. е. не получающий гонорара за эту работу), заявляет следователю, что больше работать не будет.

42. Родственники обвиняемого (являющиеся свидетелями) позвонили следователю и попросили не вызывать их в течение двух недель, так как они хотят уехать отдохнуть в Турцию.

43. Девушка подследственного, заключенного под стражу, позвонила следователю с просьбой разрешить ей встретиться с подследственным, объясняя это тем, что она беременна от подследственного, о чем тот не знает. Следователь сочувствует девушке, однако свидания с подследственными запрещены.

44. Родственники подследственного, являющиеся знакомыми следователя, попросили его не вменять подследственному «невыгодную» ему часть уголовной статьи.

45. Мама несовершеннолетнего обвиняемого, заключенного под стражу, при встрече со следователем попросила его передать мальчику продукты, что в тот период следствия было запрещено.

### ***Проблемные коммуникативные ситуации, возникшие в деятельности врачей***

1. Врач, проходя по отделению, увидел своего больного, который курил на лестничной площадке, хотя курить этому больному, по характеру его заболевания, нельзя.

2. Врач выписала женщину из стационара досрочно, поддавшись на ее уговоры. Женщина обещала соблюдать дома постельный режим хотя бы в течение двух-трех дней и не поднимать тяжестей. На следующий после выписки день врач увидела ее на улице с тяжелой сумкой в руках.

3. Врач назначил стационарному больному уколы, вписал их в карту назначений. Вечером дома понял: назначен не тот препарат, который нужно, хотя и безвредный для данного больного.

4. К участковому врачу пришел знакомый с просьбой выписать больничный лист, хотя он здоров.

5. Врач предлагает больному больничный лист, а тот отказывается, ссылаясь на неотложные дела на работе.

6. Больной на приеме рассказывает врачу, что он обращался к другому специалисту и тот поставил ему другой диагноз.

7. На обходе в стационаре один из больных с упреком сообщил врачу, что от назначенных процедур ему стало хуже.

8. На консилиуме коллега, от которого врач ожидал поддержки, начал резко спорить с ним, выдвигая противоположную точку зрения.

9. Врач назначает больному эффективные и дорогостоящие процедуры, которые данный больной может получить бесплатно. Больной отказывается от процедур.

10. Больной, находящийся на больничном листе, явился на прием с опозданием на несколько дней.

11. Участковый врач, придя по вызову к больному, застал его пьяным и агрессивно настроенным: больной набросился на врача с кулаками.

12. Бригада скорой помощи, прибыв по вызову по адресу, где должен был находиться больной с тяжелым сердечным приступом, застала больного дерущимся со своей женой.

13. Участковый врач, придя по вызову к больному, не застал его дома.

14. Больной, нуждающийся в госпитализации, отказывается от предложения врача «Скорой помощи» ехать в больницу.

15. Больной, очнувшийся после наркоза в послеоперационной палате, заявил врачу, что во время операции у него были похищены дорогие часы.

16. Врачу регулярно звонит сожительница его пациентки, требует консультаций по уходу за своей подругой, настаивает на особо внимательном отношении со стороны врача к данной пациентке.

17. Пациентка в стационаре всячески подчеркивает свою симпатию к лечащему врачу-мужчине, стремится остаться с ним наедине, подстерегает его в коридорах.

18. Больной находится на стационарном лечении и объективно остро нуждается в дальнейшем пребывании в больнице. Однако он настаивает на выписке, и аргументы лечащего врача не оказывают на него воздействия.

19. Больной на приеме явно искажает анамнез, рассказывает небылицы, откровенно лжет, отвечая на вопросы врача.

20. Лечащий врач в стационаре назначил больному уколы определенного препарата. Придя на работу после выходного, он обнаружил, что в его отсутствие дежурный врач этот препарат отменил.

21. Медсестра, работающая с участковым терапевтом, постоянно опаздывает на работу. Никакие меры со стороны врача не помогают.

22. Участковый терапевт в течение длительного времени работает с одной и той же медсестрой. И личные отношения, и деловые контакты складываются успешно. Однажды на работу к врачу ненадолго зашла дочь, молодая девушка. После ее ухода медсестра вела себя необычно: отворачивалась, отвечала врачу односложно, на глазах то и дело появлялись слезы. Когда врач попыталась узнать, что случилось, медсестра ответила: «Ваша дочь смеялась надо мной».

23. Одна из пациенток то и дело приходит на прием к врачу-терапевту и пытается убедить врача вступить в секту.

24. Одна из пациенток назойливо предлагает врачу-терапевту приобрести у нее продукцию какой-то фирмы. Для этого часто приходит на прием с жалобами на здоровье, причем симптомы ряда соматических заболеваний у нее действительно имеются, и контакт с врачом объективно необходим.

25. К врачу постоянно приходит дистрибьютер фармацевтической компании с настойчивым предложением заключить договор на распространение сомнительных лекарственных средств.

26. К врачу регулярно приходит родственница умершего больного с угрозами возбудить уголовное дело за якобы неправильно поставленный диагноз.

27. Больной просит выписать рецепт на назначенный врачом препарат, но у врача существует указание начальства не выписывать ряд препаратов, которые можно приобрести без рецепта.

28. Больная на каждом приеме подолгу рассказывает врачу о своих семейных делах.

## *Проблемные коммуникативные ситуации, возникшие в деятельности школьных учителей*

1. Классный руководитель попыталась поговорить с мамой подростка, которая, как ей кажется, не уделяет сыну достаточного внимания. Разговора не получилось, так как мама мальчика, молодая красивая женщина, только что вторично вышла замуж и ее больше интересует собственная личная жизнь, чем дела сына. Классный руководитель переживает свою неудачу.

2. Старшеклассник пришел на урок в нетрезвом состоянии.

3. Учитель отобрал у подростка сотовый телефон, которым во время урока играл сам подросток и его сосед по парте. Ребята не успели отключить мобильник, и учитель увидел, что в телефоне записана сцена избиения учениками школы своего одноклассника.

4. Учитель сделал замечание опоздавшему ученику, на что тот ответил нецензурными словами.

5. К классному руководителю ежедневно приходит мама подростка, который, поссорившись с ней, сбежал из дома. Его местонахождение неизвестно. Мама требует, чтобы классный руководитель занимался его поисками.

6. Члены родительского комитета, поздравляя классного руководителя с днем 8 Марта, принесли ей дорогой подарок. В данной школе такие подарки дарить учителям не принято.

7. Дети ответили отказом на просьбу учителя украсить помещение класса к Новому году, хотя раньше всегда с удовольствием это делали. Школьники объяснили свое поведение следующим образом: в прошлом году они очень старались украсить класс, но на конкурсе не получили первого места. Они считают итоги конкурса несправедливыми и поэтому отказываются участвовать в нем снова.

8. Учитель физкультуры не может добиться, чтобы девочки-старшеклассницы приходили на уроки в спортивной обуви. Девушки упорно являются в сапогах на каблуках. Учитель не имеет права допускать их к уроку. Но не допускать —

значит создавать проблему с пропусками занятий, принимать «отработки».

9. Ученица пятого класса подошла к классному руководителю с просьбой дать ей совет в связи с семейной ситуацией. Мама девочки вторично вышла замуж, ее новый муж удочерил девочку. Он и мама хотят, чтобы девочка взяла фамилию приемного отца. Она ничего не имеет против ни нового, ни биологического отца и не знает, как поступить.

10. К молодому учителю физики постоянно обращается его коллега, немолодая женщина. Она любит подолгу обсуждать абстрактные вопросы вроде бесконечности Вселенной, существования высшего разума и т. п. Молодой человек тяготится этим общением, но не знает, как прекратить его.

11. Классный руководитель, работающий в элитной школе, случайно на вокзале увидела свою ученицу, 14-летнюю девочку. Она торговала шоколадками: подходила к сидящим в зале ожидания пассажирам и предлагала им свой товар. Неподалеку мама этой девочки торговала книгами с лотка. Учительница убеждена, что торговля шоколадками на вокзале — неподходящее занятие для девочки-подростка. Но это происходило, без сомнения, с разрешения мамы девочки. Классный руководитель не может решить, проводить ли беседу на эту тему с мамой.

12. Подросток, старающийся учиться на «пятерки», услышав от учителя, что за ответ у доски он получает «4», начал возмущенно спорить и требовать отличной оценки. На доводы учителя ученик не реагировал и продолжал кричать. Класс смеялся. Учитель не знал, как прекратить недопустимую, с его точки зрения, сцену.

13. Учительница, возвращаясь с работы домой, увидела на скамейке около подъезда группу подростков — ее учеников. Ребята были нетрезвы или просто чем-то возбуждены. С учительницей они не поздоровались, а когда она прошла мимо, за спиной слышались громкие нецензурные выражения в ее адрес.

14. Накануне смотра строя и песни подросток, который был командиром, заболел, классному руководителю пришлось заменить его девочкой, которая была непопулярна в классе, но у которой лучше всех получалось четко произносить команды. Дети негативно отнеслись к выбору командира: отказывались участвовать в смотре.

15. К директору школы, в которой училось большое количество детей-азербайджанцев, прибежали взволнованные ученики 8-го класса. Они рассказали, что только что на перемене двое мужчин-кавказцев силой увели из школы восьмиклассницу-азербайджанку.

16. Директор школы пригласила к себе для беседы отца мальчика-азербайджанца, ученика этой школы, у которого были проблемы с учебной работой. Изложив их отцу, директор услышала от него в ответ: «Я хочу разговаривать с вашими родственниками по мужской линии».

17. Директор школы узнал, что в школе действует организация скинхедов.

18. Учительница знает, что две девочки в ее классе — лесбиянки, они сожительствуют и, похоже, их родители не знают об этом.

19. К классному руководителю обратилась мама одной из учениц. Она показала сочинение девочки, в котором рукой учительницы по русскому языку и литературе сделаны исправления. Совершенно очевидно, что исправлено правильное на неправильное.

20. На уроке этики учитель объяснял учащимся нецелесообразность нарушения некоторых этических норм общения, на что один из учеников заметил: «А у нас завуч всегда так делает».



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу \_\_\_\_\_ С.А.Уповор

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### ОГСЭ.05 МЕНЕДЖМЕНТ

Специальность

*15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)*

программа подготовки специалистов среднего звена

базовая подготовка

на базе среднего общего образования

Автор: Чухарева Е.В.

Одобрена на заседании кафедры  
Экономики и менеджмента

(название кафедры)

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ (подпись)

Мочалова Л.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 29.08.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

(название факультета)

Председатель

\_\_\_\_\_ (подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	7
ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.....	17
ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА С ПРЕЗЕНТАЦИЕЙ.....	23
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ...	30
ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ.....	33
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	34

## 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 рабо-

ты 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 «Менеджмент» 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 зачету.

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 «Менеджмент» 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 (в т. ч. подготовка доклада с презентацией);
- подготовка к тестированию;
- выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (практико-ориентированного задания);
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

# **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

## **Тема 1. Организация как объект управления**

1. Дайте определение организации.
2. Перечислите основные задачи организации.
3. Назовите основные факторы внутренней среды организации.
4. Что понимается под внешней средой предприятия?
5. Назовите основные характеристики внешней среды?
6. Перечислите и дайте характеристику различным организационно-правовым формам предприятий в соответствии с Гражданским кодексом РФ.
7. Приведите характеристику форм объединения предприятий.
8. Что понимают под производственной и организационной структурой предприятия?
9. Какие виды организационных структур относятся к традиционным?
10. Каковы преимущества и недостатки бюрократических (механических) структур?
11. Охарактеризуйте виды дивизиональных структур. Чем определяется выбор той или иной структуры?
12. Дайте краткие определения адаптивных (органических) структур управления.

## **Тема 2. Понятие и содержание менеджмента. Эволюция развития менеджмента и его основные концепции**

1. Эволюция организации и принципов управления.
2. Характеристика системного подхода к управлению, его преимущества и недостатки.
3. Ситуационный подход к управлению. Характеристика факторов внешней и внутренней среды предприятия

4. Сущность и задачи менеджмента. Менеджмент как наука, практика и искусство

5. Характерные черты и стадии менеджмента

6. Вклад в менеджмент различных школ управления

7. Характеристика менеджмента как процесса.

### **Тема 3. Функции менеджмента. Организационные процессы в менеджменте**

1. Делегирование, ответственность и полномочия в менеджменте.

2. Сущность коммуникаций, виды коммуникаций. Коммуникационный процесс и повышение его эффективности.

3. Характеристика межличностных коммуникаций. Преграды и пути их преодоления.

4. Сущность и смысл контроля как функции управления. Виды контроля. Характеристика процесса контроля. Эффективность контроля.

5. Характеристика методов управления, область применения, эффективность их использования.

6. Организация как функция менеджмента. Какие факторы влияют на организационную структуру управления?

7. Суть и назначение основных функций управления. Характер функций аппарата управления

8. Виды и типы контроля. Эффективность контроля

9. Сущность, функции и выгоды стратегического планирования. Характеристика модели стратегического планирования.

10. Эволюция мотивации. Характеристика содержательных и процессуальных теорий мотивации.

## **Тема 4. Теория принятия управленческих решений. Эффективность менеджмента**

1. Сущность и виды управленческих решений.
2. Процесс принятия и реализации управленческих решений.
3. Эффективность управленческих решений и ее составляющие.
4. Методы расчета экономической эффективности подготовки и реализации управленческих решений.
5. Модель предприятия как открытой системы, основные подсистемы, их состав и характеристика
6. Информационное обеспечение менеджмента, совершенствование информационной системы
7. Модели и методы принятия решений. Алгоритм принятия рационального управленческого решения
8. Решение как продукт управленческого труда. Характеристика процесса принятия решения

# **ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **Тема 1. Организация как объект управления**

1. Определение предприятия.
2. Основные задачи предприятия.
3. Внутренняя среда предприятия.
4. Внешняя среда предприятия
5. Формы объединения предприятий.
6. Производственная структура предприятия
7. Организационная структура предприятия
8. Бюрократические (механические) структуры
9. Дивизиональные структуры
10. Адаптивные (органические) структуры управления.

## **Тема 2. Понятие и содержание менеджмента. Эволюция развития менеджмента и его основные концепции**

1. Принципы управления.
2. Система
3. Системный подхода к управлению.
4. Ситуационный подход к управлению.
5. Делегирование
6. Ответственность и полномочия в менеджменте.
7. Методы управления.
8. Управленческое решение.

### **Тема 3. Функции менеджмента. Организационные процессы в менеджменте**

1. Планирование
2. Стратегическое планирование
3. Организация
4. Мотивация
5. Контроль
6. Лидерство
7. Власть
8. Влияние
9. Организационная структура управления
10. Иерархия

### **Тема 4. Теория принятия управленческих решений. Эффективность менеджмента**

1. Коммуникации
2. Управленческое решение
3. Оптимальность
4. Эффективность

## 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 зачетов/экзаменов, а что выходит за рамки официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге;
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, 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 ДОКЛАДА С ПРЕЗЕНТАЦИЕЙ

Одной из форм текущего контроля является доклад с презентацией, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад с презентацией - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада с презентацией является обязательной для обучающихся, если доклад презентацией указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публично-

го 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.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обуславливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

### *Выступление*

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

### *Презентация*

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

### *Требования к оформлению презентации*

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносятся опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления.

В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

## 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 вариантов, 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 зачету по дисциплине «Менеджмент» 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 «Менеджмент».

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»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методическому комплексу  
С.А.Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### ОГСЭ.06 КУЛЬТУРОЛОГИЯ

Специальность

### 15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

программа подготовки специалистов среднего звена на базе среднего  
общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры  
комиссией

*Управление персоналом*

(название

Зав.кафедрой

кафедры)

Абрамов С.М.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 07.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической

горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург  
**Оглавление**

Введение .....	3
1. Культурология как наука .....	4
2. Понятие «культура» .....	7
3. Типология культуры.....	11
4. Направления и научные школы в культурологии .....	14
<i>Методические указания для обучающихся .....</i>	<i>90</i>
<i>по освоению дисциплины .....</i>	<i>90</i>
<i>Критерии оценки знаний студента .....</i>	<i>92</i>
<i>Примерные вопросы к зачету .....</i>	<i>92</i>
<i>по дисциплине «Культурология» .....</i>	<i>92</i>
<i>Вопросы для самоконтроля .....</i>	<i>95</i>
<i>Примерные темы рефератов .....</i>	<i>100</i>
<i>Примерные темы контрольных работ .....</i>	<i>103</i>
Библиографический список.....	104
Базы данных, информационно-справочные	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
и поисковые системы .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Предметный указатель .....	
90	

## Введение

Дисциплина «Культурология» является одной из первых в циклах образовательного процесса, и поэтому не базируется на каких-либо предварительно сформированных компетенциях.

Курс дисциплины «Культурология», включенный в государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования, является необходимым элементом системы общего гуманитарного образования. Особое место в содержании этого курса занимает понимание культуры как гармонизирующего элемента теоретического и художественноисторического анализа. История культуры дает возможность не только сообщить определенный объем знаний, но и побудить пережить их, воздействуя на воображение и художественное восприятие. Как результат – формирование целостного культурологического сознания в единстве его интеллектуальных и эмоционально-чувственных сторон.

Освоение курса «Культурология» призвано способствовать формированию рефлексивных установок по отношению к изучению иных дисциплин социально-гуманитарного и экономического блока ООП. Базовые знания, полученные при изучении данного курса, используются при освоении дисциплин, обеспечивающих формирование общекультурных компетенций. При этом получение культурологических знаний в образовательном процессе тесно сопряжено с освоением иных дисциплин: «Философия», «Социология» и «История».

В данном издании представлен исторический подход к изучению культурологии, что дает возможность понять как особенности каждой конкретной культуры прошлого и настоящего, так и те процессы, которые происходят в культурном контексте современности. Это побудило авторов дать характеристику основным понятиям, терминам и направлениям культурологии. Данное пособие включает раздел, посвященный раскрытию важных культурологических терминов, характеристики отдельных периодов культурно-исторического процесса, достижений мировой

культуры, что поможет студенту в изучении различных культурологических концепций и теории культуры.

## 1. Культурология как наука

Впервые культурологию как самостоятельную науку определил американский антрополог и социолог *Лесли Алвин Уайт* (1900–1975) Условной датой рождения культурологии считают 1931 г. Л. Уайт считал, что культурология изучает любое явление и проблемы комплексно, целостно, всесторонне. Поэтому культурология может дать знаний о человеке больше, чем другие гуманитарные науки.

Культурология – это комплексная гуманитарная дисциплина о сущности, структуре, закономерностях существования и развития культуры, принципах ее функционирования, взаимосвязи и взаимозависимости разных типов культур. Она исследует общие тенденции единого культурного процесса человечества, особенности истории развития культуры.

Основные этапы становления культурологии как науки:

- донаучный период развития представлений о культуре;
- возникновение культурологии как части гуманитарных наук: философии, истории, филологии, антропологии и других дисциплин;
- кризисное состояние прежних представлений о культуре; □ культурология XX века. **Науки, составляющие основу культурологии:**

Культуроведение – наука, целью которой является описание характерных черт и достижений какой-либо культуры.

Культурогенез – наука о происхождении, истоках культуры.

Культурософия – наука о смысле и глубинном содержании культуры, научных предвидениях ее дальнейшего развития.

Социология – наука, изучающая культуру с точки зрения ее функционирования в определенном обществе, в системе общественного строя. **Разделы культурологии:**

**I. Фундаментальная культурология** направлена на теоретическое познание феномена культуры, разработку категориального аппарата и методов исследования.

№ п/п	Раздел исследования	Сфера исследований
1	Онтология	Многообразие определений культуры и ракурсов познания, социальных функций и параметров
2	Гносеология	Основания культурологического знания и его место в системе наук, внутренняя структура и методология
3	Морфология	Основные параметры функциональной структуры культуры как системы форм социальной организации, регуляции и коммуникации, познания, накопления и трансляции социального опыта
№ п/п	Раздел исследования	Сфера исследований
4	Культурная семантика	Представления о символах, знаках и образах, языках и текстах культуры, механизмах культурной коммуникации
5	Антропология	Представления о личностных параметрах культуры, о человеке как «производителе» и «потребителе» культуры
6	Социология	Представления о социальной стратификации и пространственно-временной дифференциации культуры, о культуре как системе социального взаимодействия
7	Социальная динамика культуры	Представления об основных типах социокультурных процессов, генезисе и изменчивости культурных феноменов и систем
8	Историческая динамика культуры	Представления об эволюции форм социокультурной организации

**II. Прикладная культурология.** Направлена на прогнозирование, проектирование и регулирование актуальных культурных процессов, имеющих место в социальной практике. Прикладные аспекты культурологии включают в себя представления о культурной политике, функциях культурных институтов, цели и методы деятельности сети культурных институтов, задачи и технологии социокультурного взаимодействия, включая охрану и использование культурного наследия.

**Функции культурологии:**

- дескриптивная – описание основных культурных объектов;
- нарративная – встраивание культуры в историю;
- объяснительная – сведение к понятному;
- оценочная – включение объекта (явления) в контекст или общее поле культуры;
- герменевтическая – постижение смысла культурных феноменов;
- прогностическая – определение перспектив и возможных путей развития культурных процессов.

Культурология опирается на достижения различных гуманитарных наук и использует разнообразные **методы изучения культуры**:

- 1) *диахронический*: изучение феноменов культуры в хронологической последовательности их появления и существования;
- 2) *синхронический*: изучение и анализ нескольких культур на определенном временном этапе, с учетом существующих взаимосвязей и возможных противоречий;
- 3) *сравнительно-исторический*: позволяет сравнивать в историческом разрезе самобытные явления культурного комплекса и проникать в их сущность.
- 4) *структурно-функциональный*: суть его состоит в разложении объекта культуры на составные части и изучение внутренних взаимосвязей и взаимообусловленности между ними;
- 5) *типологический*: состоит в изучении структур системы культур путем восхождения от абстрактного к конкретному и выявление типологической близости элементов историко-культурного процесса.

Культурология также использует семиотический, психологический, биографический методы и метод моделирования при исследовании определенного периода развития культуры.

Культурологические принципы изучения культуры составляют *принцип культурно-исторического подхода* (все явления, события, факты культурного процесса рассматриваются с учетом конкретно-исторических, социально-экономических, нравственно-психологических условий того времени, в которое они происходили) и *принцип целостности* (изучение культурного процесса во всем его многообразии без исключений и искажений).

## 2. Понятие «культура».

### Методологические подходы к пониманию культуры

Культура – основное понятие культурологии. Данное понятие возникло более двух тысяч лет назад от лат. слова «*colere*», обозначающего обработку земли, почвы. В настоящее время по подсчетам ученых существует более тысячи определений культуры.

Основные смыслы, включенные в понятие «культура»:

- возделывание (прежде всего земли, почвы; агрокультура),
- обработка (земли, камня, дерева и т. п.),
- воспитание, образование человека как достойного гражданина,
- почитание (культ – почитание божества) указывает на происхождение культуры от религии.

Начиная с эпохи Античности, философы ставили и обсуждали вопросы, которые прямо или косвенно связаны с феноменом культуры. Это вопросы об особенностях и отличии человеческого образа жизни по сравнению с образом жизни животных, о взаимосвязи развития знаний и искусств, об обычаях и поведении людей в цивилизованном обществе и чем они отличаются от поведения в «варварских» племенах и т. д. Понятие «культура» (лат. – *cultura*) родилось в Древнем Риме и первоначально означало «возделывание, обработку земли», т. е. было связано с земледелием, сельским хозяйством. В рассуждениях древнегреческих мыслителей присутствовало близкое по смыслу к понятию «культура» греческое слово «пайдейя», обозначавшее «воспитание», «обучение», в более широком смысле – «образование», обозначающий процесс воспитания мужа из несмышленного ребенка. В Средние века культуру рассматривали главным образом в контексте религиозной жизни. В эпоху Возрождения произошло разделение культуры на религиозную и светскую, а также осмысление гуманистического содержания культуры и, в особенности, искусства. Только в эпоху Просвещения в XVIII в. культура начинает исследоваться как одна из важнейших сфер человеческого бытия. Термин «культура» ввел *И. Гердер* (1744–1803 годы жизни) как содержащую в качестве своих частей язык, науку, ремесло, искусство, религию, семью и государство.

Понятие «культура» приобретает статус научной категории со второй половины XIX в. В это время понятие «культура» рассматривалось как взаимосвязанное с понятиями «общественно-экономическая формация» и «цивилизация». В гуманитарных исследованиях понятие «культура» рассматривается, во-первых, как совокупность материальных и духовных ценностей, менталитета исторически конкретного общества (первобытная культура, античная культура, культура средневековья и т. д.), во-вторых, как соответствующее определенному во времени и пространстве обществу, отличному от других этническим составом, уровнем развития технологии, своеобразием хозяйственной и общественной жизни (скифская культура и т. д.). Понятие «цивилизация» обозначает определенную степень развития культуры. Возникновение цивилизации связывается с возникновением государственности, городов, развитием систем религии и права, письменности и др.

На сегодняшний день понятие «культура» относится к числу фундаментальных и имеет множество значений. Под культурой исследователи понимают мир смыслов, символическую деятельность, систему ценностей, способ деятельности, сферу самовоспроизводства личности, способ развития общества, его духовную жизнь и т. д. В исследованиях культуры выделяются *описательные определения культуры*, где культура рассматривается как совокупность всех видов деятельности людей, их обычаев и верований; *регулятивные определения*, в которых культура представлена как регулятор жизни общества посредством обычаев, права; *экономические определения*, в которых культура представлена как способ приспособления к природной среде и экономическим потребностям общества. **Методологические подходы к пониманию культуры.**

Культура является сложной многоуровневой системой. В исследованиях культуры существуют следующие подходы к пониманию культуры: антропологический, аксиологический и информационно-семиотический.

**Антропологический подход** (Ф. Боас, Б. Малиновский, А. Радклифф-Браун, Э. Тайлор, Л. Уайт и др.). Основанием подхода является представление о том, что вне человека культура не существует, культура всегда связана с какой-либо деятельностью людей. Древние смыслы понятия «культура» связаны изменением в природном объекте под воздействием человека, что отличает культурное от тех изменений,

которые вызывались естественными причинами. Например, возделывание почвы, ее культивирование. Таким образом, сформировано представление о «культуре» как означающее внеприродное явление, созданное трудом человека. В 45 г. до н. э. *Марк Тулий Цицерон* в работе «Тускуланские беседы», противопоставив латинскому слову «*natura*» (природа), употребил слово «*cultura*» как то, что означает не только создание артефактов культуры, но и созидание самого человека. Человек создает собственную среду обитания, которая в свою очередь оказывает влияние и воздействие на самого человека, на его разум. Таким образом, в антропологическом аспекте понятия «культура» отражен способ творческой самореализации человека и способ организации жизнедеятельности людей по преобразованию природы и общества.

Английский антрополог *Эдуард Тайлор* (1832–1917 гг.) в работе 1871 г. «Первобытная культура» представил определение культуры, ставшее классическим: «Культура, или цивилизация, понимаемая в широком этнографическом смысле, – это то сложное целое, которое включает в себя знания, верования, искусства, мораль, законы, обычаи и любые иные способности и привычки, приобретаемые человеком как членом общества».

**Аксиологический подход** заключается в выделении мира ценностей как особой сферы бытия человека. С точки зрения аксиологического подхода, под культурой следует понимать совокупность материальных и духовных ценностей, сложную иерархию идеалов и смыслов, значимых для конкретного общественного организма. В культуре отражены идеальностенные представления, предметный мир, взятый с точки зрения его значения для человека, что может быть интерпретировано в контексте субъектно-объектных отношений. Такие понятия, как ценность, ценимое, предпочитаемое, желаемое, ожидаемое, благосодержащее, относятся к сфере позитивного для человека и человеческой жизни, однако указывают на относительное воплощение этих понятий в разных культурах. Ценностный подход делает акцент на взаимосвязи культуры с гуманизмом и общечеловеческими ценностями.

Ключевой фигурой в рамках аксиологического подхода считается американский социолог русского происхождения *Питирим Сорокин* (1889–1968 гг.). Он предложил понимать под культурой совокупность значений, ценностей и норм, которыми владеют взаимодействующие лица, и совокупность носителей, которые объективируют, социализируют и

раскрывают эти значения. Сорокин характеризует культуру как особую реальность, поскольку каждый тип культуры представляет собой целостность и интегрированную систему ценностей.

**Информационно-семиотический подход** (В. Гумбольдт, Э. Кассирер, К. Леви-Стросс, К. Гирц и др.). В рамках данного подхода культура представлена как информационная система. Культура рассматривается как совокупность знаков, понимаемых как культурные коды, в которых воплощается (кодируется) содержащаяся в ней информация. Информационно-семиотическая концепция культуры исходит из положений, что культура есть мир артефактов, мир смыслов и мир знаков.

*Культура есть мир артефактов.* Артефактами являются изделия, рожденные человеком и обществом мысли и образы, найденные и используемые человеком средства и способы действий. Люди создают «сверхприродную», искусственную, культурную среду обитания посредством артефактов.

*Культура есть мир смыслов.* С одной стороны, артефакты существуют объективно как предметы материального мира, однако, с другой стороны, артефакты субъективно определены, т. е. они наделяются «смыслом», «значением». Субъективная определенность появляется в связи с тем, что человек вносит в артефакты свою «человечность», т. е. «опредмечивает» в артефактах свои цели, желания, смыслы и т. д.

Предметы вне их отношения к человеку не имеют смысла. Так, смысл культурных памятников существует в культуре, производением которой они является, а не в них самих, отдельно от культурного и исторического смысла. Поэтому понимание памятника требует изучения и культурно-исторического контекста его возникновения.

Существуют три основных вида смыслов: 1) знания (когнитивные смыслы), т. е. информация о свойствах объектов действительности; 2) ценности (ценностные смыслы) как характеристики объектов с точки зрения их соответствия потребностям и интересам человека; 3) регулятивы (регулятивные смыслы), т. е. правила или требования, в соответствии с которыми люди строят свое поведение и деятельность.

*Культура есть мир знаков.* Знак – это предмет, выступающий в качестве носителя информации о других предметах, поскольку используется для приобретения, хранения, переработки и передачи информации. Артефакты являются носителями смысла, т. е. являются

знаками. Различные знаки могут приобретать символический смысл. Символ – знак, который не только указывает на некоторый объект, но и несет в себе добавочный смысл.

Исходя из представления о том, что культура есть мир артефактов, мир смыслов и мир знаков, информационно-семиотический подход понимает культуру как надбиологическую форму информационного процесса, как социальную информацию, которая сохраняется и накапливается в обществе с помощью создаваемых людьми знаковых средств.

### 3. Типология культуры

Типология – от греч. *typos* – образец, модель для группы предметов, форма чего-либо; и *logos* – слово, понятие, учение, мысль. Типология – выделение важнейших предметов, свойств и явлений, а также способ упорядочения большого, сложного и разнообразного эмпирического материала.

Культурология относится к наукам, которые имеют дело с многоразличными объектами и стремятся их объяснить. Культурология изучает не только отдельные культурные предметы и процессы, но и множество разнообразных культур в целом, раскрывая их своеобразие, уникальность и неповторимость.

Основой культуры является система ценностей. Замена основополагающих ценностей культуры в обществе приводит к замене и типа культуры. Существуют разные принципы выделения типов культуры: по отношению человека к природе, регионам проживания людей, к историческому развитию, к религии, религиозным конфессиям и т. п. Типология культур возможна при условии определения видовых отличий культур, следовательно, выявление типа культуры означает классификацию культуры по каким-либо основаниям, общности признаков, т. е. установление сходства, общности и отличительных черт культурных феноменов.

Наиболее распространенные принципы типологизации:

- **Формационный принцип.** Культура соответствует способу производства. Исторический процесс разделен на множество этапов развития культуры, сменяющих друг друга: первобытный, рабовладельческий, феодальный, буржуазный, индустриальный, постиндустриальный.

- **Цивилизационный принцип.** Этот принцип трактуется в зависимости от понимания сущности цивилизации. Многие исследователи отмечают отрицательное воздействие цивилизации на культуру, в силу порождения процессов и явлений, чуждых культуре: массовость, утилитарнопрагматические установки, технократия. Цивилизационный принцип разделяет культурный процесс на следующие периоды: *биогенный* (включает возникновение и развитие культуры, древнейшие формы ее существования), *духовно-культурный* (характеризуется обособлением духа от природной зависимости и развитием духовной культуры; Н. Бердяев первым стал называть этот период духовно-культурным), *технотронный* (характеризуется активным влиянием цивилизации на культуру; возникают понятия прагматизма, утилитарности, массовости, стандарта; духовное начало отстывает перед развитием машинного производства, искусственных технологий).

- **Концептуальный принцип.** Этот принцип дает возможность осмыслить культуру через призму господствующего в обществе мировоззрения. Осмысливаются мир, место в нем человека, значимость его деяний, взаимоотношения с другими людьми.

- **Культурно-исторический принцип.** Этот принцип является наиболее распространенным. Акцентируются духовные доминанты исторических эпох и периодов, в рамках которых возникают и функционируют конкретно-исторические типы культуры. Например, историю европейской культуры можно рассмотреть посредством определения доминирования ценностей одного из типов культур: сотериологический, идеалистический, эвдемонический. Сотериологический тип культуры – от греч. *Soter, Sateria* – спасение, спаситель. В Древней Греции это понятие было применимо как эпитет богов-избавителей: Асклепия, Сараписа и др. Впервые научно учение о сотериологическом типе культуры было разработано античным философом Платином в контексте учения о спасении души. В рамках христианского вероучения о Спасителе, именуемом Господом Иисусом Христом, пришедшего в мир для спасения человечества, произошло утверждение начала Новой эры и формирования нового человека. Для этого типа культуры характерен теоцентризм. Эвдемонический тип культуры – от греч. *eudaimonia* – блаженство, счастье. Критерий нравственности и основа поведения человека – это стремление к счастью.

Идеалистический тип культуры синтезирует как сотериологические, так и эвдемонические ценности.

- **Религиозный принцип.** Культура анализируется в зависимости от главенствующего типа религиозного мировоззрения. Религиозный принцип дает возможность разделить культуру на политеистическую и монотеистическую, языческую (древнюю) и культуру, в которой превагирует одна из мировых религий (христианство, буддизм, ислам). Для ранних форм религиозного мировоззрения характерно слияние с мифологическим мировоззрением, что обусловлено эмоционально-чувственным восприятием бытия в обоих случаях. Отличием мифологического мировоззрения от религиозного состоит в том, что отношение человека к миру строится не на отношениях родства, а на отношениях господства и подчинения. Постепенно формируется представление о едином Боге как основе мироздания (монотеизм). Бог выступает как высшая справедливость. Религиозные представления выражаются в учении о Боге, о Божественном творении мира, о бессмертии души, о Божественных заповедях. Религия в отличие от мифологического мировоззрения закладывает новую систему нравственных ценностей, которые определяют жизненный мир человека, его жизненные ориентиры. Отношения человека и Бога строятся на основе диалога (молитвы, исповеди), что способствует формированию особых чувств и настроений, внутреннего мира человека.

- **Этнонациональный принцип.** Культура анализируется по общности этнонациональных характеристик. На территории, которая локально заселена определенным этносом, существует особый тип культуры, тесно связанный с менталитетом этноса. Черты общности, присущие представителям данной культуры, отражают этническое самосознание, яркие признаки культуры, выраженные в повседневном быте, фольклоре, этикете, характере пищи, нравах и обычаях, домашней утвари, одежде, музыке и т. д.

- **Демографический принцип.** Культура анализируется посредством выявления особенного и общего в возрастных и половых характеристиках различных обществ.

- **Социологический принцип.** Развитие культуры связывается с этапами развития общества: родового и общинного строя; рабовладения; феодализма; капитализма.

- **Идеологический принцип.** Культура анализируется посредством выявления преобладающей в обществе идеологии.

#### **4. Направления и научные школы в культурологии**

Теоретический фундамент и структура культурологии складывалась постепенно. Наиболее значимыми культурологическими направлениями и научными школами являются эволюционистское, биологическое, этологическое, социально-психологическое, структуралистское, функциональное, символическое, общественно-историческое, социологическое направления, теория культурных миграций и концепция «осевого времени».

**Эволюционистское направление** (Г. Спенсер, Э. Б. Тайлор, Дж. Фрейзер, Л. Морган). Развитие эволюционизма в рамках культурной антропологии связано с обоснованием теоретической модели необратимых культурных изменений. Г. Спенсер рассматривал процессы дифференциации и интеграции в контексте особого типа последовательности необратимых изменений культурных феноменов от относительно неопределенной бессвязной гомогенности к относительно более определенной согласованной гетерогенности. Культура рассматривается как совокупность процессов организации людей в общества, повышающих эффективность их адаптации к природному окружению.

Одним из продолжателей идей эволюционистов в понимании сущности культуры был К. Маркс. Основанием его концепции материалистического понимания истории является материальное производство. По Марксу, духовная жизнь является отражением «истории материального производства». Материальная культура обеспечивает прогрессивное развитие общества и оказывает существенное влияние на формирование ценностных устоев общества. К. Маркс одним из первых обозначил и теоретически обосновал связь культуры со всеми сферами социальной жизни, а также то, что культура связывает историю человечества в единый целостный процесс.

**Биологическое направление** (Л. Флоренс, А. Бастиян) основано на изучении исторических факторов развития культур посредством биологических оснований. Данному направлению свойственна тенденция к

отождествлению развития «организма» и культуры. По Л. Фробениусу, существует аналогия между культурой и живым существом. А. Бастиан развивал представления о том, что элементарные клеточки культуры подобны клеткам живого организма.

В рамках этологического подхода (Э. Геккель, К. Лоренц, И. Тинберген, К. фон Фриш), изучающего поведение животных в естественных условиях, ученые перенесли наблюдения, накопленные в этологии, на человека и человеческое общество. Суть этологического подхода – в подробном сравнительном описании различных форм поведения, выяснении их приспособительного значения, определении роли врожденных и приобретенных элементов в формах поведения, а также выявлении значения форм поведения для сохранения и эволюции вида.

Значимость биологического направления в изучении культур связана с исследованием важнейших для культурологии вопросов:

- о соотношении природно-биологического и социокультурного в обществах,
- соотношении врожденного и приобретенного,
- наследуемости (или ненаследуемости) культурных стереотипов,
- моделях поведения,
- частичной наследуемости общеродового культурного опыта человечества,
- способах овладения культурой в различных типах обществ.

**Социально-психологическое направление** (Г. Лебон, Г. де Тард, З. Фрейд, К. Юнг). Работы Г. Лебона «Психологические законы эволюции народов» (1894) и «Психология толпы» (1895) посвящены раскрытию вопросов взаимоотношений масс народа, толпы и лидеров, которые способны овладевать чувствами, идеями людей. Значимость трудов Г. Лебона заключается в том, что в них впервые были поставлены проблемы психического заражения и внушения, сформулирован вопрос об управлении людьми в различных культурах. Г. Тард посвятил свои исследования «Законы подражания» (1890) и «Социальная логика» (1895) проблемам групповой психологии и межличностного взаимодействия, выделив три типа взаимодействий: психическое заражение, внушение, подражание. Тард ставил перед собой задачу показать, как появляются изменения (новшества) в культурах и как они передаются в обществе индивидам.

В начале XX в. в изучении культур возникло психоаналитическая концепция культуры. *Зигмунд Фрейд* – выдающийся ученый и психолог конца XIX – первой половины XX в., основатель психоанализа. Фрейд исследовал наиболее важные механизмы, при помощи которых культура контролирует поведение людей. Социальный контроль, осуществляемый обществом при помощи норм и ценностей, Фрейд оценивал, с одной стороны, как необходимый, поскольку без него общество было бы просто разрушено, с другой стороны, как причину большинства психологических проблем, т. к. социальный контроль не дает личности возможность удовлетворять свои потребности.

*Карл Густав Юнг* – немецкий психиатр и психолог, стоявший у истоков психоанализа. Именно Юнгу принадлежит авторство понятия «комплекс», которое широко используется в современной психологии. Впоследствии Юнг, отойдя от психоанализа, основал свою собственную школу аналитической психологии.

Юнг использовал понятие «душа» как аналогичный понятию «личность» и описал ее три отдельных, но взаимодействующих структуры: эго, личного бессознательного и коллективного бессознательного. Эго является центром сферы сознания, это компонент психики, включающий в себя мысли, чувства, воспоминания и ощущения, благодаря которым мы воспринимаем себя людьми. Личное бессознательное включает в себя комплексы, или скопление эмоционально заряженных мыслей, чувств и воспоминаний, вынесенных индивидуумом из эго прошлого личного опыта или из родового, наследственного опыта. Коллективное бессознательное является хранилищем латентных следов памяти человечества и даже наших человекообразных предков. Содержание коллективного бессознательного складывается благодаря наследственности и одинаково для всего человечества.

Одной из наиболее ярких идей Юнга, которые обогатили социальнопсихологическое направление исследования культуры, является введение им понятия «архетип». Архетип – это образ, запечатленный в сознании всех людей на генетическом уровне и входящий в число образов, при помощи которых все люди осмысливают мир. Юнг описывал следующие примеры архетипов:

Анима – бессознательная женская сторона личности мужчины, чьи символы – Женщина, Дева Мария, Мона Лиза.

Анимус – бессознательная мужская сторона личности женщины, чьи символы – Мужчина, Иисус Христос, Дон Жуан.

Персона – социальная роль человека, проистекающая из общественных ожиданий и обучения в раннем возрасте, чьим символом является Маска.

Тень – бессознательная противоположность того, что индивид настойчиво утверждает в сознании, чьими символами являются Сатана, Гитлер, Хусейн.

Самость – воплощение целостности и гармонии, регулирующий центр личности, символ – Мандала.

Мудрец – персонификация жизненной мудрости и зрелости, символ – Пророк.

Бог – конечная реализация психической реальности, спроецированной на внешний мир, его символ – Солнечное око.

Юнг доказывал существование архетипов посредством их наличия в любой культуре. Он отмечал специфичность конкретного воплощения этих образов в конкретных культурах, поскольку архетипическое всегда реализуется в конкретной деятельности человека в культуре. Основная сфера реализации архетипов – религия, мифология, алхимия. Однако архетипы могут реализовываться и в других сферах. Архетипы формируют коллективное бессознательное, поэтому архетипические черты свойственны и современному социально-культурному пространству жизни человека.

**Структуралистское направление** (К. Леви-Строс, М. Фуко, Р. Барт, Ж. Деррида; особое течение – генетический структурализм Л. Гольдмана) сформировалось в 20-е гг. XX в. и связано с использованием в изучении культуры структурного метода, моделирования, элементов семиотики, формализации и математизации в лингвистике, литературоведении, этнографии, истории. Объектом исследования структурализма является культура как совокупность знаковых систем (язык, наука, искусство, мифология, мода, реклама). Структурный метод в изучении культуры позволяет выявить культурные структуры как относительно устойчивые совокупности отношений; признать методологический примат отношений над элементами в системе; частично отвлечься от развития объектов (примат синхронии над диахронией).

**Функциональный подход** (Б. Малиновский, А. Рэдклифф-Браун). Особенность функционального подхода заключается в рассмотрении культуры как целостного образования, состоящего из элементов и частей.

Методология функционального подхода предполагает разложение целого (культуры) на составные части и выявление зависимостей между ними. Данное направление в изучении культур в большой степени ориентировано на раскрытие механизмов действия и воспроизводства социальных структур.

**Символистское направление** (Ш. Бодлер, Э. По, Н. М. Минский, Д. Мережковский, В. Брюсов) связывало далекие друг от друга культурные эпохи, например, античность и модерн, но с другой стороны, смежные, исторически близкие культурные явления разделяло, противопоставляло, обнаруживая в них принципиальные смысловые различия.

**Теория культурных миграций** тесно связана с теорией культурных кругов и диффузионизмом (Ф. Ратцель, Л. Фробениус). Диффузионизм предполагал признание главным содержанием исторического процесса диффузию, контакт, заимствование, перенос и взаимодействие культур. Ф. Ратцель одним из первых начал рассматривать культуры разных народов в неразрывной связи с природными, географическими условиями.

Основные положения диффузионизма:

- каждая культура, как живой организм, рождается в определенных природно-географических условиях, т. е. имеет свой центр зарождения;
- каждый элемент культуры возникает только один раз, затем распространяется в результате заимствований или перемещения материальных и духовных элементов культуры от одного народа к другим.

Теория культурных миграций предполагает, что культурные явления, однажды возникнув, многократно перемещаются, этим объясняется сходство культур или их отдельных элементов. Распространение культурных элементов или культурных комплексов в пространстве («круг») осуществляется в результате миграций или смещений, т. е. элементы одного «круга» могут распространяться путем диффузии и накладываться на элементы другого «круга». Культурные круги сменяют друг друга во времени и образуют культурные слои. Историю культуры можно представить как историю перемещения нескольких «культурных кругов» и их «напластование».

**Концепция осевого времени К. Ясперса.** К. Ясперс развивал теорию о едином происхождении человечества и единой истории культуры. Основанием истории культуры являются не экономические факторы, а духовные начала. К. Ясперс полагал, что история культуры

имеет линейный характер и смысловое завершение. Структура мировой истории культуры К. Ясперса включает в себя осевое время (своего рода центр истории) и четыре больших периода: 1) доисторический первобытный период – «прометеевский» тип культуры; 2) эпоху «великих культур древности»; 3) эпоху формирования «духовной основы человеческого бытия» – собственно осевое время и созданная им гуманистическая культура, заложившая основу превращения локальной истории в единый мировой историко-культурный процесс; 4) послеосевую имперскую эпоху, основанную на развитии науки и техники.

Культура прометеевской эпохи принадлежит доистории человечества, в это время происходило становление основных конститутивных свойств человеческого бытия, формирование человека «как вида со всеми его привычными склонностями и свойствами». Этот период может быть охарактеризован как период превращения доисторического человека в человека культуры, важную роль в котором играли использование огня и орудий, появление речи, способов формирующего человека насилия над самим собой (например, табу), образование групп и сообществ, формы жизни, организованной мифами. Начало истории как и собственно культурного развития, К. Ясперс связывает с появлением способов передачи опыта.

Эпоха великих культур древности связана с культурными процессами, происходящими в трех областях земного шара – в Китае, в Индии и на Западе, а именно: во-первых, шумеро-вавилонская, египетская и эгейская культуры с 4000 г. до н. э. ; во-вторых, доарийская культура долины Инда 3 тыс. ; в-третьих, архаический мир Китая 2 тыс. до н. э. Основными культурными чертами этого типа культуры являются возникновение письменности и оформление «специфической технической рационализации».

Третий период – период «осевого времени» – представляет собой эпоху духовного основоположения культур. Ось времени Ясперс относит ко времени около 500 лет до н. э., помещенного в духовный процесс, который шел между 800 и 200 гг. до н. э., заключающийся в самом резком повороте в истории – появлении человека того типа, какой сохранился и по сей день. В период «осевого времени» были разработаны основные понятия, заложены основы мировых религий и, главное, во всех направлениях произошел переход к универсальности.

Четвертый период – послеосевая имперская эпоха, которая Ясперсом связывается с потерей человеком собственного бытия и необходимостью спасти человеческую сущность. Человек XX в. находится на грани гибели, поэтому должен обновить свою связь с осевым временем. Новая эпоха – эпоха развития науки и техники, подготавливающих возникновение в будущем новых великих культур, которые заложат основы для второго «осевого времени», что приведет «к подлинному становлению человека».

**Общественно-историческое направление школа в культурологии** имеет давние традиции и восходит к И. Канту, Ф. Гегелю, Гумбольдту. Ее яркие представители в Западной Европе – А. Тойнби, О. Шпенглер, в России – Н. Я. Данилевский.

**Культурно-историческая типология Н. Данилевского.** Николай Яковлевич Данилевский (1822–1885) является представителем славянофильского течения XIX в. в России.

Данилевский развивает представление о полилинейности истории человечества, его идеи о расщеплении истории на множество «историй», возникновения и гибели самостоятельных культурных миров стала одной из центральных в культурологии XX в.

В книге «Россия и культура» он предлагает критичный взгляд на теорию европоцентризма. Данилевский считал, что европейская (германороманская) цивилизация не является наивысшей и обязательной формой, которую должна принять культура всех народов Земли. Данилевский также отрицал принцип однолинейности исторического прогресса, казавшийся в то время незыблемым, предлагая взамен иное представление, основанное на предположении, что в истории человечества существуют разные культурно-исторические типы развития народов, которые порождают существующие отдельно друг от друга цивилизации. Данилевский называл следующие типы цивилизаций: египетский; китайский; ассирийско-вавилонофиникийский, или древнесемитический; индийский; иранский; еврейский; греческий; римский; новосемитический, или аравийский; германороманский, или европейский.

Одни культурно-исторические типы рассматривались Данилевским как уединенные (китайский и индийский), другие – преемственными. Особенности психического строя, нравственности и условиями исторического воспитания народов, которые их создают, определяют различия между культурно-историческими типами.

Данилевский уподоблял культурно-исторические типы живым организмам, поскольку считал, что их жизненный цикл подобен циклам многолетних растений. Первый этап цикла, измеряемый тысячелетиями, характеризуется смешением племен в единый народ, формированием его языка и других особенностей, составляющих его самобытность и оригинальность. Второй этап включал временной период от 400 до 600 лет и характеризовался складыванием государства, которое обеспечивает политическое и культурное единство народа, создает условия для его творческой силы. Третий этап является цивилизационным, для него характерны расцвет творческой, созидательной деятельности народа. На этом этапе происходит израсходование потенциала культуры, что приводит к тому, что конкретный культурно-исторический тип вступает в последний период своего существования.

Данилевский, не отвергая идею исторического прогресса, отмечал, что прогресс человечества может идти только по пути доведения культурно-исторического типа до предела, после чего необходимо, чтобы он начинался с новой исходной точки и шел по другому направлению.

Данилевский рассматривал вопрос о взаимодействии культур, используя агробιологические аналогии, что позволило ему выделить три возможных варианта взаимодействия культур:

«Прополка» – колонизация страны, в ходе которой в ней насаждается чужая цивилизация за счет вытеснения и уничтожения существовавшей ранее культуры.

«Прививка» – пересадка в культуру народа элементов чужой цивилизации, которые должны далее развиваться на теле его культуры и приносить свои плоды.

«Почвенное удобрение» – воздействие, при котором развивающаяся цивилизация, сохраняя свою самобытность, усваивает результаты другой, более зрелой цивилизации.

Вопрос о будущем России для Данилевского был одним из наиважнейших. Россия не входит в мир романо-германской цивилизации, по Данилевскому, поскольку является представителем иного мира – славянского. Славянство как культурно-исторический тип уже прошло тысячелетнюю подготовительную стадию, но еще не достигло зрелости. В этом ее отличие от дряхлеющей Европы. По Данилевскому, славянство только входит в период расцвета своих творческих сил и может создать могучую и самобытную цивилизацию.

**Культурологическая концепция О. Шпенглера.** Освальд Шпенглер (1880–1936) в своем фундаментальном труде «Закат Европы» развивает идею нелинейности исторического процесса. Всемирная история представлена в виде протяженного во времени поля, в разных местах которого вспыхивают, разгораются и угасают костры культурных миров. Шпенглер описывает эти миры как замкнутые и взаимонепроницаемые. Каждая культура проживает особую жизнь: она рождается, стареет и умирает. На этом основании Шпенглер рисует картину неминуемо приближающегося конца западной цивилизации.

Согласно Шпенглеру, перед взором исследователя предстают восемь «великих культур»: египетская, античная, индийская, вавилонская, китайская, арабская, западная и мексиканская. Россия характеризуется Шпенглером как таинственный мир, в котором, возможно, зарождается еще одна великая культура.

У культуры есть «душа» – особая идея, которая выражается в культурной деятельности народа. Она таинственна, ее сущность не описывается словами. Но ключ к ней – ее прасимвол, из которого выводится язык ее форм, все ее проявления. Четкого определения того, что собой представляет прасимвол, в книге Шпенглера нет. Однако Шпенглер использует для объяснения наглядные образы: прасимвол *античной культуры* – ограниченное материальное тело, прасимвол *арабской культуры* – мир-пещера, прасимвол *западной культуры* – бесконечность, прасимвол русской культуры – бесконечная равнина.

**Теория исторической эволюции цивилизаций А. Тойнби.** Английский историк Арнольда Тойнби (1889–1975) в своем 12-томном труде «Исследование истории» отказался следовать обычно используемой историками схеме, в которой всемирная история подразделяется на истории отдельных стран: историю Англии, историю России и т. д. Он предложил особый взгляд на понимание истории отдельной страны при учете ее связей и взаимодействий с другими странами. Только определив некоторое поле исторического исследования можно объяснить ход интересующих историка процессов. Поле исторического исследования включает в себя обширную пространственно-временную область, в которой располагается общество, состоящее из некоторого множества государств. Это общество и есть основная единица истории, которое Тойнби назвал цивилизацией. Следовательно, слово «цивилизация» представлена в отличном от понимания Шпенглера смысле.

Тойнби выделял 21 цивилизацию, но в процессе исследования довел их число до 37. Большинство из них нет в настоящем времени. Цивилизации, которые существуют в настоящее время: западная; православная; индуистская; китайская; дальневосточная (в Корее и Японии); иранская; арабская.

Генезис и динамику цивилизаций описываются в теории Тойнби посредством действия открытого им механизма «Вызова и Ответа». Вызов представляет собой ухудшение условий жизни общества. На этот вызов общество должно дать Ответ, чтобы выжить в новых условиях. История любой цивилизации – это последовательность актов Вызова и Ответа. Вызов побуждает общество к совершенствованию общества, поскольку подъем на более высокую ступень связан с нахождением адекватного Ответа. Вызовы могут возникать вследствие изменений в природе (климатические изменения и др.) или в человеческой среде («стимул удара» как неожиданное внезапное нападение или «стимул социального ущемления» как рабство, бедность, классовое неравенство, национальная дискриминация).

По Тойнби, цивилизация проживает жизненные циклы: генезис, рост, надлом, распад. Причинами надлома, который разрушителен для цивилизации, могут быть конфликтность общества, упадок нравственности, безынициативность элиты.

Тойнби предлагает следующие пути выхода из тупика, в который заходит цивилизация на стадии распада:

- архаизм – стремление вернуться в прошлое, возратить былые формы жизни;
- футуризм – попытка насильственно провести социально-политические и культурные преобразования;
- отрешение – уход из общественной жизни, отшельничество, аскетизм;
- преображение – «коренная перемена духовного климата», связанная с религиозным прозрением, Божественным откровением.

Только в преображении открывается возможность подлинного спасения, состоящего в «озарении душ светом высших религий». Согласно Тойнби, цивилизации существуют и умирают, вызывая к жизни новые, более развитые формы религии. Создание религии связывается Тойнби с поиском ответа на главный вызов истории – вызов Бога: «быть человеком».

**Социологическое направление** (Т. Элиот, П. Сорокин). В рамках данного направления объяснение культуры связано с особенностями общественной природы и организации человечества. *Томас Стернз Элиот* в работе «Заметки к определению культуры» (1948 г.) разделял общество на духовную элиту и непросвещенную массу. Он считал, что только элита была способна на культурное созидание. При этом Элиот полагал, что европейская культура к середине XX в. уже утратила нравственные и интеллектуальные богатства в результате всеобщей стандартизации и узко утилитарного подхода к жизни. Поэтому, для поддержания культурной элиты необходима ее разомкнутость и постоянное пополнение из социальных «низов», наиболее талантливых и умных представителей других слоев, чья новая творческая энергия двигает культурный процесс.

*Питирим Александрович Сорокин* (1889–1968) – один из крупнейших представителей гуманитарной науки XX в., который, начав научную деятельность в России, был выслан из родной страны в 1922 г. Его фундаментальная работа «Социальная и культурная динамика» была издана в четырех томах в 1937–1941 гг. в США.

Сорокин предложил принципиально новую теорию культурноисторического процесса, в котором необходимо различать два аспекта:

- внутренний, или ментальный (смысл, значение, ценность, составляющие духовное содержание культурных феноменов);
- внешний, или материальный (выражение, воплощение смысла, значения, ценности в чувственно воспринимаемых формах, в физических вещах и процессах).

Сорокин полагал, что предметы культуры отличаются от явлений природы. Их отличие в том, что предметы культуры – это знаки, символы. Материальное в предметах культуры служит формой выражения духовного, становится носителем смыслов.

П. А. Сорокин различал три типа культуры: идеационный, сенситивный и идеалистический.

Идеационному типу культуры свойственно понимание подлинной реальности как сверхъестественного, недоступного органам чувств бытия. На первом плане среди человеческих потребностей и желаний находятся духовные потребности. Способ удовлетворения духовных потребностей связан с трансформацией личности, добровольной минимизации физических нужд, аскетизме. Идеационная культура – царство религиозной

ментальности. Ее черты отчетливо проступали в культуре Древнего Китая (в VIII–VI вв. до н. э.), Древней Греции (в IX–VI вв. до н. э.) и западноевропейского Средневековья V–XI вв.

Сенситивная культура ориентирует людей на достижение благополучия в этом мире, а не на мечтания о райской жизни в мире ином. Сенситивная культура – это культура практичная и утилитарная. Потребностям и стремлениям людей главным образом присущ материальный, физический характер. Способ их удовлетворения в приспособлении и эксплуатации внешней среды. Опора познания действительности – чувственный опыт. Наблюдение, эксперимент, измерение, логика являются средствами получения и проверки истинных знаний. Сорокин определяет временные рамки, когда сенситивный тип культуры являлся преобладающим: во времена палеолита, в Греции и Риме с III в. до н. э. по IV в., начиная с эпохи Возрождения, она становится доминирующей в Западной Европе.

Идеалистическая культура является культурой промежуточного, смешанного типа: она сочетает в себе идеационные и сенситивные элементы. Человеку свойственно стремление удовлетворить как духовные, так и материальные потребности, при этом духовные ценности признаются в качестве высших ценностей. Поэтому способ удовлетворения потребностей включает в себя как целесообразную трансформацию внешней среды, так и совершенствование внутреннего духовного мира личности. Идеалистическая культура в ходе истории характеризуется как переходная форма от одного типа культуры к другому. Сорокин выделяет следующие временные периоды: в Древней Греции ее расцвет приходится на V–IV вв. до н. э. («золотой век» античной культуры), в Европе идеалистическая культура доминирует в XII–XIV вв. – эпоха зарождения Ренессанса, знаменующая переход от идеационного Средневековья к сенситивному обществу более позднего времени.

Сорокин опирался на фактическом и статистическом материале и пришел к выводу, что история состоит из циклической смены доминирующих культурных суперсистем в последовательности: идеационная => идеалистическая => сенситивная. Вслед за эрой господства сенсетивной культуры наступает эра господства культуры идеационной и т. д. Причинами гибели и смены культурных систем, по П. Сорокину, являются внутренние причины, а не внешние воздействия. Для каждой системы присущи ограничения и свои пределы развития. По

Сорокину, история культур главным образом связана с закономерной сменой ее устаревшей формы на новую, т. е. в этой концепции речь не идет о гибели современной цивилизации, но о поиске новых путей преобразования общества, и главное, самой души человека. В последний период жизни Сорокин развивал идею распространения в обществе альтруистической любви и творческого поведения, в которых он видел возможную основу новой идеационной ментальности.

## Словарь терминов

*АБСТРАКЦИОНИЗМ* (абстрактное искусство, нефигуративное искусство) – термин произошел от лат. *abstractio*, что означает удаление, отвлечение. А. является одним из самых влиятельных художественных направлений XX в. Сторонники А. отказывались от воспроизведения форм действительности, для достижения «гармонизации» используется сочетание геометрических форм, пятен и линий. В абстрактном искусстве тело – не устойчивый объект, но ряд различных способов значения. «Тело» может быть представлено как разнообразие фигуральных форм в пределах изобразительных искусств. Концепция Юлии Кристевой, литературного и культурного теоретика, лингвиста и практикующего психоаналитика, является значимой для этой интерпретации. Ее взгляды обеспечивают модель понимания неуловимого присутствия гротескного тела в искусстве. Философ рассматривает язык как язык тела и тело как язык. Как отмечает А. А. Грякалов, усилие понимания в таком случае ориентировано на то, чтобы не просто «увидеть» бессознательное («структурированное как язык»), но также прочесть язык как тело. Темы символической и понятийной абстракции соединяются с темами чувственной представленности – в контексте современности с самыми разными идеями и культурными ориентациями, среди которых принципиально выделены стремление к абстракции и стремление к чувствованию. Тело и текст прочитываются как пульсации». Используя теорию Ю. Кристевой как модель, становится возможным определить два «типа» тел, которые могут быть представлены в искусстве:

□ «семиотическое», недекартовское тело потока, текучести и избытка;

□ «символическое», декартовское, или классическое тело как сдерживающая и устойчивая форма, которая существовала как доминирующий способ представления с Ренессанса до начала двадцатого столетия.

Ю. Кристева полагает, что тексты, и особенно авангардистские тексты, и искусство в исторически и психически существенные моменты показывают работы телесных и психических первичных процессов, которые характеризуют семиотическое. Семиотическое наиболее отчетливо заметно в поэтическом языке, беседах шизофреников или «пограничных» пациентов, в беседах о религии, и в производстве некоторых форм искусства. Борьбу и единство этих противоположных типов тел мы находим, например, в серии работ У. де Куннинга «Женщины».

Почти каждое произведение абстрактного искусства – это сочетание устойчивых, равновесных тел (круг, треугольник, особенно – квадрат) и «текучих», ускользающих от каких-либо дефиниций. Например, работа П. Клее 1939 г. «Шалость», выполненная в полуабстрактной манере. Картина состоит как бы из двух частей (черная горизонтальная линия визуально «разделяет» ее на две части). Верхняя часть вызывает у нас ассоциации с миром людей [изображено желтое (вспомним, что психологически цвет ассоциируется с радостью, оптимизмом) «лицо человека», обрамленное мягкими абстрактными прямоугольными формами], ощущение чего-то устойчивого, надежного, возможно, даже рационального, поскольку все формы выделены на фоне жирной черной линией. Причем доминантными цветами здесь оказываются желтый и красный, что наводит на мысль о позитивном настрое художника и картины в целом. Таким образом, верхняя часть работы вызывает у нас ощущение стабильности, порядка, гармонии («человеческое лицо» даже улыбается зрителю). Другими словами, мы можем описать ее в терминах «символического тела».

Нижняя часть работы представляет собой сочетание изумрудного и темно-синего цветов (красный присутствует, но его очень мало, желтый цвет подавляется темно-серой массой). Черная линия присутствует, но она выполнена без нажима и не подчиняется строгим законам построения формы, она изгибается, не имеет ни начала, ни логического завершения. Формы изумрудного и темно-синего цветов также не являются в точном смысле слова ни прямоугольными, ни треугольными, не сферическими. Несмотря на то, что они выполнены в темной гамме, их контур нельзя

назвать четким: такое ощущение, что еще момент, и они могут переместиться в другое место на картине, либо поменять свой размер. Другим нюансом является то, что формы указанных цветов имеются и в верхнем углу картины, поэтому создается ощущение того, что четкий порядок – не доминирующее свойство создаваемой реальности, а условное, альтернативное, это лишь одна из нескольких возможностей, предоставляемых нам для анализа работы. Поэтому нижнюю часть картины мы можем маркировать как воплощение семиотического начала, как своеобразный отказ от привычного, гармоничного, рационального и приглашение в интуитивное, чувственное, магическое измерение реальности.

Таким образом, влияние концепции Ю. Кристевой на абстрактное искусство заключается в том, что тело понимается как особая самобытность. Тело «существует не как данность, напротив, конструируется в своей целостности лишь с учетом висцеральных процессов, внешне невидимых и неслышимых («внутренний космос»). Тело существует как особое событие («место») – оно не снаружи и не внутри. Пульсирует тело между внешним и внутренним, символическим и телесным

*АВАНГАРДИЗМ* – термин, объединяющий различные течения в искусстве конца XIX – начала XX вв., отошедшие от реалистической традиции (экспрессионизм, кубизм, дадаизм, сюрреализм). Искусство авангарда элитарно по своей природе, оно не ориентируется на общедоступность и понятность, отказывается от любых правил, норм и канонов. Основные черты авангардизма:

- стремление к наиболее острой и оригинальной форме выражения, позволяющей реализовать новые эстетические идеи;
- крайний нигилизм; □ мистификация; □ эпатаж.

*АМПИР* – художественный стиль в архитектуре и прикладном искусстве начала XIX в., завершивший развитие классицизма. Основными чертами являются использование массивных форм с богатым декором (военные эмблемы, орнамент), ориентация на художественное наследие Древнего Рима и военной патетикой.

*БАРОККО.* Термин «барокко» в испанском языке означает «жемчужину неправильной формы», в итальянском – причудливость. Сейчас смысловая нагрузка на этот термин увеличилась: он означает все нестандартное, неправильное, необычное, невоздержанное, чрезмерное.

Временные рамки эпох Барокко – последняя четверть XVI–XVIII вв. Наибольшее распространение оно получило в католических странах (например, в Италии, где оно и зародилось), а кое-где (например, во Франции) существовало параллельно с другим стилем – классицизмом.

Выделяют две основные причины формирования культуры Б.:

- мировоззренческая (идеологическая): Д. Бруно, Н. Коперник, Г. Галилей совершили переворот в представлении о том, что и вокруг чего вращается в этом мире. Земля уже не воспринимается в качестве центра космоса, а человек – центра Земли;
- политическая: тридцатилетняя война, буржуазные революции в Нидерландах и Англии привели к тому, что представления о бытии изменяются.

Мироощущение человека эпохи Б. выразил философ Блез Паскаль, сравнив человека с камышом на ветру, который колыхается в зависимости от внешних обстоятельств. Переходной фигурой, продемонстрировавшей отход от идей Ренессанса, был В. Шекспир, который показывает «гибель гуманизма» (Гамлет, король Лир – гуманисты; в конце пьес они погибают). Человеком всегда кто-то или что-то управляет (бог, моральный закон, судьба).

Человек в эпоху Б. несвободен, между ним и миром (Богом) существует раскол, который необходимо ликвидировать. Для восстановления утерянной связи с богом человек должен вести себя экстатически, неэкономно. Бог щедр, поэтому и человек должен уподобиться ему.

Художник эпохи Б. – тот, кто инсценирует наличие пропасти, бездны, хаоса в своих работах. Все в искусстве пластично и трагично: если страдание, то максимальное, если боль, то невыносимая. Художник должен быть расточительным (в красках, формах, чувствах), поэтому полотна этой эпохи – огромные, яркие.

Эпоха Б. формирует образ человека, погруженного в бездну, подвластного ей. Бездна – это не негатив, а позитив, т. к. в ней человеку

является Бог. Подтверждением этого могут быть работы Эль Греко («Вид Толедо в грозу», «Лаокоон»).

Основные сюжеты изобразительного искусства Барокко заимствуются из религии («крещение Христа» Эль Греко), мифологии («Похищение дочерей Левкиппа» П. П. Рубенса); аллегорические сюжеты и парадные портреты, которые подчеркивали социальный статус человека (портрет «Иннокентия X», написанный Д. Веласкесом), также оказываются востре-

бованными.

Телесность сочетается с динамизмом, эмоциональностью, неожиданным построением композиций, оптическими эффектами. Один из философов XX века – Мишель Фуко – считал, что среди признаков барочной живописи наиболее существенными являются следующие:

- наличие «картины в картине»;
- изображение зеркал;
- демонстрация отсутствия королевской власти.

Все эти элементы соединяются, например, у Диего Веласкеса в картине «Менины».

Обратившись к архитектуре исследуемого периода, отметим, что именно благодаря ей можно назвать точную дату возникновения Барокко: 1575 год – строительство церкви Иль Джезу, которая надолго задала стандарты архитектуры Барокко. Барокко – это, прежде всего, религиозная культура, поэтому основами ее архитектуры стали церкви, соборы (Собор Св. Петра в Риме).

Особенности архитектуры Барокко:

- отказ от прямых линий и плоскостей: отказ от прямых стен, использование раскрепованного антаблемента;
- отказ от фигур круга и квадрата, распространенных в эпоху Возрождения, в пользу эллипса и ромба;
- ансамблевость, возведение парков и установка фонтанов, т. к. именно они позволяли передать одну из основных идей Барокко – движение (площадь, дом, усадьба, парк стали пониматься как организованное в пространстве единое целое);
- иллюзорность: несоответствие внешнего фасада внутреннему убранству; ощущение расширения пространства за счет использования зер-

кал;

- торжественность и монументальность;
- соединение архитектуры со скульптурой (многоцветной).

Воплощение всех перечисленных черт архитектуры можно наблюдать в творчестве Л. Бернини (оформление площади перед Собором Св. Петра, создание Королевской лестницы в Ватикане). Дворцы и соборы Барокко стали живописным и динамичным элементом городского пространства.

Во всех странах, где прошло Барокко, отмечается подъем монументального и декоративно-прикладного искусства. В первой половине XVIII в. Барокко перерастает в легкий, изящный стиль Рококо.

**БУДДИЗМ.** В истории религии Древней Индии обычно выделяют несколько периодов: ведический, брахманский, буддистский и индуистский.

Буддизм зародился в VI в. до н. э. и является самой древней из мировых религий. Основатель – *Сиддхартха Гаутама Шакьямуни*. Он родился в 563 г. до н. э. на северо-востоке Индии в семье главы племени шакьев, представителя касты кшатриев (князей). Прожив долгое время с иллюзией всеобщего счастья, молодости и богатства, в возрасте примерно 29 лет он открывает для себя действительность с ее проблемами. Пораженный этим фактом, он покидает дом и уходит странствовать. Осознав бесплодность пути умерщвления плоти, начал размышлять о причинах страданий. С момента прозрения, осознания истин, он стал именоваться Буддой, т. е. просветленным.

Годы аскетизма привели его к убеждению в том, что жизнь людей полна крайностей. И удовольствия, и добровольные ограничения, и страдания далеки от «золотой середины». Будда предлагает четыре истины (принципа), ведущие к «серединному пути»:

- вся жизнь есть страдание;
- причина страданий заключена в желаниях и стремлениях человека; □ для избавления от страданий необходимо избавиться от желаний;
- путь избавления от страданий – путь Будды, путь самоуглубления, ведущий к просветлению духа.

Для реализации этих истин человеку необходимо пройти «восьмеричный путь», который включает в себя такие элементы, как

решимость речи, поведения, правильные взгляды, образ жизни, правильные мысли.

Будда считал, что человек всегда должен следовать трем принципам:

- не совершать зла;
- творить добро;
- духовно совершенствоваться.

Возникнув после брахманизма, буддизм включил в себя ряд его идеи, например карму, сансару и реинкарнацию. *Реинкарнация* – вера в то, что душа после смерти тела не погибает, а «переселяется» в другое тело.

Последующее воплощение зависит от поведения в настоящей жизни, от соблюдения кастовых норм. Нарушая правила, можно в следующей реинкарнации оказаться в низшей касте или стать животным; соблюдая нормы, можно переродиться человеком более высокой касты.

Высшей формой перерождения считается рождение человеком, т. к. только он может достичь *нирваны* (состояния избавления от всех волнений, желаний, страданий, мыслей, отрешения от всего чувственного; с санскрита термин переводится как «угасание»). Буддизм утверждает, что нирваны может достичь любой человек, независимо от его происхождения, социального статуса (касты, к которой он принадлежит).

Обоснованием учения о реинкарнации стала *карма* (судьба) – она понимается как результат поступков в прежней жизни. Своим поведением человек закладывает основу будущей жизни, следующего воплощения – формирует свою судьбу.

Таким образом, реальность в буддизме видится как круговорот рождений, смертей и новых рождений. Такое восприятие характеризуется термином *сансара* (самсара). Сущностной характеристикой круга сансары является страдание, что обусловило стремление «вырваться» из него. Это возможно только через достижение нирваны, через «освобождение от мира».

Основным литературным источником буддизма является Типитака (в переводе с санскрита «три сосуда» или «три корзины»). Она была составлена в III в. до н. э., до этого времени вся информация в буддизме передавалась устно (и, возможно, поэтому первых сторонников буддизма называли «шраваки» – «слушатели»). Типитака состоит из 39 томов, 8 из которых посвящены правилам поведения монахов, 20 – повествуют о жизни Будды, 11 – проповеди на философские темы.

Буддизм, устремленный к истине, умиротворению, одухотворенности, не пытается разубедить человека в существовании богов (везде акцентируя, что Будда – не Бог, а учитель, наставник), а утверждает, что они не способны помочь человеку. Буддизм учит: богов следует почитать, однако не следует рассчитывать на их помощь, они не спасают человека от страданий.

Благодаря своей оригинальности (религия без Бога), социальной неограниченности и стремлению к самосовершенствованию, буддизм приобретает все большую популярность (особенно с 20-х гг. XX в.). В середине XX в. в Коломбо было создано Всемирное братство буддистов. Сейчас буддизм распространен не только на Востоке, но и в Европе, США и других странах.

*ВОЗРОЖДЕНИЕ (РЕНЕССАНС)* – период культурного развития стран Западной Европы XIV–XVI вв. Переход от Средневековья к культуре Нового времени основан на обращении к античным духовным ценностям. Идеал эпохи Возрождения заключается в выдвигании на первый план роли творческой личности.

*ГОТИЧЕСКИЙ СТИЛЬ* – художественное направление в европейском искусстве XII–XV вв. Ведущий архитектурный тип – устремленный ввысь городской собор со стрельчатой крышей. Самая характерная черта готического зодчества – стрельчатая арка (высокий стрельчатый свод с переломом в верхней части). Создаются сложные инженерные конструкции, каркасная система которых создавалась таким образом, что стена становилась излишней и превращалась в простенок и заполнялась окнами. Готический стиль направлен на формирование торжественной праздничной атмосферы посредством создания просторных внутренних помещений в зданиях, устремленных ввысь пучков прочных перекрытий, льющийся через витражи свет, голос невидимого хора, раздающиеся из подсводов. Для изобразительного искусства характерен единый стиль с мягкой плавной системой изображения, стремлением к реализму в передаче деталей, ритмическим движением в рисунке, объемностью изображения, удлинённостью пропорций фигур, при этом тяготением к портретности образов.

*ДАДАИЗМ* – одно из направлений модернизма начала XX в. Его возникновение было своеобразным ответом творческой интеллигенции на ужасы первой мировой войны. Течение зарождается в Париже в среде нигилистически настроенной молодежи (поэтов, художников, философов).

Термин «дадаизм» возник благодаря Тристану Тзара, который обнаружил в толковом словаре слово «дада», имеющее огромное количество значений:

- деревянная лошадка (во французском языке);
- двойное согласие (в русском);
- хвост священной коровы (в языке африканского племени Кру).

Таким образом, в переносном смысле «дада» воспринимается как бессвязный лепет. Это слово наилучшим образом подходило для будущих дадаистов, т. к. из-за многозначности смысл слова теряется, оно начинает ассоциироваться с беспорядком, бессмыслицей, хаосом.

В 1916 г. Тристан Тзара опубликовал дадаистский «Манифест господина Антипирина». Антипирин – это придуманное им по аналогии с лекарством от головной боли, средство от искусства. Все в мире, по мнению Т. Тзара, есть дада: вещи, люди, события – все не имеет смысла («И ты – дада, и я дада, все мы – дада», – утверждается в Манифесте).

Дадаизм обозначил растерянность интеллигенции второго десятилетия XX в., кризис искусства, художественного мышления. Провозгласив своей целью антиискусство, антиэстетизм, художники этого направления выразили протест окружающей действительности.

Часто дадаистов называют художественными хулиганами. Отказавшись от традиционного искусства, занимаясь созданием коллажей и *ready made*'ов («готовых изделий»), они включали в свои произведения нетрадиционные элементы, нелепые предметы, часто подражая искусству дикарей, детскому рисунку; практиковали «автоматическое письмо».

Примером творчества дадаистов могут служить работы Марселя Дюшана: фонтан в виде писсуара, который изначально не разрешили экспонировать (скандал лишь увеличил славу художника и вызвал интерес к его творчеству); колесо, укрепленное на табуретке; металлическая клетка с термометром и белыми мраморными кубиками («Почему бы не чихнуть Розе Селави?»); сушилка для бутылок и другие *ready made*'ы. Создание *ready made*'ов было необходимо для демонстрации пренебрежения дадаистов к традиционному художественному искусству, а также иллюзорной попытки сблизить искусство с жизнью. На практике

оказалось, что эстетика *ready made*'ов порождена стремлением не приблизиться, а наоборот, отойти от отражения реальности к формальному деланию вещей.

Особую роль приобретает прием коллажа. Так, у Фрэнсиса Пикабии встречаются абсурдные изображения частей машин, которые сочетаются с разнообразными включениями газет, битого стекла, надписей и т. д. Курт Швиттерс создавал коллажи из дерева, проездных билетов, волос, детских игрушек, дамского белья и т. д. Эти объемные конструкции он назвал «мерцы» (слово, столь же бессмысленное, как и «дада»).

«Чем хуже, тем лучше», – таков лозунг дадаистов, высказанный М. Дюшаном. «Живопись кончилась! Кто может сделать лучше, чем этот винт?», – продолжал он. Экспонируя *ready made*'ы, дадаисты считали, что этим разрушают искусство.

Восприняв первую мировую войну как бессмыслицу, дадаисты обрушили свой гнев на устои современной цивилизации. Они отвергали все эстетические ценности, все культурное наследие человечества, вследствие чего возник призыв к уничтожению музеев и к глумлению над творениями прошлого.

«Мы издевались над всем, ничего не было для нас святого, мы все оплевывали. Мы представляли чистый нигилизм, нашим символом было *ничто*», писал один из дадаистов Георг Грос. Позже идеи дадаизма получили развитие в творчестве представителей сюрреализма и поп-арта.

**ДЕКАДЕНСТВО** (декаданс) течение в философии и культуре, развившееся в конце XIX – начале XX вв. Характерен культ красоты угасания как самодовлеющей ценности. Основными темами являются эстетизация порока и переживания отвращения к жизни. Для декаданса характерны пессимизм и упаднические настроения.

**ДИАЛОГ КУЛЬТУР.** Впервые проблему диалога культур, как самодостаточных образований, исследовали диффузионисты. Они рассматривали три варианта диалога:

□ диалог равноправных культур, который предполагает взаимообмен с сохранением самобытности каждой из участвующих в диалоге культур; более вероятно исчезновение той культуры, которая выведена из системы взаимодействия;

□ диалог как поглощение одной культуры другой; следствием этого становится потеря самобытности одного из участников диалога;

□ концепция «плавильного котла»: в результате взаимодействия, культуры, как самостоятельные образования, исчезают, но формируется новая культура, которая включает в себя элементы из предшествовавших ей систем (примером может быть американская культура, которая явилась синтезом африканской, протестантской и индейской культур).

М. Бахтин впервые акцентирует внимание на том, что культура – это поле не субъект-объектных, а межсубъектных отношений. Все культуры, вступающие в диалог, равнозначны. Межсубъектные отношения – это диалог двух миров, которые находятся во взаимодействии, основой которого являются понимание и интерпретация.

Согласно М. Бахтину, в культуре не существует парного диалога. Диалогичность – это множественность логик. Взаимодействуя с одним субъектом, вступаешь в отношения с множественностью логик, заключенных в нем. М. Бахтин также развивает идею субкультуры: культура существует не только вне, но и внутри человека. Многоуровневость имманентна человеческой сущности. Этот тезис М. Бахтин пытается продемонстрировать, сравнивая творчество Л. Толстого и Ф. Достоевского. Проза первого из упомянутых авторов монологична. Автор ведет читателя через мир героев, показывая их такими, какими он сам их видит. У Ф. Достоевского автор и герои – равноправные субъекты произведения; Федор Михайлович сосуществует с миром своих героев. Читатель также является для него равноправным субъектом, поэтому для Ф. Достоевского было важным, чтобы читатель пытался создать свой смысл его произведений.

Ю. Лотман считал, что диалог культур – это не комплекс символических систем, а механизм рождения смыслов. Если две системы не имеют общих элементов, то взаимодействие между ними невозможно. Диалог отсутствует и при полном совпадении систем. Следовательно, системы должны содержать общие элементы, но, в то же время, быть самостоятельными. Используя язык науки логики: культуры должны находиться в отношении пересечения.

Основной тезис Ю. Лотмана: в диалоге нет простого перенесения информации из одной системы в другую; с необходимостью, всегда происходит рождение смысла. Культура – сфера бесконечного диалога,

который определяется внутренними свойствами системы. Любой акт культурной коммуникации всегда диалогичен.

Культурный диалог может рассматриваться и как внешний, и как внутренний феномен. Коммуникация может осуществляться не только между культурами, но и между отдельными феноменами (например, между религией и искусством или религией и наукой).

Отметим существование «вечного диалога» между традицией и новациями. Он присутствует в любой культуре, различно только соотношение классических образцов и модернистских элементов. Но всякая новация является таковой лишь в силу существования традиции. Особенно часто это стало обсуждаться во времена модернизма и постмодернизма.

Все культуры уникальны, но представить каждую из них вне культурного контекста (окружения) невозможно.

*ИМПРЕССИОНИЗМ* – художественное направление в искусстве XIX в. Термин «импрессионизм» произошел от французского слова, которое в переводе означает впечатление. Существует две основные версии возникновения названия этого течения:

1. Термин зарождается во время споров будущих импрессионистов в 1958 г. с появлением идеи спонтанности в творчестве.

2. Термин «импрессионизм» происходит от названия картины К. Моне «Впечатление. Восход солнца», выставленной в Салоне Отверженных. Один из критиков заметил, что «не видит на картине ничего, кроме впечатления». Так их и стали называть впечатлистами, т. е. импрессионистами (более распространенная версия).

Время существования импрессионизма 1874–1886 гг. Для этого художественного направления характерен отказ от условностей и признание традиционного искусства ложным в силу того, что оно изображает людей лишь в искусственных условиях. Эти идеи оказались новаторскими, поэтому можно говорить о революционности импрессионизма.

Импрессионисты по-новому отнеслись к использованию цвета и света в живописи. Они обнаружили, что, наблюдая за природой в солнечный день, человек не замечает отдельных предметов, обладающих различными цветами; скорее, он видит смесь точек, сливающихся в его глазах или сознании.

Первые работы Э. Мане, выполненные с учетом этих идей, вызвали протест критиков. Его картины не приняли на официальную выставку (Салон). В оппозицию официальному Салону был организован Салон Отверженных, где экспонировались работы художников, отвергнутые жюри официального Салона.

Импрессионистская техника создания картин также уникальна – последовательное нанесение на поверхность холста маленьких мазков, точек чистого цвета, наподобие мозаики (работы Ж. Сера), что приводило к оптическому смещению красок при зрительском восприятии и позволяло сохранить насыщенность и яркость красок. Для того чтобы оценить живопись импрессионизма, необходимо отступить от картины на несколько шагов и наслаждаться чудом ее оживления.

Следующая особенность импрессионизма – это работа на пленэре (на природе). В частности, К. Моне долгое время даже не имел собственной мастерской, ее Клоду заменяла лодка, поэтому тематика большинства работ К. Моне связана с водными пространствами.

Импрессионисты были первыми, кто начал писать картины сериями. Они обнаружили, что один объект в разное время суток, года производит разное впечатление и выглядит каждый раз по-новому. Так появились серии тополей, кувшинок, Руанского собора у К. Моне, которого интересовала не столько структура объекта изображения, сколько его изменчивость.

Импрессионисты применяли новые принципы к любой жизненной ситуации. Так, О. Ренуар заинтересован поведением веселой толпы, очарован красотой праздника, но главное – это желание изобразить скольжение лучей солнечного света в суматохе толпы («Мулен де ла Галет»).

Отметим, что при жизни большинство импрессионистов остались непризнанными, слава и успех пришли к ним после смерти. Исключениями стали К. Моне и О. Ренуар, которые прожили достаточно долго, чтобы стать знаменитыми по всей Европе.

Импрессионизм изменил мир живописи XIX в. и стал основой современного искусства. На протяжении XX в. интерес к импрессионизму постоянно увеличивался, а цены на картины импрессионистов стремительно росли.

*ИНФОРМАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА* является качественной характеристикой жизнедеятельности человека в области получения, передачи, хранения и использования информации.

*ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО* является типом общества, который присущ современному этапу общественного развития. Характеризуется переходом от индустриальных технологий производства к информационным, компьютерным. В рамках этого этапа происходит постоянное, принявшее взрывной характер повышение значимости информации о всех сферах жизни общества.

*ИСЛАМ* – самая молодая из мировых религий, занимает второе место (после христианства) по численности верующих (и их количество постоянно растет из-за демографического взрыва в исламских странах и снижения детской смертности). Вследствие своей относительной молодости, ислам заимствовал некоторые элементы из религий, возникших ранее: впитал элементы арабских племенных верований, ряд идей из иудаизма и христианства.

Ислам возник как религия, объединяющая арабские племена. Основная зона распространения этой религии компактна – Ближний и Средний Восток, Индонезия, Бангладеш, Судан, т. е. страны, добывающие нефть, что вызывает их экономический рост и, как следствие, попытку политического самоопределения. Ислам все больше политизируется.

Основатель ислама – Мухаммед (Мухаммад, Магомет). Его личность исторична: родился в 70-е гг. VI в. н. э., происходил из рода хашим племени курейш; до женитьбы жил в бедности.

Основным литературным источником ислама является Коран («Куран», что означает читать, декламировать). Для мусульманина это основной закон жизни. Текст Корана появился уже после смерти Мухаммеда, когда возникла угроза исчезновения его идей. Коран состоит из 114 сур (глав), которые делятся на аяты (стихи). В Коране все главы идут в порядке убывания: от самой длинной к короткой. Суры делятся на Мекканские (произнесенные до 622 года в Мекке; их 90) и Мединские (их Мухаммед изрекал в Медине; их 24).

Исторически первые суры (в Коране их номера 96 и 74) признают Мухаммеда пророком Аллаха. Отметим, что одного из племенных богов мекканских курейшитов также звали Аллахом, и ислам заимствовал это

имя. Уникальность ислама заключена в личности пророка, который происходил из среднего класса, особыми способностями не отличался и никаких чудес не демонстрировал; только сообщал о своих видениях и откровениях.

Основной тезис Корана – требование единобожия: Аллах един и вечен («нет бога, кроме Аллаха»). Богу противостоит Шейтан (его иногда называют Иблис). Основные черты Аллаха: могущественность и доброта, но в то же время, хитрость, мстительность и тщеславие. Он также самолюбив, т. к. создал людей и джиннов для того, чтобы ему поклонялись.

Ислам устанавливает обряд трехразовой молитвы – салата (саята); позже этот обряд получил название намаз, а количество молитв возросло до пяти. Для сохранения Мекки как объекта почитания было введено паломничество; Мекка стала торговым и политическим центром мусульманского мира. В исламе практически отсутствует аскетизм. Иногда встречаются проповеди бедности, монашества, но они немногочисленны.

Любая религия для самосохранения приспосабливается к современным условиям. В исламе это можно проследить на примере отношения к женщинам, социальное и юридическое положение которых было ограничено: они полностью зависели от мужа, имели низкий образовательный уровень, большую часть времени проводили дома. С течением времени ситуация немного изменяется: сейчас женщины уже имеют право получать высшее образование, занимать должности в государственных учреждениях.

В мусульманском мире попытки модернизировать религию приводят к усилению консервативных тенденций. Исламские фундаменталисты считают необходимым возвращение к истокам религии, очищение ее от новаторских идей, от всего европейского. Следствием такой позиции стала исламская революция в Иране 1978–1979 гг. Первые фундаменталистские организации появились еще в середине XIX в. в Египте (благодаря строительству Суэцкого канала Египет первый оказался подвергнут влиянию европейской цивилизации).

В начале XX в. сформировалась Ассоциация Братьев Мусульман (АБМ), которая изначально занималась проповедничеством и благотворительностью; но после убийства основателя АБМ Хасан-Аль-Банна в 1949 году эти идеи отходят на второй план, а доминантой становятся террор и насилие. Основной идеей АБМ является джихад (священная борьба за истинную веру). Ислам все больше политизируется, а

естественным продолжением политики мусульмане считают войну. Усиливается фанатизм.

Еще одна группа фундаменталистов – талибы – вторглись в Афганистан и контролировали почти всю территорию. Ваххабиты (также представители фундаментализма) также стремятся вернуть религию к первоистокам (сейчас в Саудовской Аравии правит одна из династий, приверженцев этой группы). Современные власти пытаются бороться с фундаменталистами, осознавая неизбежность модернизации ислама.

*КЛАССИЦИЗМ.* Термин «классицизм» происходит от латинского слова «образцовый». Эпоха Классицизма существовала в Европе параллельно со стилем Барокко. Но если Барокко стремилось к увеличению роли церкви в жизни человека, то задачей Классицизма была пропаганда светской культуры.

Наибольшего расцвета Классицизм достигает в XVII в. во Франции, хотя был распространен и в Германии, и в Англии. Становление этой эпохи сопровождалось следующими политическими событиями: английская буржуазная революция, казнь Карла I, восстановление монархии, но ограниченной при сильном парламенте; в это же время во Франции царил расцвет абсолютистской монархии; у власти был Людовик XIV (Король–Солнце), который, обращаясь к парламенту, заявил: «Вы думали, господа, что государство – это вы? Нет, государство – это я».

Идею величия светской власти пытались воплотить и в искусстве. Так, в литературе, героем эпохи был приезжающий из провинции небогатый молодой человек, основное желание и цель жизни которого – служение королю и обогащение (например, Д’Артаньян в работе А. Дюма «Три мушкетера»). В литературе Классицизма присутствовал нравственный пафос и гражданская направленность. Идею служения главе светской власти поддерживали все творцы эпохи Классицизма. Эстетика эпохи ориентирована на классические образцы. Классикой в ту эпоху называли Античную культуру. Следствием этого стало воплощение тезиса Аристотеля о подражании искусства природе и о принципе триединства (места, времени и действия).

В искусстве акцент смещается в сторону морального поведения героев, что выражается в пропаганде идей долга, ответственности и служения господину. В архитектуре этот принцип проявился в использовании принципа симметричности: в зданиях присутствует единый

центр, от которого в противоположных направлениях строились идентичные сооружения. Примером архитектуры Классицизма является Версаль (само здание и внешнее оформление, ибо внутри оно оформлено в стиле Барокко; это одно из немногих сооружений, при создании которого были использованы элементы обоих вышеназванных противоположных стилей).

В архитектуре Классицизма (так же, как и в античной) используется ордерная система. Наиболее распространенная форма зданий и окон – прямоугольник. Для классической архитектуры характерен отказ от использования крупных орнаментов и большого количества скульптур; здания, в большинстве случаев, завершаются скромным карнизом (волюты отсутствуют); стены фасадов гладкие. Примером архитектуры Классицизма являются церковь Святой Женеьевы в Париже и театр Делла скала в Милане. Необходимым принципом архитектуры Классицизма была вписанность здания в природу. Вокруг зданий разбивались парки для достижения гармонии между архитектурой и природной средой.

Основным представителем живописи Классицизма является Никола Пуссен, у которого в XVII в. во Франции не было конкурентов. В своем искусстве он пытался создать образ прекрасного, совершенного человека. Искусство Классицизма, в частности, Н. Пуссена, можно сравнить с эпохой Возрождения, но оно более глубокое, ибо далеко от уравниваемости и гармонии ренессансных композиций. Каждая фигура свободна и самостоятельна. Появляется игра света и тени: боковой свет подчеркивает отдельные детали, оставляя в тени другие.

Искусство XVII в., сложное и неоднозначное, характеризуется сосуществованием и противостоянием двух стилей: Барокко и Классицизма.

*КУБИЗМ.* Термин возник в 1908 г., когда А. Матисс, увидев картину Ж. Брака «Дома в Эстаке», сказал, что она «напоминает ему набор кубиков». Спустя несколько месяцев Луи Воксель в адрес все того же Ж. Брака заявил, что вся его живопись сводится к изображению кубов.

Датой зарождения кубизма принято считать 1907 г., когда произошла встреча П. Пикассо с Ж. Браком. Они были основоположниками группы «Бато-Лавуар», чьи представители спустя год стали называться кубистами. Поэтому неудивительна связь всего направления с творчеством самого яркого из его представителей – Пабло Пикассо.

По поводу возникновения кубизма Андре Сальмон сказал: «Это начало совершенно нового искусства, призванного спасти мир». Уникальность бывшей группы «Бато-Лавуар» У. Голдинг попытался объяснить тем, что они «взялись за каждый элемент живописи – форму, пространство, цвет, технику исполнения – и заменили традиционное применение каждого собственной новой интерпретацией».

Кубисты считали, что все, увиденное человеком – лишь обман и видимость, т. к. сходство между зрительным образом и действительностью основано на иллюзии. Поэтому в искусстве они пытались порвать с традицией оптического реализма путем жесткой геометризованной передачи пространства. Первым произведением нового стиля стала работа П. Пикассо «Авиньонские девицы» 1907 г. Однако истоки кубизма можно найти и в творчестве французского постимпрессиониста Поля Сезанна, и в африканской скульптуре.

Как и представители ряда других направлений модернизма, кубисты выпустили манифест «О кубизме» (1912 г.), где выразили свое видение искусства и культуры. «Довольно декоративной живописи и живописной декорации, довольно всяческих смешений и двусмысленностей. Достоинство картины – в ней самой». Кубисты утверждают, что полотно выражает концепцию мира художника и больше ничего.

Живопись воспринимается в этом направлении как экзистенциальное осмысление мира, как философское сочинение. У зрителей реакция на произведения в стиле кубизма была ироничной, но, тем не менее, было несколько меценатов и критиков, которые положительно относились к художникам этого направления, к их творчеству, воспринимая его как новаторство.

Протестуя против привычных для человеческого глаза форм, кубисты пытались решить собственно живописные проблемы. Они часто использовали дробный геометрический узор, сквозь который проявляется изобразительный мотив, например, лицо в портрете А. Воллара на картине П. Пикассо или женская фигура в работе М. Дюшана «Обнаженная, спускающаяся по лестнице».

Кубисты по-новому изображают человека, и об этой особенности русский философ начала XX в. Н. Бердяев сказал: им удалось выйти из физической «материальной плоти в иной, высший план». Выделяя из всех художников этого направления П. Пикассо, замечает, что он за «пленающей нас женской красотой видит ужас разложения».

Основные черты кубизма:

□ стремление к конструированию новых ирреалистичных моделей, противоположных реальным прототипам, что приводит к дегуманизации искусства;

□ использование принципа преломления в живописи, что позволяет избавиться от свойственной ему непрерывности;

□ аскетизм палитры; попытка преодолеть и «изгнать» цвет из живописи;

□ увеличение абстрактности образов: дробление предметов и создание мира, восприятие которого доступно только автору; в подтверждение тезиса процитируем П. Пикассо: «Художник поет как птица, и это пение нельзя объяснить»;

□ разложение изображения предмета на плоскости и их комбинирование. Один предмет, человек может изображаться анфас и профиль одновременно. Например, «Игрок в карты» П. Пикассо или «Курильщик» Х.Гриса;

□ отсутствие эмоционального восприятия предмета. В отличие от импрессионизма, в кубизме отсутствует стремление выразить впечатление от объекта, события.

Отметим, что кубизм порывает с традициями, действовавшими со времен эпохи Возрождения. Ж. Брак отмечал, что не нужно «только отображать предметы, нужно проникнуть в них, нужно самому стать вещью». Такое «вещное» отношение к человеку, господство концепции, отсутствие чувственной составляющей привели к невозможности долгого существования кубизма в искусстве XX в.

*КУЛЬТУРА.* Этимология термина восходит к латинским словам «возделывание», «обработка», «воспитание» и «поклонение чему-либо».

Определений культуры множество, современные ученые насчитывают их не менее 500. Культуру характеризуют как материальное и духовное наследие человечества; как воспитание и развитие в человеке частного нравственного закона; как природу, «обработанную особым, человеческим образом» в целях удовлетворения потребностей; в современном обыденном сознании под культурой понимается воспитанность, следование идеалам гуманизма и просвещения. Культура несводима к вещам, предметам, а распространяется и на общественные отношения, и на продукты духовной деятельности.

С философской точки зрения культура – это исторически определенный уровень развития творческих сил и способностей человека, выраженный в типах и формах производства жизни людей, а также в создаваемых ими материальных и духовных ценностях.

Николай Рерих в начале XX в. предложил понимать культуру как «культ Ра» – как поклонение свету, который формируется в каждом, кто стремится к самосовершенствованию, к развитию своего потенциала. По его мнению, именно благодаря культуре в «человеке загорается свет», который не позволяет ему регрессировать.

Культура возникла около сорока тысяч лет назад в Первобытном обществе (в период палеолита). Здесь сформировались многие виды искусства, востребованные и сегодня. Например, живопись, которая зародилась в виде наскальных рисунков и где доминировали две основные тенденции: реализм в изображении животных и схематизм в изображении человека. Это было связано с отношением первобытных людей к зверям, которые были для них всем – и пищей, и одеждой, и предметом поклонения. Себя же человек не считал значимой персоной, поэтому и изображал свое тело условно. Также в Первобытном обществе появляется архитектура, декоративное искусство (связанное с желанием украсить и разнообразить свой быт), скульптура (на чье возникновение повлиял культ материпородительницы, вследствие чего, изображали в скульптуре, в основном, женщин).

Культура в Первобытном обществе не осмысливалась как социальное явление. Размышлять о культуре как феномене стали эллины, которые считали ее отличительной от варваров чертой, присущую только грекам. Античность дает разные трактовки культуры – от гедонистических до глубоко эстетических.

В Средние века под культурой понимали личные качества и признаки совершенствования. Среди доминантных черт были добродетельность, аскетизм и религиозность.

Эпоха Возрождения дает гуманистический идеал культуры. Формируется идея соразмерности Бога и человека. Человек может достичь уровня Бога, если будет творить, но на это способен лишь просвещенный человек, поэтому культура в эпоху Ренессанса – это синтез гуманизма и просвещения.

В XVII в. культура начинает ассоциироваться с разумностью. Цель культуры того периода (а следовательно, и разума) – сделать человека

счастливым. В XIX в. культура приобретает научный статус. Формируется наука о культуре – культурология.

Существует два подхода к соотношению понятий культура и цивилизация:

1. О. Шпенглер считал, что эти понятия противоположны. Культура – это развитие духа народа, это проявление индивидуального творчества и таланта. Цивилизация – это смерть культуры; она убивает весь творческий потенциал культурной стадии и лишь копирует изобретенное ранее.

2. А. Тойнби считал, что понятия культура и цивилизация тавтологичны.

В XX в. формируется идея о том, что культура – дело рук человека, который ищет в ней свое отражение, пытается себя в ней реализовать. Это связано с попытками человека продлить себя в бесконечности, «оставить след на Земле».

Существует три основных механизма передачи культурного наследия:

- передача от учителя к ученику – «делай как я». Так, Пифагор запрещал своим ученикам в первые годы даже говорить, высказывать мнение до тех пор, пока они не получают базовых знаний;
- косвенная передача через запреты и предписания, например христианские заповеди – не убить, не навредить ближнему. В зависимости от эпохи, характер предписаний изменялся;
- аксиологическая передача – наследие идеалов и ценностей.

Например, родители передают детям свои идеалы, традиции.

Культура имеет ряд функций. Наиболее значимые из них:

1. гносеологическая – культура дает знания человеку о мире;
2. регулятивная – культура определяет взаимоотношения между людьми как членами сообщества;
3. знаковая – культура апеллирует системой знаков и символов, для понимания которых необходимо изучать культурологию;
4. трансляция социального опыта – культура передает накопленные знания от поколения к поколению.

Человек – пограничное существо между природой и культурой. Рождаясь только природным, он социализируется и становится членом общества, приобщается к культурному наследию. Культуру можно характеризовать и как сферу вечности, т. к. время, в котором мы живем,

выбирать мы не можем, а культуру – можем. Сфера культуры всегда открыта и может актуализироваться. Сиюминутным культура порождает вечное.

*КУЛЬТУРОГЕНЕЗ* – процесс постоянного самообновления культуры посредством метода трансформационной изменчивости уже существующих форм и систем, а также путем возникновения новых феноменов, не существовавших в культуре ранее.

*КУРТУАЗНАЯ КУЛЬТУРА* – придворно-рыцарская культура, опирающаяся на эстетизированный этикет, прославляла воинские подвиги, культ Прекрасной Дамы, отражала ритуал рыцарской чести.

*МАССОВАЯ КУЛЬТУРА.* Многие философы называют современность эпохой «общества потребления». Например, Ж. Бодрийяр подчеркивает, что для такого социума характерна доминанта полезного. Приобретая вещи, индивид стремится к некоторому модному образцу, но потребительство не знает предела и насыщения.

Человек – существо социальное, поэтому неосознанно принимает то, что предлагает ему общество. Основные законы общества оказывают влияние на человека, на его деятельность. И если таковым обществом оказывается массовое, то эта массовость проявляется во всем. Ибо культура (а ведь именно благодаря ей человек приобщается к социуму, познает его законы) воздействует на индивида бессознательно: он «впитывает» культурные нормы, не замечая этого.

Существует две точки зрения по поводу времени возникновения массовой культуры:

1. Массовая культура существовала всегда, как и массовое общество. Защитники этой позиции приводят в пример античный театр, где собиралось более десяти тысяч зрителей, желая развлечений. А ведь развлекательность – основной элемент «массовой культуры».

2. Массовое общество и культура зарождаются в конце XIX – начале XX вв. Это время утраты культа индивидуальности и перехода к формированию философии массы, толпы.

Считается, что основным проявлением человеческой личности является творчество, а ее главной характеристикой – свобода. И человек двадцатого века «устаёт» от свободы, она ему не нужна. С чем это связано?

Оборотной стороной свободы является ответственность. Современный человек устал не от свободы, а именно от ответственности. Появляется желание отказаться от ответственности, и, как итог, от свободы. Об этом много писали Э. Фромм, Ж.-П. Сартр, для которых свобода воспринималась как одиночество человека, находящегося в мире и обязанного нести ответственность за свое существование. Свободный человек отвечает за себя, за свое бытие. Как результат – возникновение тоски. Основная проблема – не столько одиночество, сколько необходимость совершать выбор. А это именно то, чего хочется избежать, поэтому человек двадцатого века бежит от свободы (ответственности).

Такое положение приводит к формированию массового мировоззрения, культуры, общества. Массовая, или как ее еще называют «развлекательная», культура эклектична: она заимствует элементы и из классики (обращение к «вечным» темам), и из фольклора (понятный и доступный всем язык, юмор и т. д.).

Главная функция «массовой культуры» – создание такого культурного контекста, в котором любая художественная идея, любое содержание стереотипизируется, оказывается тривиальным. Поэтому «массовая культура» – это особое искусство, искусство тривиализации.

Развлекательная культура обладает эффектом сиюминутности. Потребление ее не представляет никакой трудности. Радио и телевизионные программы требуют для своего восприятия только нажатия кнопки. Огромные тиражи газет, книг, журналов делают их доступными в любой стране, городе. Действительно, легкость – необходимое условие современной культуры.

Массовая культура имеет ряд признаков:

- смех, юмор (смешное легче запоминается, воспринимается);
- эротизм (способствует привлечению внимания к данному феномену, явлению, человеку);
- танцевальность (обращается к телесной энергии, которая отодвигает духовные черты на задний план);
- превращение интимного в публичное (так интересные моменты из жизни «звезд» шоу-бизнеса помогают «раскручиванию» их творчества);
- пестрота (визуальная, музыкальная; что способствует лучшему запоминанию клипа, фильма);
- сладостность и слезность (чем больше страстей в фильме, пьесе, тем больше удовольствий получает зритель, читатель)

- упрощенность и доступность;
- создание стереотипов восприятия, сведение всего к обыденному, тривиальному.

Действительно, такие характеристики культуры могут присутствовать только в рамках культуры массового общества.

Многие продукты культуры массового общества называют «кичем» (китчем). Этот термин является олицетворением «дурного вкуса» и низвержения искусства. Но представить себе мир без кича, без массовой культуры в целом, невозможно.

Многие считают использование образа «Джоконды» Леонардо да Винчи в современном мире неправомерным. Так ее лик можно увидеть в рекламе, на обложках журналов, альбомов музыкальных групп и т. д. А может быть, именно благодаря массовой культуре, мы знаем произведения элитарной культуры. Реклама, созданная этой картине в СМИ, ее постоянное тиражирование, обсуждение этого полотна, скандалы, связанные с ним, и делают «Мону Лизу» самым востребованным полотном в истории живописи. Может, все это кич, но благодаря ему мы знаем элитарное искусство.

Основными принципами кича являются:

- широкий диапазон тем и сюжетов (все популярное используется кичем);
- поверхностность и элементарность (в киче нет и не может быть философствования или размышлений по поводу продукта культуры, явления или процесса);
- заимствования. Кич использует все стили, открытия, достижения.

Не существует однозначной трактовки феномена кича. Под кичем часто понимается бегство от истинного решения жизненных противоречий через сублимацию «чувства в подлинном», т. е. люди хотят получить истинные переживания наиболее легким путем, без интеллектуального и эстетического напряжения, которые всегда необходимы при восприятии подлинного искусства.

Выделим две особенности кича: это всегда сфера неподлинности и мир плохого вкуса. Кич доводит до максимума эпигонскую тенденцию. Он никогда не ставит вопросов, а содержит только ответы в виде заготовленных шаблонов и стандартов.

Современное общество не может существовать без «массовой культуры». Общество потребления порождает необходимость существования именно такой формы культуры. Нельзя сказать, что элитарная и народная формы культуры исчезли, но их роль, место и значение в современном обществе, гораздо ниже, чем, в прошлые века. Массовая культура – это наша действительность, наша реальность – то, с чем мы сталкиваемся ежедневно, иногда даже не замечая этого.

*МИФОЛОГИЯ.* Термин «миф» произошел от греческого слова, которое означает «повествование», «история». В современности распространено понимание мифа как рассказа, воспринимаемого в качестве правды людьми, его создавшими (насколько бы неправдоподобным он не казался). Миф отражает чувственно-волевое бытие людей, т. е. не включает в структуру человека разум.

Мифы возникают в Первобытном обществе, где были основным способом объяснения мира. Полное знание о нравах, обычаях, о природе первобытный человек получал из мифа. Таким образом, изначально миф выполнял, прежде всего, гносеологическую функцию. Отметим и развлекательную функцию мифа, который эмоционально включал человека в важные события. Изначально, мифология была основным средством общения.

Миф нельзя однозначно трактовать (либо истина, либо ложь). Противопоставлять науку как рацию и миф как иррациональность также не всегда правомерно. Именно благодаря мифу формируется ряд наук, например философия, чье становление в Античном мире принято называть «путем от мифа к логосу» – переход от состояния пребывания в бытии к отношению к миру (человек впервые начинает осознанно соотносить себя с бытием).

Проблема изучения мифов заключается в том, что ученые, занимающиеся ими, не верят в их реальность; те же, кто верит в их правдивость, не занимается их исследованием. Современному человеку трудно представить, что когда-то к мифам серьезно относились (а в некоторых местностях это продолжается и сейчас); только ребенок, принимающий свои фантазии за реальность, может понять миф так же, как его создатель.

Трактовать мифы начали в VI в. до н. э. в Античной Греции. До сих пор многие трактовки сводятся к толкованию персонажей, событий,

явлений как условных обозначений, знаков чего-либо. Но в мифы верили, они были для человека более реальными, чем сама действительность; они воспринимались как достоверное повествование.

Первую попытку трактовки мифа осуществили греческие философы периода Античности. Они предлагали аллегорическое толкование: боги и события являются олицетворением какой-нибудь стихии (у каждого философа была своя система аллегорий). Так, Анаксагор воспринимал Зевса как олицетворение разума, а Эмпедокл как аллегория огня. Аллегорическая трактовка давалась не только отдельным богам, но и событиям, целым мифам. Мифы трактовались и как иносказательного нравоучения (истории, где боги и богини изменяли друг другу понимались как поучения в том, что так поступать не следует).

*Эвгемер* – греческий философ IV–III вв. до н. э. предложил толковать богов как древних правителей, которые себя обожествили сами или это позже сделали их потомки. Согласно Эвгемеру, боги имеют реальных прототипов, а мифы являются отражением действительных исторических событий. Эвгемеристическая трактовка была наиболее востребована в Средние века (при толковании образа Иисуса Христа).

Понимать мифы в качестве правды предложили романтики конца XVIII – начала XIX вв. Осознание мифологии как истинного создания народа характерно для романтиков. Обоснование правдивости мифа они видели в его поэтичности.

Теорию восприятия мифа как символа разрабатывал З. Фрейд, который сравнивал психику первобытного человека и современного. Его последователи видели в мифе сохранившийся отрывок детской психической жизни народа. Мифология воспринималась как коллективная психология, а мифом отдельного человека был сон.

В XX в. начался поиск структуры, матрицы в мифе. Этим занимались структуралисты. В мифах часто используются диады – бинарные признаки, которые отражают реалии жизни человека: небо и земля, верх и низ, жизнь и смерть, юг и север. Такие противоположности обнаруживаются и в сознании современного человека, что и сближает его с мифом.

Обращаясь к логике мифа, отметим ее иррациональность. Законы рациональной логики в мифе не действуют, у него своя логика, не поддающаяся объяснению.

Каждое последующее событие является «логическим» продолжением непосредственно ему предшествовавшего, но не всего ряда

произошедшего. Время мифа также сложно фиксировать, т. к. в нем регулярно используются слова «некогда», «когда-то»; прошлое и настоящее в мифе не просто соприкасаются, а алогично соединяются.

Мифологи пробовали обобщить мифы разных культур, выделив в них сущностные моменты. Так сформировались основные виды мифов:

- космогонические (мифы о происхождении мира из хаоса);
- антропогонические (мифы о происхождении человека);
- этимологические (мифы о происхождении всех вещей и явлений); □ эсхатологические (мифы о конце света).

Одна из причин совпадения мифических сюжетов в разных культурах – переселение народов. Перемещаясь, люди распространяли и свою культуру.

Мифы существуют тысячелетия. Даже в современном мире, где разум признан доминантой, невозможно обойтись без этого иррационального явления. Таким образом, в качестве одной из черт мифа можно выделить устойчивость: возникнув в первобытном обществе, он существует и сейчас.

Мифологические сюжеты часто используются в живописи («Похищение дочерей Левкиппа» П. П. Рубенса, «Юпитер и Ио» Корреджо), скульптуре («Давид» Микеланджело, «Аполлон и Дафна» Л. Бернини), литературе («Божественная комедия» Данте Алигьери) и многих других направлениях культуры. Миф является способом первоначальной символизации бытия. Его отличает синкретизм мира и человека. Это приводит к иррациональности мифа и отсутствию самосознания в нем. Миф рассматривает «вечные проблемы» (счастье, смысл жизни) и дает человеку универсальную картину мира, помогает осознать свое место в жизни.

*МОДА.* Феномен моды существует давно, но особую популярность обретает в XX–XXI вв. Это связано с формированием общества потребления и конформизма.

Тем не менее знаки моды нашего века внутренне не детерминированы, поэтому они могут перемещаться, подчиняясь правилу повторяемости (регулярно можно услышать или увидеть «возвращение моды» 60-, 70-х или других годов). Наиболее ярко этот феномен проявляется в моде на одежду, автомобили, бытовые приборы (в постмодернизме эта область называется сферой «легких знаков»). Менее

эффективна мода в сфере морали, экономики, политики, науки (в сфере «тяжелых знаков»).

Мода всегда существует лишь в контексте современности, она не может бытийствовать без инноваций. Наиболее полное исследование данного феномена было проведено французскими постструктуралистами. Согласно Ж. Бодрийяру, мода действует на современного человека двусмысленно:

– ломка рационального и привычного, установленного порядка вещей; ликвидация осмысленности, необходимости обоснования; основной принцип моды – удовольствие. «Это модно!», и никаких пояснений и доказательств не требуется; тезис принимается априорно.

– человек страдает из-за того, что удаляется от *рацио*; все области жизни человека оказываются включенными в сферу товара и моды, а именно здесь и осуществляется ликвидация ценностей. Под властью моды все смешивается «в кучу в тотальной игре симулякров».

В современном социуме невозможно не ощущать на себе влияние моды. Она регулярно использует опыт прошлого, но ценой его отмены, ибо формы прошлого появляются в качестве призраков (используя терминологию Ж. Бодрийяра, «реутилизация прошлого»). Формы моды могут воскресать из прошлого в настоящем времени, неся на себе ауру несвоевременности, возвращения. Вследствие этого, можно выделить такую черту моды, как эстетика возобновления (мода обладает легкостью благодаря тому, что уже существовало, что было увидено, т. е. благодаря смерти). Ж. Бодрийяр отмечает, что в моде сочетаются отчаяние от осознания конечности всего и наслаждение от возможной реинкарнации. Мода одержима идеей смерти, желанием ее наступления, но оно всегда лишь созерцательно и связано со зрелищем.

Легкость феномена моды проявляется за счет того, что она находится вне категорий прекрасного и ужасного, разумного и иррационального, утилитарного и бесполезного. Мода актуальна лишь поверхностно. Согласно идеям французского постструктурализма, мода никогда не является современной, т. к. играет на повторяемости уже умерших форм, сохраняя их «в виде знаков в некоем вневременном заповеднике». Можно провести параллели между феноменом моды и музеями: виртуальное сосуществование разных стилей, их смешение в рамках одного культурного «суперинститута»; оба они также являются осуществленными, законченными проектами.

Выделим два основных предубеждения относительно исследуемого феномена, которые Ж. Бодрийяр предлагает преодолеть:

□ распространение моды до «крайних антропологических границ» и даже до поведения животных;

□ границы моды редуцируются до сферы одежды и других знаков внешнего облика.

В действительности же, по мнению постструктуралистов, мода включает в себя и науку, и революцию. Мода – это «любующаяся собой социальность», это спекуляция знаками, отсутствие императивности, что и приводит к цикличности.

В современном обществе можно выделить «влечение к моде», которое сопоставимо с жадной коллекционированием. Если в Средние века человек пытался спасти душу через приобщение к религии, то сегодня осуществляет это с помощью моды. Это приводит к моментальному распространению модных тенденций. Р. Барт по этому поводу заметил, что мода становится зрелищем, благодаря которому человек придает значение незначительному.

Современная мода следует принципу сексуальности. Важную роль теперь играет само тело, оно оказывается пронизанным модой. Р. Барт выделил три типа «тела моды»:

1) тело – лишенная собственных атрибутов форма, которая определяется посредством одежды;

2) каждый год определяется тип тела, модный в данный сезон. Это также отождествление тела с одеждой;

3) создание одежды для преобразования реального тела и формирования из него знака идеального тела моды.

Мода стала в современном обществе образом жизни, проникнув во все сферы. Раньше мода ассоциировалась лишь с женщиной, ее одеждой, ее телом; теперь же мода уже не является принадлежностью отдельного пола, возрастной или социальной группы. Пол в моде утрачивается как отличие, но становится всеобщим в качестве симуляции. Бесполо, но сексуализировано.

Все в моде относительно, поэтому-то она востребована у молодежи, которая всегда выступает против догм и императивов. Мода оказывается имморальным феноменом, т. к. не учитывает существующих ценностей. Но от моды нельзя уйти, это удел современного общества.

**МОДЕРНИЗМ.** Термин происходит от французского слова *moderne*, что означает «новейший», «современный». Модернизм – это суммарный термин для обозначения антиреалистических течений искусства XIX– XX вв. XX в. – это не просто старый или новый период истории культуры, это искусство переломное.

Термин «современность» имеет три основных значения:

1. Современность как *со-временность*, соответствие времени; идти в ногу со временем – всегда быть *со-временным*.
2. Современность как реальность, подлинность, действительность.
3. Современность как новизна.

Истоки модернизма можно найти у Ш. Бодлера, который в книге «Художник современной жизни» зафиксировал становление современности в качестве критерия настоящего искусства. Модернизм стал сущностью новой ориентации искусства, которое не отвергало низменную действительность ради вечных ценностей, а принимало ее такой, какой она является.

Это привело к появлению в искусстве уродливых форм, деформаций.

В качестве синонима модернизма часто используют термин «декаданс», что означает упадок. Оба понятия, возникшие во второй половине

XIX в., даже сейчас иногда используют как равнозначные. Но модернизм – очень широкое, суммарное понятие; декаданс – уже и более определенное по содержанию. Декаданс является первым этапом модернизма и характеризуется пессимизмом, упадническими тенденциями и настроениями, отходом искусства от социальных проблем. Модернизм включает в себя не только декадентские течения, но и направления, которые с ними борются.

Модернизм включает в себя ряд направлений, тенденций, которые внешне противостоят друг другу (и часто взаимоотрицаются), но, в действительности, находятся в противоборстве с реализмом.

Основной принцип модернизма – неприятие классического искусства и попытка создать «новое искусство». Отказавшись от принципов «старого искусства», модернисты были вынуждены искать новые формы выражения своих идей. Это привело к абстрактности, деформации форм, и к тому, что зритель часто не понимал замысел художника. Это не вызывало пессимизма у модернистов, они провозгласили свое искусство элитарным и

недоступным для понимания обывателям. Модернизм – искусство не для масс.

Художники намеренно использовали эффект удаленности искусства модернизма от реальности. В своих манифестах теоретики модернизма обосновывали это следующим образом: нет смысла в реальности, следовательно, его и не должно быть в искусстве. Чем меньше в искусстве смысла и жизненности, тем лучше. Следствием такого принципа стали «безжизненные» картины сюрреализма, кубизма, бессмысленные стихи дадаизма.

В концепции модернизма можно выделить несколько существенных характеристик:

- отчаяние, нигилизм;
- убежденность в «заброшенности человека в мир» (мысль об одиночестве и безысходности судьбы);
- аллегоризм как тип художественного мышления;
- отрицание прошлого;
- неудовлетворенность собой и миром, разочарование в идеалах и их утрата. Это приводит к потере интереса к предметному миру, который становится второстепенным. Возникает принцип деформации.

Убедившись в невозможности изменить антигуманную реальность, модернисты начали противопоставлять ей саму художественную деятельность, «оторванную от жизни».

По этому поводу Рихард Вагнер, известный немецкий композитор, дирижер, реформатор искусства, писал: «Я только художник. В этом мое спасение и мое проклятие». Он считал искусство единственным убежищем от бед и зла этого мира, но, в то же время, отгороженное от жизни, оно опустошается и гибнет.

Неприятие модернистами современной им действительности (можно сравнить с уходом от реальности романтиков) перерастает в эстетизацию безобразного (которая, возможно, началась еще у Ш. Бодлера в его сборнике «Цветы зла»). Формируется восприятие мира как хаоса, кошмара, появляется интерес к уродливым формам. Во всех течениях эти тенденции соотносятся по-разному, например, в меньшей степени присутствуют в кубизме и фовизме, а в экспрессионизме и сюрреализме представлены максимально.

Ш. Бодлер в своей книге «Художник современной жизни» зафиксировал становление модернизма в качестве настоящего искусства. «Модернизм» выражал суть нового искусства, которое не отвергало «низменную» действительность ради вечных идеалов. В модернизме приветствуется не копирование действительности, а создание своей уникальной реальности. Необходимость соблюдения этого принципа описана в манифестах кубистов, футуристов, сюрреалистов, представителей поп-арта и т. д. Такая позиция привела к разрыву с правдоподобием, с действительностью. В противовес концепции творчества как постижения истины, формируется идея искусства как небылицы, как мифотворчества.

Модернизм – культура элитарная, противопоставляющая себя толпе, что приводит к разрыву с массовым художественным сознанием, с эстетическим восприятием мира. В подтверждение тезиса приведем слова Хосе Ортега-и-Гассета, испанского философа, теоретика модернизма: все молодое искусство «непопулярно с необходимостью». Народ настроен против модернизма, враждебен по отношению к такой культуре. Но это говорится не в осуждение модернизма, а в качестве обоснования его элитарности, ибо подлинное искусство существует не для масс, а для избранных, для художников, для творческой интеллигенции. Предлагается понимание модернизма в качестве классового, кастового искусства.

Отказ от ориентации на обывателя, на неразвитый эстетический вкус приводит к тому, что искусство иногда уходит от человечности вообще и традиционный театр превращается в театр абсурда, танец – в конвульсии (что востребовано во многих *перформансах*), поэзия – в бессмысленный набор знаков (например, в творчестве дадаистов). Модернизм стал использовать принцип эклектизма, сочетая несочетаемое. Примером этого может быть творчество Сальвадора Дали: в картине «Постоянство памяти» изображены расплавленные часы на сухой ветке дерева.

Тем не менее нельзя назвать модернизм отрицательным явлением. Это – нетрадиционное искусство, чье формирование было вызвано самой жизнью, развитием техники, цивилизации. Модернизм привлекает тем, что невозможно трактовать его явления однозначно. Многие модернисты также увлекались философией и психологией, что нашло отражение в их работах, и модернизм стал явлением именно философским.

*НАТУРАЛИЗМ* – художественное направление западноевропейской культуры последней трети XIX в. Естественное природное начало

абсолютизировалось. Представители натурализма стремились к отображению внешнего правдоподобия деталей, протокольному описанию и изображению единичных явлений. Натуралисты описывали человека как результат неотвратимого воздействия наследственности и материальной среды.

*ПЕРВОБЫТНЫЕ ВЕРОВАНИЯ* (тотемизм, анимизм, фетишизм, магия). Первобытность часто характеризуют как детство человечества и культуры. Специфической особенностью Первобытности является сочетание и переплетение веры, морали и искусства. Искусство было представлено архитектурой, скульптурой, наскальным рисунком, орнаментом и ритуальными танцами. Мораль воспринималась как система табу (вето) на каннибализм, брак внутри рода, убийство тотемного животного. Ранние формы верований были представлены тотемизмом, фетишизмом, анимизмом и магией.

*Тотемизм* (от слова «ототем», что на языке североамериканских индейцев оджибве означает «его род») – это вера в кровнородственные отношения (связи) рода с животным или растением. В качестве тотемов выбирали разных зверей, птиц, рыб, растения. Часто объективные свойства прототипа для тотема не принимались во внимание.

Тотемизм – это не просто связь, а *кровное взаимоотношение*, которое превращает человека и животное (растение) в одно целое; это попытка найти *свое* в *чужом* и вера в то, что, при необходимости, этот другой поможет тебе.

Исследователь первобытной культуры А. Ф. Еремеев выделяет несколько основных видов тотемизма:

1. Индивидуальный тотемизм. Отношения устанавливаются между отдельным человеком с одной стороны и естественным видом – с другой.
2. Половой тотемизм. Племя разделяется на две группы по половому признаку и каждой из них присваивается свой тотем.
3. Тотемизм половины. Племя разделяется на две группы по принципу родства (материнской или отцовской линии) и каждой из них присваивается свой тотем.
4. Тотемизм секций (подсекций). Каждый из 4–8 родов, на которые делится племя, получает свой тотем.

5. Локальный тотемизм. Принадлежность к тотемической группе определяется не по родству, а по месту проживания.

6. Тотемизм зачатия. Место, где происходит зачатие, принимается за точку отсчета при определении тотема вследствие своей неизменности, своего постоянства.

Тотемизм, возникнув в Первобытном обществе как регулятор социальных процессов, остается востребованным верованием и в современном мире.

*Фетишизм* (от французского слова *fetiches* – «талисман», «амулет», «идол») – надделение предметов сверхъестественными свойствами. Выделяют два вида фетишизма:

- фетишизм как почитание любых материальных предметов, включая животных, людей, небесные тела и т. п.;

- фетишизм как почитание неодушевленных земных предметов.

Это первобытное верование возникло для выделения особой ценности тех или иных предметов. Сущностная характеристика фетиша – это та роль, которую он играет в жизни человека. Часто фетишизация требовала жертв; предмету оказывались знаки внимания, о нем заботились, рассказывали и показывали другим людям. Первобытный человек мог по-разному относиться к фетишу: от поклонения (если он приносит удачу) до угроз и нанесения вреда фетишу (с целью заставить его исполнить просьбу).

Процесс фетишизации: фетишем могло стать орудие войны или охоты, в результате чего его перестают использовать для практических целей, его берегут, оно превращается в «средство» для преодоления неблагоприятных обстоятельств. Фетишизм – это сакрализация предмета, единство чувственного и сверхчувственного.

Отметим, что это верование существует и в современности, например, в христианстве – поклонение иконам.

*Анимизм* (от латинского «*anima*» – душа) – надделение природных явлений человеческими качествами. Первым этот термин ввел Э. Тейлор. Этот вид верований был необходим для объяснения первобытному человеку таких явлений, как жизнь и смерть, здоровье и болезнь, экстаз и видение.

Душа рассматривается в анимизме как причина жизни. Душа животного и само животное для анимизма тождественны. Поэтому, можно общаться с душами умерших, просить у них помощи. Душа

самостоятельна, с ней можно поступать так же, как с живым человеком, животным, как с любым феноменом реального мира.

*Магия* (от лат. «*magia*» – колдовство, чародейство, волшебство) – система обрядов, символических действий, призванная сверхъестественным путем воздействовать на мир, людей, духов, явления природы.

Магия входит в любую сферу человеческой деятельности с целью ее преобразования. Обычно выделяют следующие виды магии: лечебная (преодоление недугов, болезней), вредоносная (нанесение ущерба и вреда, вплоть до физической гибели), любовная (привораживание лиц противоположного пола), охотничья (приманивание зверя); позже, в период неолита, возникает земледельческая магия (вызов дождя, улучшение погодных условий) и т. д.

Смысл магии в том, что с объектами магических действий ничего не происходит, они физически не изменяются. Так, для успешной охоты, в животного надо пустить стрелу, для получения урожая – посадить семена; но первобытный человек верит, что подобное вызывает подобное, поэтому перед охотой необходимо было создать модель удачной охоты и продемонстрировать ее.

Магия возникает в Первобытном обществе, т. к. у человека формируется потребность верить в его дополнительную власть над миром, над другими людьми. Обычно выделяют четыре этапа развития магии:

1. Магия слова, которое может оказывать воздействие. Магия перерастает в культовые действия.

2. Одухотворение (анимизм). Всему присущи не только физические, но и духовные качества; поиск духовного начала в животных и человеке.

3. Олицетворение. Вера в то, что духи (добрые и злые) имеют имена, биографию и т. п. – персонификация; формируется система духов.

4. Обоготворение. Сверхъестественный мир из равномогущего превращается в «нависающий», а духи – в богов.

Ранние формы религии – одно из древнейших явлений; оно зарождается во времена верхнего палеолита (около 40 тыс. лет назад). Тотемизм, фетишизм, анимизм и магия существуют не только как исторические явления, но и в качестве современных феноменов.

*ПЕРФОРМАНС (перформенс)*. Термин «перформанс» произошел от англ. слова *performance* – исполнение, театрализованное представление. Перформанс – это форма акционизма, которая приходит на смену хэппенингу в 70-е гг. XX в. Его сущность заключается в исполнении спланированных действий перед публикой. Аллегорически перформанс определяют как «живописное полотно на сцене».

Прототипы перформанса можно найти и в 50-х гг. у французского художника И. Клайна, который в присутствии зрителей, под музыкальное сопровождение обливал натурщиц синей краской и снимал отпечатки их тел на холсте; назвал он это действо «Антропометрии». В 60-е гг. в США возникает «Ассоциация перформансистов», организованная ньюйоркскими художниками Д. Перро, С. Бертон.

От хэппенинга перформанс отличается большей организованностью: планируется он заранее на определенное время и в конкретном месте (чаще всего исполняется в выставочных павильонах, залах). Публика в перформансах – только зритель; в отличие от хэппенинга, их вовлечение в действие не предполагается. Случайность и импровизация, присущие хэппенингу, в перформансе исключаются.

Примером перформанса может быть «Лекция о ничто» Джона Кейджа. Это был длинный монолог американского композитора ни о чем: «Я здесь, и сказать нечего. Если среди вас есть люди, которые хотят куда-то уйти, пусть уходят в любой момент. Мы требуем тишины, но тишина требует, чтобы я продолжал говорить. Мне нечего сказать и я говорю это, это и есть поэзия, которая мне нужна». Это была речь об отсутствии высказывания, смысла.

Другой перформанс организовали Джилберт и Джордж, которые демонстрировали себя в качестве «поющих скульптур»: на протяжении нескольких часов они неподвижно стояли, их лица были покрыты позолотой; они открывали рты синхронно одной банальной песенке, записанной на виниловой пластинке.

В середине 70-х гг. перформансы становятся все более театрализованными. Кевин Эзертон в 1976 г. организовал акцию «Некоторые особенности опоры»: автор двигался вдоль двух рядов белых колонн с черным силуэтом на каждой, нанося на первую половину из них мазки краски, отмечая этим их несовершенства – трещины и впадинка; идя же вдоль остальных колонн, фиксировал их недостатки мазками краски на

своем белом трико, т. е. «перевернул» процесс. Автор преследовал цель уравнивать человека и архитектурное сооружение.

Примером перформанса, целью которого было противопоставление традиционного искусства и современности, может служить действие, организованное в 1979 году известной исполнительницей панк-рока Джудит Найлон под названием «Кухня». Сама Джудит была одета в стиле домохозяйки 50-х гг. (очень опрятно, в фартуке и тапочках). Ей помогали две маленькие девочки: первой она объясняла, как рисовать картину красками на полотне, а вторую учила заряжать револьвер, целиться и нажимать на курок. Все действие сопровождали звуки выстрелов. Продолжалось это 15 минут, во время которых Джудит Найлон пыталась разрушить традиционный образ женщины, сталкивая стереотипы, сложившиеся о женщинах у представителей среднего класса и у рокеров.

Часто перформанс апеллирует к проблемам человеческого взаимопонимания, общения, пытаясь обратить внимание на ценность того, что невыразимо вербально. Во многих перформансах речь заменяется жестами, движениями тел. Также популярно использование телевизоров, т. к. это позволяет воплотить идею изображения в изображении. Перформансы часто фиксировались на кино – и видеопленку.

Любой объект воспринимается в перформансе как искусство. Это привело к формированию идеи включения в число объектов самого художника. Так, некоторые художники резали свое тело бритвами, гасили босыми ногами огонь, бились головой о стену.

В перформансе художник пытается выразить какую-либо идею через жесты, костюм, тело и т. д. Фигура исполнителя в перформансах доминирует, передача творческой энергии идет, преимущественно, от художника к зрителю; для этого используются разные средства, реквизиты, жесты, ритмы тела, музыки. Вопрос о художественной ценности этих акций неоднозначен, т. к. для создания перформанса не обязательно наличие художника-профессионала.

Перформанс как форма акционизма не утрачивает своей популярности и в современном искусстве, хотя ее, конечно, не сравнить с той, что была в 70-х гг. В современном мире значительную популярность обретает такой вид перформанса, как флэш-моб. Можно сказать, что возникновение перформанса было своеобразной попыткой преодолеть отчуждение с помощью искусства.

*ПОПУЛЯРНАЯ МУЗЫКА.* Для музыки характерно деление на «*E-music*» (элитарная, серьезная) и «*U-music*» (развлекательная). Ко второй из них принадлежит популярная музыка. Появление поп-музыки было вызвано объективной причиной – необходимостью сформировать и распространить ощущение оптимизма, «легкости бытия».

Все пространство поп-музыки можно охарактеризовать двумя взаимоопределяющими терминами – «топ» и «хит»: чтобы добиться успеха, необходимо уловить умонастроение публики, создать необходимый товар, реализация которого принесет коммерческую прибыль.

Популярность такой музыки – не естественная, а искусственно синтезированная (через СМИ). У поп-исполнителей отсутствует художественная инициатива. В их творчестве и образе используется принцип эклектизма – суммирование всего, что имеет успех на музыкальном рынке. Для получения прибыли необходимо понравиться значительному количеству слушателей. Широкий сбыт музыкальной продукции возможен, если в текстах и музыке учтено большое количество «нравящихся» разным слушателям стилистических признаков.

В поп-музыке происходит усреднение идейного и музыкальностилистического облика (имиджа). Среди составляющих имидж исполнителя элементов выделим внешний облик музыкантов, антураж концертов, стиль жизни и репертуар. Задача исполнителя – попытаться создать универсальный имидж, который вызовет эмоциональный отклик у как можно большего количества людей.

Пестрота как принцип массовой культуры, используется и в популярной музыке. Товар (песня, исполнитель) преподносится как броский, необычный, выделяющийся из ряда подобных ему. Поэтому в поп-исполнителе все должно быть на высоком уровне, иначе он будет неконкурентоспособен. Этот феномен получил название «оригинальность среднего».

Основной лозунг поп-культуры – дать потребителю то, что он хочет. В действительности же он звучит иначе: продать то, что выгодно. Фальшивое отражение мнимых потребностей обеспечивается имиджами попмузыкантов. Хотя музыкантами таких артистов назвать сложно, ибо статус музыканта обязывает к творчеству, развитию художественной инициативы, голосовых возможностей, а не только внешней эстетики.

Влияние популярной музыки в современном мире значительно шире по сравнению с авангардной. С 20-х гг. XX в. поп-музыка получает широкое распространение, хотя на уровень индустрии выходит значительно позже. С развитием техники возросла роль звукозаписывающих фирм. Благодаря телевидению и радио поп-музыка превратилась в постоянный фон жизни большинства людей.

Стандартизованность чувств и эмоций (постоянное обращение к любовной тематике), отсутствие индивидуальности, танцевальные ритмы – необходимые компоненты поп-музыки. Сегодня поп-музыка – это воплощение всей музыки, своеобразная метафора нашего общества.

*ПОСТМОДЕРНИЗМ* (постмодерн) дословно переводится как «после современности», «постсовременность».

В конце 70-х гг. утопическая мечта сменяется настроениями скепсиса, пессимизма, окрашенными ностальгией по прошлому. Р. Стерн (архитектор постмодерна), пытаясь определить границы постмодернизма, выделяет три характеристики:

- контекстуализм, подчиняющий произведение искусства факторам окружающей среды; □ аллюзионизм, введение в композицию исторических ассоциаций, символов, намеков;
- орнаментализм, возвращение элементов, несущих скрытый смысл, но не являющихся доминантными в конструкции.

Постмодернизм вводит принцип неопределенности, который сегодня становится решающим. Время постмодерна – это время *символического*, которое видится только в качестве наваждения, требования. Современная действительность – это эпоха симулякров. Реальность заменяется «плавающими» ценностями, которые реализуются через бесконечный ряд симулякров.

Постмодернизм – время относительности, комбинаторики, эклектики и симуляции; время знаков, которые обмениваются друг на друга, а не на нечто реальное. Знак в современности «избавлен от обязанности обозначать нечто» (Ж. Бодрийяр). В искусстве это выражено в отсутствии доминирующих направлений и стилей, в их разобщенности и эклектике, где проблематично найти конечную ссылку (то, к чему отсылает знак, символ).

Все это приводит к отказу от непосредственного освоения, от познания предмета. Если в модернизме одной из целей было познание

истины, то в постмодернизме это отсутствует. Формируется всеобщая знаковая опосредованность, которая препятствует доступу к жизни как таковой.

Знаки и символы становятся активными, они «опережают» реальность, навязывая ей что-то свое. Такая действительность приводит к формированию у человека ощущения неподлинности мира. Социокультурная действительность становится неподлинной, многозначной.

Основной идеей постмодерна является принцип симулякра. Симулякр – это не только имитация, но и действие, в результате которого опровергается, отвергается сама идея образа. Распространение симулякров стало признаком современности.

В искусстве принцип симуляции можно продемонстрировать на примере киноискусства и фотографии. Образы, создаваемые в рамках этих видов искусства, свидетельствуют о мире как об искреннем и непосредственном. Это приводит к тому, что мы верим в реальность именно этих образов, когда, на самом деле, по словам Ж. Бодрийера, «они лишь дьявольски похожи на реальность».

Массовое общество, в котором живет современный человек, с легкостью воспринимает навязываемые (или «подсмотренные» в кино, на фотографиях) модели поведения, ценности и цели.

Как итог – появление проблемы отчуждения человека от реальной жизни. Борьба с симулякром оказывается бесполезной. Мы живем во времена постмодерна, во времена симулякров; но возникает вопрос: если изначально была современность, позже – постсовременность, то что же будет дальше? Как дальше будет развиваться общество, культура, человек, если уже сегодня многое заменено «подделками», симулякрами?

*ПРОСВЕЩЕНИЕ В КУЛЬТУРЕ.* Просвещение – эпоха в культуре XVII – XVIII вв. Духовное содержание и почву для эпохи Просвещения подготовила «галантная культура», соединив искусство с человеческими чувствами. Кризис феодализма и классицизма помогал становлению П. В середине XVIII в. на новый уровень выходит развитие естественных наук и техники. Важным аспектом становится применение научного знания в практической жизни. Все это отразилось в культуре: наука меняет чувство природы, приближает природу к человеку (природа как дом человека).

Тремя основами культуры П. (которые она унаследовала от предыдущих эпох) являются природа, разум и человек. Природа начинает пониматься более светски: как система, которая управляется своими законами. Природа, как естественная, самоуправляемая система, находится в новом, более близком отношении к человеку. Люди живут природой, воздействуют на нее. Появляются идеи о «естественном» состоянии человека. Идеал естественности – «средний» человек, говорящий и ведущий себя естественно и просто.

Искусство П. основывается на принципах истинности и естественности. Природа скромна, поэтому художник, обращающийся к ней, должен быть таким же. Эпоха П. выступает за идею разумности человека. Разум служит обществу, гармонизируя жизнь. Разум становится и главным средством культуры. Основная функция разума – критическая; он противостоит предрассудкам и преодолевает препятствия на пути освобождения человека. Человек должен стремиться к познанию. «Искание истины более важно, чем сама истина», – писал Г. В. Лессинг.

Истина в эпоху П. – не самоцель, а основание для перестройки мира. Основной силой эпохи становится мышление. Разум ведет человека к счастью, к благу. Ценности разума приводят к тому, что формируется образ нового героя – человека мыслящего, но искусство основывается и на эмоциях. Просветители считали, что страсти «изливаются» из мозга человека и видели цель искусства в том, чтобы «возвратить» людям разум и умение осмысливать все аспекты жизни и природы.

Человек видится в эпоху Просвещения как часть большого культурного целого. Природа отвела человеку центральное место в этом мире. В. Гете считал высшим продуктом постоянно совершенствующейся природы – прекрасного человека. Все люди от природы имеют равные свойства (главным из которых является разум) и потребности (например, гедонистические).

Для культуры Просвещения характерна ориентация на эволюцию самосознания. Это приводит к обращению к морально-нравственной проблематике. Этическая позиция Просвещения проявляется, прежде всего, в искусстве: оно соединяет анализ реальности с приговором над действительностью.

Одним из примеров воплощения таких взглядов стала модель, вырастающая из трагического опыта отдельного человека (Ф.-М. Вольтер) – стоическое сохранение верности традиционному идеалу. Ставится вопрос

о возможностях дальнейшей жизни в условиях современного мира, и предлагаются следующие решения: приспособленчество и «честное возделывание» (у Вольтера: каждый должен заниматься своим делом и на своем месте).

Свою критику просветители направили на социальные порядки и политические обычаи. Но художественных произведений на данную тему не очень много, гораздо больше исследований посвящалось критике нравов общества (корыстолюбия, стремления к наживе). Идеалом любви для просветителей была естественная, бескорыстная любовь, но она обречена в обществе, где богатство и предрассудки имеют более высокий статус. Трагизм любви в том, что она понимается как игра, жертвами которой становятся и те, кто играет, и те, с кем играют.

Мироощущение просветителей было неоднозначным и выражалось в двух основных тенденциях:

□ состояние внутренней неудовлетворенности, переживание несвободы человека (сопровождается стремлением вырваться в сферу свободы), неидеальности его действий;

□ оптимизм, оправданный надеждами, возможностями, которые открывает будущее; просветители надеялись на достижение идеального состояния общества; формируется идея исторического прогресса (хотя развивались и антиидеи, например, у Ж.-Ж. Руссо было сомнение в безупречности и бесспорности прогресса).

О совершенном состоянии общества рассуждали французские мыслители эпохи Просвещения. Они считали, что разум может и должен возобладать, и для этого нужен правильный взгляд на мир. Они верили в возможность совершенствования человека, в силу его разума. Из этого просветители делали вывод о необходимости распространения знаний – так называемый рационалистический проект Просвещения. Этот проект существовал в двух аспектах: распространение знаний вширь (создание энциклопедий, словарей, учебников) и работа с властью.

В эту эпоху формируются и некоторые культурные феномены, которые стали признанием недостаточности культуры Просвещения:

- сентиментализм, утверждающий доминанту чувств, а не разума. Мир трактуется как чувственное явление, основой которого является мировая душа. Признается факт того, что разум не всемогущ и не может дать ответы на все вопросы;

- линия маркиза де Сада: любые, даже извращенные потребности, признаются естественными. Идея эгоизма приобретает форму жестокого разврата – это доведение до абсурда идеи человеческой свободы;

- предромантизм: обращение искусства к мистике, к иррациональному началу.

В целом, культуру Просвещения оценивают положительно. Она подготовила основные ценности современного мира.

*РЕАЛИЗМ В КУЛЬТУРЕ XIX ВЕКА.* Исторически первым реализм XIX в. возникает в Англии, хотя расцвет происходит во Франции 40-е гг. Представители этого художественного течения пытаются осмыслить действительность как таковую, посюстороннюю реальность, в которой доминантой является чувственная сторона. В философии это нашло выражение в приоритете практической деятельности над теоретической, природной материи над духом (марксизм), в позитивистском отношении к культуре.

Благодаря культивированию чувственной действительности в искусстве возникает культ наблюдения, эмпиризм, ориентация на факт; одной из важнейших категорий становится истина: цель культуры – поиск истины.

Для искусства реализма характерны следующие тенденции:

- стремление к непосредственному отображению современности; происходит осознание чувства времени. Человека XIX в. интересует то, что происходит с его современниками, а не с далекими предками (Стендаль);

- принцип историзма: по книгам и картинам XIX в. можно исследовать форму, знаки отличия, оружие наполеоновской (и не только) армии, политические события, процессы коронации монархов и т. п.;

- уменьшение влияния религии в XIX в. связано с развитием техники и открытиями в науках (фотографии в 1839 г., кино в 1895 г.).

Задача реализма не придумывать воображаемый мир, а описывать действительность (в отличие от романтизма). Реалист XIX в. – аналитик общественной жизни.

Обращаясь к живописи данного направления, отметим, что основными жанрами были пейзаж и портрет. Одним из художников реалистов был Ж.-Ф. Милле, для которого сельская тема была ведущей в

творчестве (картины «Веяльщик», «Сборщицы колосьев»). Ж.-Ф. Милле показывает крестьянскую жизнь со всеми трудностями, без прикрас. Большинство работ Ж.-Ф. Милле, как и других реалистов, отличается прочной композицией, цельностью форм и четкостью линий.

Такая черта живописи реализма, как локализация действия, характерна для Г. Курбе. Для его творчества характерно отражение реалий XIX в., событий, которые изображаются в процессе (картины «Похороны в Орнане», «Веяльщицы»). Г. Курбе является создателем «Павильона реализма», который он открыл в 1855 г. в оппозицию Всемирной выставке. Центральной, из представленных в павильоне работ, стала картина «Мастерская художника», один из шедевров реализма.

Г. Курбе считал, что целью искусства является изображение разных сторон «современной жизни такими, какими они представляются моему взору». «Цель моей жизни – писать пейзажи», – писал о своем творчестве К. Коро. Реальность – часть искусства; ее дополняют чувства, но они всегда подчинены логике, существующей в природе и выражающейся в форме предметов.

Позитивной стороной реализма была демократизация искусства, ориентация на народ как таковой («Природу надо передавать просто, только так можно взволновать зрителя», – считал К. Коро, имея в виду не столько аристократов, сколько людей из народа). Для этого направления характерна и универсализация культуры – реализм охватил все виды искусства, кроме архитектуры, пытаясь воссоздать действительность.

*РЕЛИГИЯ.* Этимология слова религия восходит к латинским терминам *religare* (связывать) и *relegere* (перечислять, передумывать). Рассмотрев слово как «*ре-лигио*», получим значение восстановления связи (с высшим абсолютом).

Большинство религий в качестве верховного абсолюта признают Бога. С санскрита слово Бог («*bhag*» или «*baga*») переводится как «господин», «тот, кто всем владеет». Благодаря этому в русском языке сформировались такие слова, как «богатый» (подобный Богу), «убогий» (лишенный расположения Бога).

Религия определяет сущность культуры, мировоззрения. Поэтому изучению религий уделяется значительное внимание. Даже наука, которая по природе своей противоположна религии, исследует ее. Существует ряд классификаций религий.

По количеству Богов религии делятся:

□ на монотеизм (признают существование одного Бога); □ политеизм (верят в два и более Богов).

Принцип признания (непризнания) Бога (Богов) лег в основу классификации, которая включает в себя:

□ теизм (признание существования Бога);

□ пантеизм (отождествление природы и Бога; Бог проявляется во всем);

□ панентеизм (между миром и Богом существует посредник; например платоновский мир эйдосов или гегелевская мировая душа);

□ атеизм (отрицание существования Бога).

По количеству верующих религии можно разделить:

□ на индивидуалистические;

□ групповые;

□ национальные; □ мировые.

Известный философ XX в. Эрих Фромм разделил религии на авторитарные и гуманистические. Первые основываются на признании высшей силы, которая управляет судьбой человека; основная идея – подчинение Богу и послушание. В гуманистических религиях человек должен развивать свои силы и разум, осознать себя личностью; религия воспринимается как переживание. Обычно в религии сочетаются элементы из обеих групп классификации Э. Фромма (например, в христианстве).

Религии тесно взаимосвязаны с искусством. Религия, как феномен, оказывает влияние (и испытывает его) и на другие формы общественного сознания, но связь с искусством наиболее репрезентативна. Присутствие канона здесь необходимо. Он определяет своеобразие архитектуры, скульптуры, живописи и других видов искусства, связанных с религиозным культом. Так, например, в христианской архитектуре каноны позволяют доминировать изобразительным элементам (витражам, фрескам), а в архитектурный ансамбль мечети всегда включены хауз (водоем для ритуальных омовений), максура (место для представителей власти – светской и духовной) и зал для женщин с отдельным входом.

Существует восприятие религии в качестве догмы. Многие религии противопоставляют мир земной (реальный) миру идеальному. Но идеал «всегда остается в сфере должного, но не действительного» (И. Кант), он почти неосуществим, недостижим.

Религия пытается создать иллюзорную картину мира, где силы, господствующие над человеком, приобретают сверхъестественный характер. Так, представитель немецкой классической философии Людвиг Фейербах утверждает, что человек наделяет Бога теми качествами, которые желает в себе развить. Бог – это, в некоторой степени, идеальный проект человека. Желая развить в себе некое качество, человек отчуждает его от себя, а затем наделяет им Бога. Л. Фейербах предлагает поставить на место Бога человека и руководствоваться принципом «Человек человеку Бог». Критикуя христианство, он проповедует религию человека с его чувствами, стремлениями, желаниями.

Обращаясь к литературным источникам разных религий (ислам, христианство, буддизм), отметим их метафоричность («Большие воды не могут потушить любви и реки не зальют ее», – написано в Ветхом завете), эмоциональность и философичность (одиннадцать томов Типитаки посвящены проповедям и поучениям на тему этики и философии). Слово воспринимается как лучшее средство для выражения религиозной идеологии. Согласно Филону Александрийскому, слово в религии имеет три значения: буквальное, отвлеченно-нравоучительное и идеально-мистическое (лучшее). Они воздействуют на тело, душу и дух соответственно.

Любая религия должна быть эстетически привлекательной, эмоциональной. Это приводит к необходимости формирования определенной системы действий (обрядов, праздников, служб) для возбуждения религиозных чувств верующих, а также эстетической среды (формирование церковной архитектуры как необходимого элемента воздействия: например, в средневековой Европе – это готика, в XVI – XVII вв. – Барокко).

Во многих религиях присутствует театрализованность. Так, в исламе, во время праздника мавлюд (знаменующего день рождения Мухаммеда) происходит коллективное богослужение в мечети, застолье, осуществляется религиозная благотворительность.

Отметим также нетавтологичность таких понятий, как вера и религия. Любая религия всегда предполагает веру в высший Абсолют (в Бога); понятие веры значительно шире по объему, ибо верить можно во все (в свои силы, в удачу и т. п.).

*РОК В СИСТЕМЕ МОЛОДЕЖНОЙ СУБКУЛЬТУРЫ XX ВЕКА. Со-*

временная культура, в том числе и музыкальная – явление неоднородное. Несмотря на то, что рок-музыка появилась во второй половине XX в., до сих пор нет однозначного ответа на вопрос о ее сущности, о том, что это за феномен.

Термином «рок» характеризуют и английскую, и американскую народную музыку, и появившуюся благодаря ей, но развивавшуюся своим, социальным путем, музыку и революцию (то, что изменяет устои, музыкальные традиции).

Рок-музыка зарождается в Америке (недалеко от Чикаго, позднее распространяется в Нью-Йорке, Сан-Франциско). Она синтезировала ряд видов искусства: не только музыкальный, но и поэтический, сценический. Невозможность определения феномена рок-музыки связана с ее постоянным развитием (появлением новых стилей) и отсутствием строгих правил (что, вероятно, и привлекало молодежь).

Каждое следующее рок-поколение отвергало достижения предыдущих, а представители разных направлений – принадлежность друг друга к року. Поэтому любое определение рока условно.

В качестве музыкального явления рок появляется и оформляется в качестве течения в 50-е гг. XX в. Становление этого направления проходило в тесном взаимодействии с общественным движением, которое боролось за права молодежи, расовое и социальное равенство, за отказ от войн. Изначально рок через музыку пытался изменить мировоззрение, но со временем утратил социальную направленность и значимость.

Исторически первым направлением рока стал рок-н-ролл (что в переводе с английского означает «раскачиваться и вращаться»). Это, прежде всего, танцевальная музыка, где сочетаются упрощенный и быстрый по темпу ритм-энд-блюз с музыкой кантри. В рок-н-ролле ведущая роль отдана электрогитаре; вокал напористый, энергичный, поведение исполнителя на сцене – свободное, непринужденное. Среди пионеров рок-н-ролла выделим Билла Хейли и Чака Берри.

Из США рок-н-ролл проник в Англию, где в конце 50-х гг. появились свои исполнители, которых стали называть биг-битами («The Beatles»). От подражания американскому рок-н-роллу, они приходят к созданию своей уникальной музыкальной культуры, которая приобрела репутацию серьезного искусства. Спустя десятилетие английские группы были признаны в США, «вернув» на американский континент «обновленную музыку» (это называли «британским вторжением»).

Структура рок-песни со временем изменяется. Изначальная композиция, продолжавшаяся 3–4 минуты (куплет – припев – соло – припев), увеличивается за счет удлинения сольных партий. Возрастает роль импровизаций, что значительно усложнило определение границ различных направлений рок-музыки.

Увлечение молодежи Запада наркотиками в 60–70-х гг. привело к возникновению психоделического рока, к многочасовым музыкальным импровизациям на сцене. Отсутствие четкой музыкальной формы сопровождается эмоциональной раскованностью исполнителей («*Grateful dead*»). Интерес к классической музыке привел к появлению в 60-е гг. артрока. Еще одно направление рока – рок-опера – театрализованное представление, сопровождаемое рок-музыкой. Рок стал более «респектабельным». В 1969 г. группа «*The Who*» создала оперу «Томми», а спустя четыре года – «Квадрофению». В 60–70-е гг. появился и тяжелый рок (хард-рок); у истоков направления стояли «*Led Zeppelin*» и «*Deep purple*». В 70-е гг. возник и панк-рок, который противопоставил себя классике рока.

В Советском Союзе развитие рока сопровождалось рядом проблем, связанных с тем, что в советском менталитете рокеры ассоциировались с фашистами. Первая рок-группа («Ревенджерс») возникла в Риге в начале 70-х гг. Их репертуар был синтезом рок-н-ролла и ритм-энд-блюза. Эта группа использовала чешские электрогитары, а бас-гитары они делали сами, используя струны рояля. Многие классики русского рока считают, что советский рок начался с того момента, когда в СССР услышали музыку группы «*The Beatles*». Их мелодичные произведения стали очень популярны в СССР. Одной из первых отечественных рок-групп, на чье творчество повлияли «*The Beatles*», были «Славяне».

Первый рок-концерт в СССР состоялся в 1966 г. и прошел в министерстве иностранных дел (возможно, из-за того, что тексты песен были на английском языке). Термин «рок» не был распространен в СССР, музыка называлась биг-битом, а музыканты – битломанами и битниками.

Рок не утрачивал свою популярность вплоть до конца 90-х гг., но сейчас активно вытесняется хип-хоп культурой. Тем не менее роккультура – одна из самых значимых субкультур XX в., т. к. именно она помогала молодежи на протяжении десятилетий самовыражаться и самоопределяться.

*РОКОКО*. Термин «рококо» происходит от французского слова «рокайль», что в переводе означает бриллиант, раковина, украшение из раковин.

В XVIII в. центром духовной жизни Европы была Франция. В этой стране роль аристократии в экономической жизни резко уменьшается, она стала праздной кастой; буржуазия же, как класс, становится сильнее. Вследствие этого и культура Франции XVIII века неоднородна: первое направление выражает идеалы и настроения придворных кругов (рококо), второе, сформировавшееся в 30-е гг., достигает пика в трудах (литературных и философских) энциклопедистов (просвещение).

Название рококо изначально относилось лишь к интерьерам домов знати. Позже его начинают применять в живописи, скульптуре, архитектуре. Часто рококо характеризуют как «вырождающееся барокко». Рококо – это изысканный, легковесный стиль, в котором соединяется гедонизм и эстетизм. Пренебрежение естественным, разумным во имя эстетизма, экзотики, апофеоза чувств, прихотей, свойственно рококо. Отказавшись от академизма, художники создают жизнерадостные произведения, воспевающие чувственную сторону жизни человека.

Любовь становится основной темой культуры рококо. Так, среди живописцев можно отметить Ж.-А. Ватто, благодаря таланту которого отношение академистов к рококо смягчилось (долгое время они были невысокого мнения об этом стиле). Для обозначения его творчества даже ввели специальный термин – «галантные празднества», ибо на его полотнах часто изображаются элегантно одетые аристократы, отдыхающие на природе («Паломничество на остров Киферу»).

Для живописи рококо характерно преобладание светлых тонов и отказ от академизма, строгости, прямых линий; в архитектуре – отказ от прямых плоскостей, использование дробного орнамента, лепных узоров, волют; во внутреннем оформлении помещений значительную роль играли зеркала, которые позволяли передать иллюзию движения. Стиль рококо проявился и в декоративно-прикладном искусстве, прежде всего, в создании мебели, производстве фарфора (в Германии разгадали секрет древнего китайского искусства изготовления фарфора, ранее неизвестный европейцам и так появился Мейсенский фарфор). Изящество, легкость, экзотические мотивы (прежде всего, китайские) свойственны декоративноприкладному искусству рококо.

Эпоха рококо – время цинизма, время правления короля Людовика XV, который выразил мироотношение того времени словами «После нас – хоть потоп». И в предчувствии этого знать пыталась брать от жизни все, что можно. Поэтому при дворе короля постоянно организовывали праздники, маскарады. В сфере этики следует отметить отрицание традиционных моральных ценностей. Отношение к миру стало не только условным, но и маскарадным. Придворная жизнь воспринималась как театральное зрелище, идиллический мир игры. За праздниками и развлечениями скрывалась опустошенность и нежелание что-либо менять.

Несмотря на цинизм и маскарадность, эпоха Рококо обогатила культуру, освободив искусство от предрассудков.

*РОМАНСКИЙ СТИЛЬ* – направление в западно-европейском искусстве X–XII вв. В архитектуре преобладают простые геометрические формы. Главные типы сооружений – рыцарские замки и соборы. Здания имели массивные крепкие стены с узкими полуциркульными окнами и высокие башни. Для романского изобразительного искусства характерны: линейно-плоскостная трактовка форм; символичность и отвлеченность образов, их торжественность и величавость; религиозная условность; идеализированное изображение властелина, лишенное портретного сходства. В декоративно-прикладном искусстве и скульптуре характерно использование зооморфных полуфантастических образов.

*РОМАНТИЗМ* возникает на рубеже XVIII–XIX вв. и является сущностным признаком всего искусства XIX в. Отметим, что культурное время в тот период «обтекает» хронологическое, т. е. культура создает свою историю, подчиняя себе все. Романтизм – детище социальных, политических, культурных переломов. Переход к нему осуществлялся через революции, наполеоновские войны, казнь монарха. Существует несколько теорий происхождения термина «романтизм»:

- от латинского «*Rome*» – Рим;
- от любимой жанровой формы представителей этого направления – романа. XIX в. – это век романа;
- от итальянского слова романтика, что означает мечтательность, пылкость, возвышенность души. Эта точка зрения наиболее вероятна, т. к. учитывает психологическое содержание романтизма.

Романтизм – культура поэзии, взлета, напряженного переживания мира. Изначально, романтизм возник в Германии (в Йене). В 1798–1802 гг. группа творческой интеллигенции, которая начала выпускать журнал «Атенеум», стала называть себя романтиками (т. е. людьми, которые, ощущая трагизм человеческого существования, пытаются создать что-то новое в культуре).

Отказавшись от концепции механицизма, они предлагают идею человека как воплощения высшей деятельности и движущей силы мира – духа. Ведущим способом существования человека для романтиков становится любовь, которая всегда трагична, соизмерима со смертью. Для романтизма характерен постоянный поиск идеала, поклонение ему, которое неизменно сменяется разочарованием и попыткой найти новый объект поклонения. Вследствие этого, романтики постоянно пребывали в состоянии эмоциональной напряженности: смена восхищения и разочарования.

Специфика романтизма – концепция двоемирия: сопоставление и противопоставление реального и воображаемого миров. Реальность всегда утилитарна, бездуховна и недостойна человека. Утверждение романтического идеала в качестве реального осуществляется хотя бы в мечтах; попытка уйти, убежать от обыденности, от прозы и прагматизма действительности. Но куда? Романтизм предлагает несколько вариантов:

1. У романтиков появляется интерес к сельской жизни (который сопровождался критикой городов, техницизма), к духовности народа – так называемый «уход» в природу. Отношение к природе мифопоэтично, ибо она является проявлением божественного начала. Природа – альтернатива социальному бытию человека. Провозглашается культ органического, контрмеханического. Природа изменчива, органична, таинственна, духовна, является инобытием Бога.

2. Попытка узнать, увидеть те регионы, которые еще не «испорчены буржуазной цивилизацией» – «уход» в экзотику. Мечты о путешествиях по восточным странам характерны для многих романтиков.

3. Идеализация прошлого (из-за отсутствия опоры в настоящем), особенно Средневековья с его рыцарским кодексом, с почтительным и трепетным отношением к даме сердца – «уход» в прошлое. Это была попытка не только исследовать прошлое, но и идеализировать его. В Средних веках они находят образ благородного и прекрасного человека –

рыцаря (личности, свободной от меркантилизма), который служит королю или прекрасной даме.

4. Конструирование, создание в воображении собственной реальности – мира идеала, бесконечного в пространстве и во времени. Его основа внутренне неизменна.

Романтизм – очень искренняя культура чувств. Особую значимость приобретает развитие творческой манеры автора, его индивидуальности, что делает романтизм субъективной культурой. Не столько важно отражение действительности, сколько отношение к ней.

Один из представителей романтизма в живописи У. Тернер считал: «главное, к чему надо стремиться в искусстве – это к верному постижению прекрасного в природе». «Мифологией цвета» часто называют его работы: насыщенность и яркость колорита характерны для живописи романтизма.

Универсальность романтизма проявилась, прежде всего, в том, что он охватил практически все сферы духовной жизни людей: литературу, живопись, театр, музыку, философию. Во-вторых, распространилось это идейное и художественное движение не только в Европе, но и в США, Японии. И в современном мире идеи романтиков XIX в. остаются актуальными.

*РЫЦАРСКАЯ КУЛЬТУРА* – культура XII–XIV вв., носителем и вдохновителем которой было рыцарство (лат. всадник), представляющее собой военное сословие в Западной Европе. Рыцарям было свойственна приверженность идеалам и понятию о чести: благородный воин должен оберегать слабого, держать слово, быть верным сеньору, помогать церкви, быть бесстрашным, никогда не давать себя в обиду, оказывать уважение женщине. Кодекс рыцарской чести – это важное достижение, оказавшее влияние на нравственное формирование общества и развитие культуры. Рыцарская культура зародилась сложилась во Франции, в Провансе. Мягкий климат, плодородные земли, оживленная торговля привели к расцвету Франции, где при дворах знати в XII в. собирались поэты, которые назывались трубадурами (творцами образов-тропов, греч. tropos). Главная тема произведений трубадуров являлась любовь к Прекрасной Даме. В XIII в. трубадуров сменили труверы во Франции и миннезингеры в Германии. Появились рыцарские романы, которые в XIII–XIV вв. стали популярными в странах Западной Европы и имели отличительную особенность, которая заключалась в том, что романы были написаны на

национальных языках. В произведениях бретонского цикла рассказывалось о рыцарях Круглого Стола, которые собирались при дворе легендарного короля Артура, рассказывая о своих приключениях, о сражениях во славу прекрасной Жениевры, супруги Артура. Для этих романов характерны красочность и изысканность. В них изображаются утонченные нравы, благородные порывы. Рыцарских романов было очень много, но ни один из них не дошел до нас полностью.

*СЕМЬ СВОБОДНЫХ ИСКУССТВ* – название системы основных предметов в средневековой системе образования: тривиум (грамматика, риторика и диалектика) и квадриум (арифметика, геометрия, астрономия и теория музыки).

*СИМВОЛИЗМ* – это привычка видеть вещи в их смысловой связи с миром абсолютных высших ценностей. Под символом часто понимают знак, наглядно выражающий сверхчувственное содержание предмета. Символизм, таким образом, воспринимается как искусство мыслить наглядными образами.

Символизм был отличительной чертой средневекового менталитета. Согласно представлениям средневекового человека, мир земной (тварный) – это лишь символ высшего бытия.

М. Хайдеггер, представитель немецкого экзистенциализма, определял символизм как «живое дыхание средневековой мысли». Мир средневекового человека – это мир символов, несущих какой-то скрытый смысл.

П. Флоренский, отечественный философ конца XIX в., характеризовал символ как бытие, которое больше самого себя, «поскольку он являет собой то, что не есть он сам, большее его».

Символы бытийствуют, присутствуют в той реальности, в которой живет человек, поэтому символами могут становиться и события, и вещи. Символы являют собой другое бытие, несут в себе иной мир, мир сущности, смысла.

Отличительные черты средневекового символизма:

1. Соединение в символе двух реальностей, двух неравноценных пластов бытия, которые оцениваются в качестве высшего (мира сущности) и низшего (мира явлений).

2. Особое отношение к слову, вера в воздействие слова на человека. Слово – это не условность, через него происходит приобщение к *вселенскому слову*. Именно в слове сосредоточен смысл поименованной вещи.

3. Самостоятельность символического способа миропонимания, его уникальность (в сравнении с причинно-следственным). Он устанавливает смысловые связи между вещами и событиями, где существенное связывается с религиозными ценностями.

Символическое мышление имеет и негативные моменты: оно связано с расплывчатостью явлений, создает неопределенность мыслей. Полагание на смыслы приводит к отсутствию критичности, объективных критериев для сравнения: весь мир превращается в мир символов. Символизм характеризуется двоемирием в сознании и бытии.

Во французском символизме осуществляется попытка революционизировать сферу морали (П. Верлен, А. Рембо выступали за спонтанность выражения субъективных состояний, которая идет от подсознания). Через ассоциативное мышление осуществляется попытка открыть предметный план, окутанный загадкой, многозначностью (предметность – это напоминание о духовной составляющей); происходит психологизация реальности. Для некоторых символистов характерен натурализм в передаче неэстетичных сторон действительности. Так, А. Рембо и Ш. Бодлер выступают за эстетизацию неэстетичного, утверждая, что людям еще предстоит понять непознанное.

Как направление в искусстве символизм существовал не только в Средние века, но и во второй половине XIX в., и во времена постромантизма и реалистических тенденций. В современном искусстве символизм играет значительную роль в теории постмодерна.

**СЮРРЕАЛИЗМ.** Термин «сюрреализм» в переводе с французского означает «нереальное». Как одно из направлений модернизма, сюрреализм сформировался в начале XX в. Сюрреализм явился идейным продолжением дадаизма, хотя между ними и существовал ряд отличий. В отличие от дадаизма, сюрреализм стремился к социализации. Уникальной чертой было и увлечение психологией Зигмунда Фрейда, что нашло отражение в творчестве сюрреалистов.

Джорджо де Кирико считается одним из основоположников сюрреализма. Андре Бретон считал, что творчество де Кирико необходимо

включить в ряд Чудес Света. Его брат, Андреа де Кирико, взяв псевдоним «Альберто Савиньо», стал теоретиком направления. Метафизичность живописи, отказ от обычной логики, увлечение психологией, мистикой, – все это сюрреализм. Один из автопортретов Д. де Кирико даже назвал «Что мне любить помимо тайны?».

Обновителем сюрреализма и самым ярким его представителей стал Сальвадор Дали. На вопрос о том, что же такое сюрреализм, он отвечал: «Сюрреализм – это Я». Действительно, в его творчестве наиболее ярко проявились основные принципы этого течения. С. Дали регулярно «шутил» над произведениями традиционного искусства, результатом чего стало появление Венеры Милосской в его исполнении, грудь, живот и колени которой были выдвинуты вперед в виде ящичков. Другой шедевр появился благодаря картине В. Делфтского «Кружевница» и увлечению С. Дали носорогами – так возникла картина, изображающая кружевницу, вокруг и на которой присутствуют рога носорогов.

С. Дали иногда заимствовал и чужие идеи. Так произошло с М. Оппенгейм, которая создала «Меховую чайную пару» – чашку и блюдце, обтянутые мехом – что может быть более нереальным? С. Дали оценил эту идею, создав в ответ ванну, которая изнутри была обклеена длинными темными волосами. Еще одно новшество С. Дали и сюрреализма в целом – изображение неправдоподобно крупных предметов на тонких длинных подпорках («Искушение Святого Антония», где ноги крупных слонов и лошади похожи на длинные спицы).

Для сюрреализма характерно стремление выразить сферу бессознательного, подсознательного. При ответе на вопрос о возможностях достижения этой сферы, сюрреалисты говорили об алкоголе, о наркотиках, которые могут «очистить сознание», помочь достигнуть мира бессознательного. Но наиболее простым способом выхода в бессознательную сферу был сон. Художник должен создавать картины сразу после пробуждения, когда еще не начал рефлексировать.

Сюрреализм – искусство элитарное, не всем понятное, но С. Дали превратил его в модный феномен. Люди покупали его работы, считая это хорошим вложением капитала. С. Дали продолжал экспонировать свою эксцентричность, возможно осознав, что в XX в. необычное стало синонимом привлекательного. Это связано с интересом к творчеству психически больных людей, который возник в к. XIX – н. XX вв.

Направление сюрреализма стало одним из наиболее влиятельным в модернизме. Это произошло не без участия и влияния С. Дали. Даже сейчас этот стиль продолжает оставаться актуальным и востребованным, а картины испанского живописца становятся все дороже.

*ТЕХНОГЕННАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ.* Тип цивилизации, для которой характерно стремление преобразовывать природу в своих интересах, свобода индивидуальной деятельности, определяющая относительную независимость по отношению к социальным группам. Техногенная цивилизация является историческим этапом в развитии западной цивилизации, особым типом цивилизационного развития Европы в XV–XVII вв., который стал распространенным типом развития стран в XX веке. Научная рациональность, особая ценность разума играют главную роль в культуре техногенной цивилизации. Развитие культуры в эпоху развития техногенной цивилизации связано с прогрессом науки и техники.

*ТРАДИЦИОННАЯ И ИННОВАЦИОННАЯ КУЛЬТУРЫ.* В рамках каждой культуры сочетаются традиции и новации. Традиции консервативны, они обеспечивают стабильность общественных порядков. Новации связаны с поступательным и революционным развитием общества и культуры.

Традиционная культура характеризуется неукоснительным следованием образцам, которые передаются из поколения в поколение – обычаям, ритуалам, способам и приемам деятельности. Условия сохранения и трансляции традиционного образа жизни – подражание и послушание. В связи с этим особо почитались старейшины в обществе. Традиционной культуре присущ высокий уровень нормативности. Устанавливается множество разных запретов (табу). Господствуют религиозно-мифологические представления, влияние общественного мнения, коллективистский и конформистский дух, в котором видится проявление воли богов. Для традиционных обществ характерна неприязнь и нетерпимость ко всему чуждому, иноземному, пришедшему из другой культуры.

Инновационная культура восприимчива к различным новациям, она динамична. В ней допускается отступление от традиций, ослабляется нормативность культуры, размывается шкала жизненных ценностей, различные девиации поведения не осуждаются в обществе, что происходит

к расшатыванию моральных и нравственных норм. В инновационной культуре коллективистское начало уступает место индивидуализму. Важнейшими ценностями становятся свобода личности, нестандартное мышление, знания, образованность, критичность и самостоятельность мышления.

Происходит интенсивное развитие искусства, науки, техники.

Общей тенденцией развития человечества является движение от традиционной культуры к инновационной. В современности развитие инновационной культуры связано с техническим прогрессом. По характеру взаимодействия между живущими в обществе поколениями людей в контексте традиций и новаций выдающийся антрополог и этнограф М. Мид выделила следующие типы культур:

- 1) постфигуративный (молодое поколение перенимает опыт, учится у старших; культура ориентирована в прошлое);
- 2) кофигуративный (дети и взрослые учатся не только у старших, но и у сверстников; культура ориентирована в настоящее);
- 3) префигуративный (не только дети учатся у родителей, но и родители вынуждены учиться у детей; культура ориентирована в будущее).

*УНИВЕРСАЛИЗАЦИЯ КУЛЬТУРЫ.* Процесс взаимовлияния культур, формирование необходимых для этого культурных норм, ценностей общих для большинства культур различных стран мира.

*ФУТУРИЗМ.* Результатом одной из попыток модернизма как можно больше противопоставить искусство действительности стало возникновение футуризма. Он зародился в 1907–1909 гг. в Италии и Франции, затем распространился в России. Одним из основоположников футуризма считается итальянский поэт Филиппо Маринетти. Он создал первый манифест футуризма, который был опубликован в Париже в журнале «Фигаро», где определил основные идеи нового направления.

В отличие от русского футуризма, для которого доминантной была идея будущего, в итальянском господствовал принцип агрессии. Это неудивительно, т. к. Ф. Маринетти и лидер итальянского фашизма Б. Муссолини были друзьями и поддерживали друг друга. Поэтому фашизм пропагандировал искусство футуризма, а оно, в свою очередь – идеи Б. Муссолини.

Выступления итальянских футуристов сопровождались скандалами, но их отношение к этому можно сравнить с реакцией дадаистов на

неприятие коллажей и *ready made*'ов: это возвышало их в собственных глазах. В подтверждение этого Ф. Маринетти записал в манифесте: «Не существует красоты вне борьбы. Нет шедевров без агрессивности». «Напугать и встряхнуть обывателя», – вот лозунг футуристов. Они не просто отказывались от традиционных ценностей искусства, а пропагандировали антиэстетизм, антифилософичность. Этот тезис они доводили до предела и призывали «разрушить музеи, библиотеки, сражаться с морализмом, феминизмом и всеми измами» (десятый пункт первого манифеста).

Попытка сломать само человеческое восприятие привела футуристов к созданию «новой поэзии», в которой используются так называемые «слова на свободе» (Ф. Маринетти). В рамках такой поэзии не существует меры, принципа «золотой середины», ибо основная заповедь – «всего должно быть через край». Храбрость, дерзость и бунт становятся основными составляющими футуристической поэзии (Ф. Мар).

В литературном творчестве осуществляется попытка «воспеть наступательное движение, лихорадочную бессонницу, гимнастический шаг, опасный прыжок, оплеуху и удар кулака» (согласно первому манифесту футуристов). Но цель футуризма не всегда ясна из-за метафоричности изложения идей, многозначности слов и фраз. Футуристы не всегда действовали последовательно и логично, тем не менее, все это компенсировалось значительной эмоциональностью.

В живописи они продолжали воплощать свои идеи: культивирование всего негармоничного, вульгарного («Динамизм мускулов» У. Боччони). «Чувства в живописи должны петь и звучать подобно фанфарам», утверждает в «Манифесте футуристической живописи» от 11 апреля 1910 г. Воплощением этого тезиса стала кричащая живопись (в противоположность аскетизму цветовой палитры кубистов).

Отказ от традиционных сюжетных линий (причем с годами происходит их усложнение, в отличие от многих других модернистских направлений), стремление «вымести все уже использованные сюжеты» были необходимы для выражения футуристической вихревой «жизни стали, гордости, лихорадки и быстроты».

В России началом футуризма стала постановка оперы «Победа над солнцем», декорации к которой создал К. Малевич (благодаря этой постановке и появился знаменитый «Черный квадрат»). В отличие от итальянского футуризма, проповедующего агрессию, борьбу, в России

основной идеей была устремленность в будущее. Этот тезис нашел отражение и в постановке оперы, которая повествовала о народе будущего, который назывался будетляне. Примером литературы русского футуризма может служить творчество В. Маяковского.

Возникнув в н. XX в., футуризм, подобно кубизму, отрицая многие культурные ценности, не смог долго существовать.

*ХРИСТИАНСТВО* – мировая религия, основаниями вероучения которой являются вера в Иисуса Христа как богочеловека; вера в искупительную миссию Иисуса Христа, который своей мученической смертью искупил грехи человечества; вера во второе пришествие Христа; вера в Страшный суд; вера в небесное воздаяние и установление Царства Божьего.

*ХЭППЕНИНГ*. Термин происходит от английского слова «happening» – событие, случай. Хэппенинг – это форма художественной активности, которая возникла в 50–60-х гг. XX в. благодаря экспериментам японской группы «Гутай», американскому композитору Джону Кейджу, европейским художникам В. Фостелю, Ж.-Ж. Лебелю и др.

Часто хэппенинг называют одной из разновидностей искусства действия, формой авангардистского театра (тотальный театр, театр противоречий и парадоксов), слегка абсурдной. Сами художники, использовавшие хэппенинг, по-разному определяют его сущность. Так, Эл Хэнсен сравнивал его с театральным произведением в манере коллажа, где каждая ситуация соотносится с целым подобно элементам живописи немецкого экспрессионизма. Хэппенинг – это коллаж действий, происходящих в определенное время и в заданном пространстве. Э. Хэнсен проводит параллели между хэппенингом и жизнью, определяя их в качестве художественных форм вероятности и случая.

Для Клаэса Олденбурга хэппенинг – способ использования различных объектов в движении. Под объектами он понимал предметы, людей. Для А. Кепроу, ученика Д. Кейджа, характерно восприятие хэппенинга как основанного на повседневности действия, близкого карнавалу, празднику, шопингу, поездке в метро в час пик.

Для хэппенинга характерны следующие черты:

□ отказ от профессионализма, от определенной манеры исполнения, от распределения ролей. Хэппенинги устраивались на улице,

автостраде, в бассейне, вовлекая в происходящее случайных прохожих и зрителей;

□ значение слов и текста минимизируется, а часто их заменяют жесты, телодвижения;

□ отсутствие в хэппенинге скрытых смыслов и метафор;

□ отсутствие четкого, заранее написанного сценария, что растворяет границы искусства, утверждая самоценность случайности;

□ попытка выявить нравственную и интеллектуальную позицию участников действия и зрителей;

□ отказ от важности результата в пользу значимости самого процесса.

Продукт художественного творчества теряет свои позиции в хэппенинге. Устроителей акций больше не заботит произведение искусства как итог, важен сам процесс. Таким образом, можно считать это своеобразным вызовом традиционной эстетике, о нарушении классической триады «художник – произведение – зритель».

Некоторые хэппенинги возможно понять рационально, но большинство не поддается логической интерпретации. Так, например, хэппенинг Ральфа Ортица, когда он резал, пилил, рубил, бил молотком матрац, ездил по нему на машине, поливал кислотой, жег, а потом упаковал оставшееся в ящик. Другой пример – действие, организованное Уильямом Мейером, когда на чердаке собиралась публика, закуривала сигареты и откладывала окурки на пол до тех пор, пока весь пол не был покрыт ими, а все помещение не заполнил дым.

Также невозможно рационально истолковать действие Эллы Хэнсена под названием «Холл-стрит хэппенинг», когда сооружалась большая человекоподобная фигура из ящиков и коробок, внутри которой находился исполнитель, читавший стихи в стиле дадаизма; на задней платформе две девушки занимались любовью; сверху по канату спускалась танцовщица; по площадке ходила девочка с зажженной свечкой; в процессе коробки убирались, обнаруживался чтец, а также другие исполнители, спрятанные в кустах и одновременно читавшие стихи; завершала общий фон звучащая музыка.

Пытаясь объяснить зрителям свою позицию, Хэнсен писал: «Сообщение, которое несут мои хэппенинги, чрезвычайно просто, вплоть до банальности: смысл – бессмысленность, бессмысленность есть смысл».

Создатели хэппенингов признавали за зрителями право интерпретации происходящего, но своей задачей считали провокацию. Зритель должен стать соучастником действия. Джон Кейдж отмечал, что искусство становится процессом, «приводимым в движение группой людей». Оно социализируется. Это уже действие, которое каждый имеет возможность пережить. Таким образом, аудитория превращается в объект действия.

Подтверждением такой позиции является хэппенинг Кейджа «4'33"», когда этот американский композитор, ангажировав свое выступление и пригласив зрителей на премьеру «нового слова в искусстве», пробыв на сцене 4 минуты 33 секунды, не сыграв ничего, удалился. На замешательство зрителей он ответил, что те не поняли его главной идеи: музыка – создание не только композитора, но и зрителей, т. к. абсолютной тишины не бывает и в упомянутое время в зале раздавались разные звуки (шуршание, кашель, шепот) – все это и была музыка.

Цель хэппенинга – интеграция всех элементов окружения, конструкций, пространства и времени, людей. В 70-е гг. хэппенинг уступает свое место в искусстве перформансу.

*ЦИВИЛИЗАЦИЯ* (от лат. *civilis* – гражданский, государственный) – термин, который имеет следующие значения:

1. Цивилизация как синоним культуры; уровень, степень общественного развития, следующая за варварством; эпоха деградации и упадка культуры.

2. Цивилизация как характеристика той или иной ступени общественного развития и материальной культуры, свойственный определенной общественно-экономической формации.

*ЭКСПРЕССИОНИЗМ*. Этимология термина восходит к латинскому *expressio* – «выражение». Экспрессионизм – одно из модернистских течений. Впервые термин использовал философ Вильгельм Воррингер, назвав в 1911 г. французских художников (В. Ван Гога и А. Матисса) в журнале «Штурм» «синтетистами и экспрессионистами». Позже содержание термина «экспрессионизм» расширилось и его стали использовать для описания явлений искусства, в которых изображение

реальности деформируется во имя выразительности передачи внутреннего мира художника.

В качестве направления экспрессионизм возникает в Германии в начале XX в. Некоторые, в основном представители немецкой творческой интеллигенции, считали экспрессионизм явлением, присущим только немецкому искусству, немецкой душе. Но в эту концепцию не вписываются голландец В. Ван Гог и норвежец Э. Мунк, которых сами экспрессионисты считали основоположниками этого модернистского направления; так же, как и бельгийского художника Джеймса Энсора.

В 1905 г. в Дрездене сложилась группа «Мост» («*Brücke*»), инициатором которой был Эрнст Людвиг Кирхнер. Также в состав этой экспрессионистской группы вошли Эрих Хеккель, Отто Мюллер, Карл Шмидт-Ротлуф, Макс Пехштейн и ненадолго Эмиль Нольде. В своем творчестве они попытались выразить актуальные проблемы современного общества и свое отношение к их решению.

Первая выставка экспрессионистов, прошедшая в 1906 г. в магазине ламп, осталась незамеченной. Но уже на следующей выставке, прошедшей всего год спустя (1907 г.) в Салоне Рихтера, их заметили. Однако реакция на их творчество со стороны представителей импрессионизма и классического искусства была, в основном, негативная.

В целом, судьба экспрессионизма трагична, т. к. в 10–20-е гг., на которые приходится расцвет творческой деятельности основных представителей этого течения, их не признавали и постоянно критиковали. Во время первой мировой войны часть экспрессионистов погибла, а те, кто выжил, должны были продолжать свое творчество во времена фашизма, настроенного против этого направления искусства. В 1937 г. фашисты даже организовали выставку «упадочного искусства» (где было представлено много работ экспрессионистов) в дрезденском дворце Цвингер, после чего устроили демонстративное сожжение части работ. Экспрессионистам запретили творить, чего некоторые из них не смогли пережить. Как итог – Э. Л. Кирхнер покончил жизнь самоубийством.

Целью экспрессионизма было отображение духовного мира современного человека. Изображение видимого не исключалось, но «дух должен торжествовать над материей». Этот тезис Э. Нольде прокомментировал так: чем дальше удаляешься от природы, тем выше становится искусство, чьей целью является не предмет, а его сущность. Экспрессионисты пытались создать нечто подлинное в культуре.

Ощущение нервозности в творчестве представителей данного направления было вызвано идеей надвигающейся неизбежной катастрофы. Следствием этого стало и использование будоражащих чувства дисгармоничных цветов (например, картина Э. Нольде «Словенцы»). Об этом Жорж Руо писал: «Живопись для меня – это средство для того, чтобы забыть о жизни, крик в ночи, сдерживаемое всхлипывание...».

Экспрессионисты пытались донести до окружающих ту неудовлетворенность, напряженность, которую вызывала у них существовавшая реальность. Это привело к использованию приема деформации, изломанности форм, смещения планов – и все это ради обострения передачи эмоций. События и явления повседневной жизни они представляли в виде кошмаров. Темы человеческих страданий, одиночества, социальной неустроенности, столь часто поднимаемые в экспрессионизме, роднят это направление с философским экзистенциализмом.

Как и для многих других направлений модернизма, для экспрессионизма характерен пессимизм, который только усугубился первой мировой войной и ее последствиями. Экспрессионизм проявился не только в живописи (Э. Л. Кирхнер, О. Кокошка, и др.), но и в театре (Э. Толлер), кино (Г. Галсен) и др. Однако воплощения в скульптуре практически не нашел (исключая работы Э. Барлаха и В. Лембрука).

Зародившись в начале XX в., экспрессионизм оказался достаточно жизнеспособным и просуществовал до к. 60 – н. 70-х гг.

*ЭЛИТАРНАЯ КУЛЬТУРА* – это культура особого слоя общества (элиты), наделенного особыми способностями к духовной деятельности, одаренного высокими нравственными и эстетическими задатками. Элитарная культура не тождественна культуре высших классов общества. Элита – это не только родовая аристократия, а образованная часть общества, которая обладает особым «органом восприятия» – способностью к эстетическому созерцанию и художественно-творческой деятельности. Для элитарной культуры характерны высокий уровень специализации и высочайший уровень социальных притязаний личности. Основные элементы элитарной концепции культуры содержатся в работах А. Шопенгауэра, Ф. Ницше и испанского мыслителя Х. Ортега-и-Гассета. Согласно их теориям, элитарной культуре надлежит обслуживать

потребности высокоинтеллектуальной элиты, ее ценности не должны быть общепонятными и популярными.

*ЭТИКЕТ.* Термин «этикет» происходит от французского слова, которое в переводе означает ярлык, надпись, этикетка. Можно говорить о нескольких датах рождения этикета:

- если понимать под этикетом вид социально-символического взаимодействия, то он зарождается в первобытном обществе с разделения людей по социальным признакам (на мужчин и женщин, молодых и старых и т. д.). Когда люди начинают общаться с учетом этих различий, можно говорить о возникновении этикета. Однако здесь еще нет выделения этикета в качестве особого вида сознания, культуры; он проявляет себя на уровне формирования самих этикетных ситуаций;

- другая теория – возникновение этикета в XIII в. с появлением первого литературного источника, посвященного данной проблематике («Дисциплина клерикалис» Петруса Альфонса, написанная в 1204 г.);

- этикет как социокультурный институт формируется при дворе французских королей в XVI–XVII вв.

В попытках осмыслить этикет, сформировалось несколько стереотипов:

1. Восприятие этикета как элемента общей системы морали, как совокупности этических норм.

2. Принадлежность этикета только сфере сознания, хотя он является и формой бытия людей в обществе.

Этикет как система правил поведения человека в социуме, есть символический капитал, который помогает соотнести себя с определенной группой. В XIX, XX и XXI вв. единый этикет высшего сословия отсутствует, особую актуальность приобретает личностная идентификация, когда важным становится отдельный человек, а не группа, которую он представляет. Акцент смещается на добровольный контроль индивидом своего поведения. Культура поведения – это одно из средств проектирования себя; она становится фактором престижа. Можно говорить о моде на этикет в современной России.

Основными принципами современной культуры поведения являются гуманизм (который конкретизируется в требованиях вежливости, тактичности, скромности, точности) и целесообразность действий (поступать так, как удобно тебе и окружающим). Центральным моментом

этикета является общение. Оно включает в себя следующие компоненты: вербальные, невербальные, этикетная проксимика и этикетная атрибутика.

Вербальные компоненты – это система речевого этикета, словесные формы выражения вежливых отношений (комплименты, извинения, приветствия и т. д.). Невербальные элементы – это жесты, мимика, позы, то, что делает речь более выразительной. Этикетная проксимика – это комплекс связи между поведением человека и тем пространством, в котором происходит общение; организация в соответствии с нормами данного пространства (расположение участников общения, дистанция между ними). Этикетная атрибутика – это вещи из предметного окружения человека (визитка, цветы и т. д.). Роль вещей определяется тем, как с их помощью регулируются отношения людей.

Сейчас невозможно выделить в этикете единый личностный образец, т. к. каждая группа создает свои каноны; другая причина заключается в том, что сейчас человечество переживает конец определенной исторической эпохи, вследствие чего легче говорить об антиобразце. Современный этикет включает в себя культуру прошедших этапов истории, нормы поведения, современные международные нормы общения, групповые нормы и ценности. Тем не менее он демократичен и целесообразен. Д. С. Лихачев подчеркивает, что в основе всех хороших манер лежит забота о том, чтобы один человек не мешал другому. Необходимо стремиться к пониманию духа современного этикета, основных принципов, а не к знанию всех правил. Этикет всегда был и остается одним из факторов стабилизации общества, передачи социально-культурного опыта.

### ***Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины***

Изучение курса требует от студента не только ответственного подхода к подготовке и работе в аудиторные часы, но и большой самостоятельной работы, которая позволяет сформировать у студента более широкие представления о проблематике курса, учит индивидуальной работе с первоисточниками. Результат такой работы должен проявиться в более свободном и глубоком владении знаниями по темам курса. Посещение лекционных занятий обязательно. При подготовке к лекциям рекомендуется предварительное знакомство с литературой, указанной в

программе, что, в свою очередь, облегчает и углубляет понимание вопросов и проблем, обсуждаемых на лекциях.

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий, рефератов и контрольных работ. В ходе выполнения (написания) реферата, контрольной работы студент должен продемонстрировать способность самостоятельного анализа литературы, умение вычленять существенное и выражать свои мысли четко, ясно, последовательно.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с литературой является эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме

Выступления на практических занятиях оцениваются и принимаются во внимание при постановке зачета. В ходе выполнения реферата студент должен продемонстрировать способность самостоятельного поиска и анализа литературы, умение вычленять проблемное поле и находить решение поставленного вопроса. Реферат должен содержать цитаты, ссылки на использованную литературу, оригинальные мысли и выводы автора. Объем реферата не должен быть менее 20 страниц. Реферат должен содержать введение, основную часть, заключение и библиографию.

При выполнении контрольной работы также оценивается умение студента работать с литературой и способность анализировать прочитанный материал. Объем работы должен быть не менее 4 страниц, содержать краткий отчет прочитанного и аналитические выводы студента.

Следующее за прослушанными лекциями и работой на практических занятиях обращение к первоисточникам помогает глубже понять материал курса, выявить и ликвидировать пробелы, сформулировать вопросы к преподавателю, позволяет эффективно подготовиться к промежуточной аттестации.

В случае возникновения вопросов по содержанию материала курса целесообразно обратиться к преподавателю за консультацией.

### ***Критерии оценки знаний студента***

Студент получает «зачет», если: в полном объеме раскрывает содержание вопроса, в ответе прослеживаются логичность, аргументированность заявленной позиции, культура диалога, отсутствуют речевые ошибки, студент не затрудняется с ответом на видоизмененные задания, приводит примеры, демонстрирует знакомство с дополнительной литературой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения заданий. Отсутствие двух или трех заявленных выше критериев не служит основанием для неполучения оценки «зачтено», например: студент знает основные положения, но не усвоил его деталей, допускает неточности, нарушения последовательности в изложении материала.

Студент получает «не зачет», если: не дает ответа на вопрос, не понимает обращенных к нему вопросов преподавателя, не в состоянии произвести выбор содержания материала для раскрытия проблемы, допускает грубые фактические ошибки при ответе, не справляется с заданиями.

Если студент отказался от ответа, то в ведомость ему проставляется оценка «не зачтено».

Реферативная, домашняя и контрольная работы оцениваются как зачтенные, если студент смог правильно выполнить ее, как минимум, на две трети (70 %).

### ***Примерные вопросы к зачету по дисциплине «Культурология»***

1. «Культура»: многообразие философских и научных подходов.

2. Феномен культуры: общая характеристика. Функции культуры.
3. Динамика культуры.
4. «Культура» и «цивилизация». Культура и природа. Культура и наука.
5. «Науки о культуре». Культура как предмет междисциплинарного анализа.
6. Эволюционизм как парадигма изучения культуры.
7. Культурная антропология Э. Б. Тайлора.
8. Просветительская концепция культуры и цивилизации.
9. Концептуализация культурного многообразия и проблема типологии культур.
10. «Культурная морфология» О. Шпенглера.
11. Теория «культурно-исторических типов» Н. Я. Данилевского.
12. Этнология Л. Н. Гумилева и культурология.
13. Динамика культуры у А. Д. Тойнби.
14. Социодинамика культуры П. Сорокина.
15. Особенности культуры Востока.
16. Ранние этапы становления культуры.
17. Развитие культуры в Средние века и в период Ренессанса.
18. Культура как проблема психоанализа (З. Фрейд).
19. «Архетипы коллективного бессознательного» К.-Г. Юнга.
20. Экзистенциалистская концепция культуры. С. Кьеркегор, Н. Бердяев и Л. Шестов, К. Ясперс.
21. Постмодернизм в культурологии.
22. Основные формы духовной жизни общества: миф, религия, искусство, философия, наука.
23. Типология религий. Мировые религии.
24. Романтизм как направление в искусстве.
25. Реализм как направление в искусстве.
26. Импрессионизм и постимпрессионизм.
27. Модернизм и авангард в искусстве XX века. Основные направления и их особенности.

28. Постмодернизм.
29. Массовая культура.
30. Субкультура и контркультура.

## **Вопросы для самоконтроля**

Выберите правильный вариант ответа:

1. Предметом культурологии является (являются)...
    - а) общество;*
    - б) культура общества, человека;*
    - в) цивилизации.*
  
  2. Назовите формы культуры:
    - а) массовая и элитарная;*
    - б) элитарная, массовая и народная;*
    - в) народная, современная, популярная.*
  
  3. Что характерно для взглядов на культуру в эпоху Античности?
    - а) космоцентризм;*
    - б) теоцентризм;*
    - в) антропоцентризм.*
  
  4. Что характерно для взглядов на культуру в эпоху Средневековья?
    - а) космоцентризм;*
    - б) теоцентризм;*
    - в) антропоцентризм.*
  
  5. Что характерно для взглядов на культуру в эпоху Нового времени?
    - а) космоцентризм;*
    - б) теоцентризм;*
    - в) антропоцентризм.*
- б)*  
*в)*

6. Вера во всеобщую одушевленность называется...

- а) магия;
- б) анимизм;
- в) тотемизм.

7. Этот ученый воспринимал термины «культура» и «цивилизация» как синонимы:

- а) О. Шпенглер;
- А. Руссо;
- А. Тойнби.

8. Признание всей жизни страданием характерно для этой религии: а) ислам;

- б) буддизм;
- в) протестантизм.

9. Согласно О. Шпенглеру, цикл каждой культуры включает в себя четыре периода, назовите их:

- а) зарождение; расцвет; старение; смерть;
- б) смерть, зарождение, расцвет, старение;
- в) младенчество, отрочество, юность, смерть.

10. Как называется ранняя форма религии, связанная с поклонением каким-либо реальным предметам и наделением их сверхъестественными свойствами?

- а) фетишизм;
- б) тотемизм;
- в) анимизм.

11. Назовите одно из крупных направлений в христианстве, оформившееся в ходе Реформации в XVI в.: а) протестантизм;

- б) католичество;
- в) баптизм.

- б)
- в)

12. Как называлась «столица» итальянского Возрождения?

- а) Рим;*
- б) Неаполь;*
- в) Флоренция.*

13. Как называется ранняя форма религии, связанная с поклонением какому-либо животному или растению и с верой в происхождение от них?

- а) тотемизм;*
- б) фетишизм;*
- в) анимизм.*

14. Какие религии относятся к мировым?

- а) зороастризм, синтоизм, даосизм;*  
*буддизм, христианство, индуизм; буддизм,*  
*христианство, ислам.*

15. Назовите одну из мировых религий:

- а) синтоизм;*
- б) буддизм;*
- в) адвентизм.*

15. Первый материал, который освоил человек, или прачеловек: *а) свинец;*

- б) молоток;*
- в) камень.*

16. Кто из философов выдвинул идею о моральном превосходстве «естественного человека», не испорченного культурой, а также лозунг о «возврате к природе»

- а) Гегель;*
- б) Сократ;*
- б)*
- в)*

в) Руссо.

17. Главным представителем сюрреализма является

а) П. Пикассо;

б) Э. Уорхолл;

в) С. Дали.

18. Кто из ученых смотрит, воспринимает жизнь любого человека через призму двух основных, по его мнению, инстинктов – сексуального и разрушительного?

а) Юнг;

б) Фрейд;

в) Ницше.

19. Главной функцией культуры является...

а) продолжение рода;

б) регулятивная функция;

в) функция социализации.

20. Основное произведение О. Шпенглера, в котором изложены его взгляды на культуру – это...

а) «Феномен человека»;

«Идеи к философии истории человечества»; «Закат Европы».

б)

в)

21. Родиной готики является:

- а) Франция;
- б) Италия;
- в) Дания.

22. Век, который считается границей Античности и Средневековья: а) 5 в н. э.;

- б) 4 в н. э.;
- в) 2 в н. э.

23. Назовите древнейшие индийские литературные источники:

- а) Сутры;
- б) Евангелие;
- в) Веды.

24. Первая форма объяснения мира:

- а) миф;
- б) молитва;
- в) философия.

25. Что сперва означало латинское слово «*cultura*»?

- а) цивилизация;
- б) искусство;
- в) возделывание.

26. Как переводится греческое слово «Библия»?

- а) откровение;
- б) книга;
- в) истина.

27. Основной литературный источник ислама

- а) Типитака;
- б) Коран;
- в) Библия.

## **Примерные темы рефератов**

1. Искусство в системе культуры. Добро и красота в сознании современного человека.
2. Семиотика. Культура как система знаков.
3. Культура как текст. Герменевтика – теория и практика интерпретации текстов.
4. Культурная картина мира.
5. Динамические признаки, характеристики культуры. Культурогенез.
6. Модели динамики культуры. Идеи цикличности и эволюции.
7. Источники динамики культуры. Традиции, новации, культурные заимствования».
8. Концепции динамики культуры. П. Сорокин.
9. Культура как синергетическая система.
10. Язык и его роль в культуре. Понятие культурного кода.
11. Знак и символ. Понятие семиосферы.
12. Символическое поведение человека.
13. Социодинамика культуры. Понятия «социум» и «культура», их взаимосвязь.
14. Типы культурных процессов. Традиции и инновации.
15. Социодинамика культуры. Модернизация и глобализация в современной культуре.
16. Культурные ценности. Система ценностных ориентаций.
17. Общекультурные, групповые, ролевые нормы. Социальная и технологическая функции культурных норм.
18. Понятие ментальности. Ментальное поле культуры.
19. Система культуры в аксиологическом аспекте. Взаимосвязь ценностей и норм.
20. Культура как ценностно-нормативное основание общественной жизни.
21. Классификация и иерархия ценностей культуры.
22. Культура и природа. Проблемы экологии и культуры.

23. Место культурологии в профессиональном инженерном образовании. Синтез социокультурной и профессиональной компетентности и ответственности.
24. Субъект культуры. Человек – творец и творение культуры. Культура и личность.
25. Культурная самоидентичность. Инкультурация и социализация.
26. Человек в современной культуре. Культурная модернизация.
27. Понятие межкультурных коммуникаций. Ассимиляция, интеграция, сегрегация, маргинализация. Толерантность в межкультурной коммуникации.
28. Тенденции культурной универсализации в мировом современном процессе. Универсалии. Проблемы глобализации.
29. Тенденции культурной универсализации в мировом современном процессе. Постмодернизм.
30. Основные школы и направления современной культурологической мысли.
31. Понятие субъекта культуры. Народ как субъект культуры. Народ и «масса».
32. Личность как субъект культуры.
33. Роль интеллигенции и культурной элиты в динамике культурных ценностей.
34. Специализированная и повседневная, элитарная и массовая культуры.
35. Основания типологии культуры. Массовая и элитарная и культура. Контркультура и субкультура.
36. Типология культур. Локальные и глобальные культуры. Доминирующие, «срединные», специфические культуры.
37. Типология культур. Этнические и национальные культуры.
38. Исторические типы культур.
39. Восточные и западные типы культур.
40. Место и роль России в мировой культуре.
41. Типы коммуникаций: интеграция, ассимиляция, аккультурация.

42. Многообразие типологий культур как отражение полифункциональности культуры.
43. Формационная и цивилизационная типологии. Цивилизация как социально-культурная общность.
44. Молодежная контркультура и субкультура.
45. Культура и формирование глобальной цивилизации.
46. Понятие «цивилизация» и его эволюция. Типология цивилизаций.
47. Роль культуры в динамике цивилизаций. Кризис современной техногенной цивилизации.
48. Формирование единой мировой глобальной цивилизации и проблема сохранения культурного многообразия.
49. Проблема Запад – Восток в культурологическом измерении.
50. Система ценностей западно-европейского типа культуры. Кризис классического антропоцентризма и гуманизма.
51. Восточный тип культуры. Традиционализм и социальная стабильность.
52. Проблема Запад – Россия – Восток в культурологическом аспекте.
53. Специфика и особенности динамики русской культуры.
54. Социокультурные взаимоотношения России с Европой и Азией.
55. «Современная социокультурная ситуация в России.
56. Культура и общество. Социальные институты культуры.
57. Онтология культуры: природа – человек – общество.
58. Этническая, национальная и региональная типологизация культур.

## **Примерные темы контрольных работ**

1. Возникновение и эволюция понятия «культура».
2. Структура и состав культурологического знания.
3. Структура культуры.
4. Культура в системе индивидуальных и общественных потребностей, ее социальные функции.
5. Культура и личность.
6. Информационно-семиотические концепции культуры.
7. Общее и особенное в развитии культуры: традиции и культурные универсалии.
8. Историческая динамика культуры. Понятие культурной эпохи.
9. Эволюционная теория культуры (Э. Б. Тайлор, Дж. Дж. Фрэнклер, Г. Спенсер и др.)
10. Психологические концепции культуры (З. Фрейд, К. Юнг, Э. Фромм, В. Вундт и др.)
11. Игровые концепции культуры (Х. Ортега-и-Гассет, Й. Хейзинга и др.).

## Библиографический список

1. **Актуальные проблемы культуры XX века** : учеб. пособие / под ред. В. И. Добрынина. – М. : Знание, 1993.
2. **Арнольдov, А. И.** Человек и мир культуры : Введение в культурологию / А. И. Арнольдov. – М. : МГИК, 1992.
3. **Бердяев, Н.** Кризис искусства / Н. Бердяев. – М. : СП Интерпринт, 1990.
4. **Введение в культурологию** : учеб. пособие для вузов / отв. ред. Е. В. Попов. – М. : Владос, 1996.
5. **Вебер, М.** Избранное. Образ общества / М. Вебер. – М. : Юрист, 1994.
6. **Всеобщая история искусств** : в 6 т. Т. 6 / под общ. ред. Б. В. Веймарна и Ю. Д. Колпинского. – М. : Искусство, 1965.
7. **Гуревич, П. С.** Философия культуры / П. С. Гуревич. – М. : Аспект Пресс, 1995.
8. **Ислам** : Энциклопедический словарь / кол. авт. – М. : Наука (Гл. ред-я восточной лит-ры), 1991.
9. **История всемирной литературы.** Т. 1–7 / под ред. Г. П. Бердникова. – М., 1983–1991.
10. **Куликова, И. С.** Философия и искусство модернизма / И. С. Куликова. – М. : Политиздат, 1980.
11. **Левина, Л. А.** Истоки европейской культуры / Л. А. Левина, Л. К. Белопухов. – М. : Наука, 1996. 12. **Лотман, Ю. М.** Культура и взрыв / Ю. М. Лотман. – М. : Прогресс, 1992.
13. **Лотман, Ю. М.** Семиотика кино и проблемы киноэстетики / Ю. М. Лотман. – Таллинн : Ээсти Раамат, 1973. 14. **Малахов, Н. О.** О модернизме / Н. О. Малахов. – М. : Изобразительное искусство, 1986. 15. **Модернизм.** Анализ и критика основных направлений / под ред. В. В. Ванслова, Ю. Д. Колпинского. – М. : Искусство, 1973.
16. **Свенцицкая, И. С.** Тайные писания древних христиан / И. С. Свенцицкая. – М. : Политиздат, 1980. 17. **Тайлор, Э. Б.** Первобытная культура / Э. Б. Тайлор. – М. : Политиздат, 1989.
18. **Хабермас, Ю.** Модерн – незавершенный проект / Ю. Хабермас // Вопросы филос. – 1992. – № 4. – С. 40–52.

19. **Хабермас, Ю.** Философский дискурс о модерне / Ю. Хабермас.  
—  
М. : Весь мир, 2003.
20. **Хейзинга, Й.** Осень средневековья / Й. Хейзинга. — М. : Наука, 1988.
21. **Хейзинга, Й.** *Homo Ludens* : В тени завтрашнего дня / Й. Хейзинга. — М. : Прогресс, 1992.
22. **Холл, Дж.** Словарь сюжетов и символов в искусстве / Дж. Холл. — М. : Крон-Пресс, 1996.
23. **Шпенглер, О.** Закат Европы / О. Шпенглер. — М. : Мысль, 1998.
24. **Юнг, К. Т.** Архетип и символ / К. Т. Юнг. — М. : Ренессанс, 1991.
25. **Ясперс, К.** Смысл и назначение истории / К. Ясперс. — М., 1994.

### *Алфавитный указатель*

- Абстракционизм, 24  
Авангардизм, 25  
Ампир, 26  
Барокко, 26  
Буддизм, 28  
Возрождение (Ренессанс), 29  
Готический стиль, 30  
Дадаизм, 30  
Декаденство, 31  
Диалог культур, 32  
Импрессионизм, 33  
Информационная культура, 34  
Информационное общество, 34  
Ислам, 34  
Классицизм, 36  
Кубизм, 37  
Культура, 39  
Культурогенез, 41  
Куртуазная культура, 41  
Массовая культура, 41  
Мифология, 44  
Мода, 46  
Модернизм, 48  
Натурализм, 51  
Первобытные верования (тотемизм, анимизм, фетишизм, магия), 51  
Перформанс, 53  
Популярная музыка, 55  
Постмодернизм, 56  
Просвещение в культуре, 57  
Реализм в культуре XIX века, 59  
Религия, 60  
Рок в системе молодежной субкультуры XX века, 62  
Рококо, 64  
Романский стиль, 65  
Романтизм, 66  
Рыцарская культура, 67  
Семь свободных искусств, 68  
Символизм, 68  
Сюрреализм, 69  
Техногенная цивилизация, 70  
Традиционная и инновационная культуры, 71  
Универсализация культуры, 72  
Футуризм, 72  
Христианство, 73  
Хэппенинг, 73  
Цивилизация, 75  
Экспрессионизм, 75  
Элитарная культура, 77  
Этикет, 77

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный  
университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ**

**САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**ОГСЭ.07 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА/АДАПТИВНАЯ  
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА**

Специальность

**15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

программа подготовки специалистов среднего звена на базе среднего  
общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

комиссией Физической культуры

(название кафедры)

Зав. кафедрой

факультета

(подпись)

Сидоров С.Г.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 29.08.2022

(Дата)

Рассмотрена методической

Горно-механического

(название факультета)

Председатель

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## **Основные понятия, используемые в курсе лекций по физической культуре и спорту (элективные курсы по физической культуре и спорту)**

1) вид программы спортивное соревнование по определенному виду спорта или одной из его дисциплин, в результате которого осуществляется распределение мест и (или) медалей среди участников спортивного соревнования;

1.1) антидопинговое обеспечение проведение мероприятий, направленных на предотвращение допинга в спорте и борьбу с ним;

(п. 1.1 введен Федеральным законом от 07.05.2010 N 82-ФЗ)

1.2) базовые виды спорта виды спорта, включенные в программы Олимпийских игр, Паралимпийских игр, а также иные виды спорта, развиваемые субъектами Российской Федерации на своих территориях с учетом сложившихся исторических традиций развития спорта высших достижений, представительства спортсменов от субъектов Российской Федерации в составах спортивных сборных команд Российской Федерации по видам спорта и участия данных команд во всероссийских и в международных официальных спортивных мероприятиях. Перечень базовых видов спорта утверждается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере физической культуры и спорта, а также по оказанию государственных услуг (включая предотвращение допинга в спорте и борьбу с ним) и управлению государственным имуществом в сфере физической культуры и спорта (далее

- федеральный орган исполнительной власти в области физической культуры и спорта), в установленном им по согласованию с Олимпийским комитетом России и Паралимпийским комитетом России порядке;

(п. 1.2 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

2) вид спорта часть спорта, которая признана в соответствии с требованиями настоящего Федерального закона обособленной сферой общественных отношений, имеющей соответствующие правила, утвержденные в установленном настоящим Федеральным законом порядке, среду занятий, используемый спортивный инвентарь (без учета защитных средств) и оборудование;

2.1) Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс "Готов к труду и обороне" (ГТО) (далее также комплекс ГТО) программная и нормативная основа системы физического воспитания населения, устанавливающая государственные требования к уровню его физической подготовленности;

(п. 2.1 введен Федеральным законом от 05.10.2015 N 274-ФЗ)

3) военно-прикладные и служебно-прикладные виды спорта виды спорта, основой которых являются специальные действия (в том числе приемы), связанные с выполнением военнослужащими и сотрудниками некоторых федеральных органов исполнительной власти (далее лица,

проходящие специальную службу) своих служебных обязанностей, подготовкой граждан допризывного и призывного возрастов к военной службе, и которые развиваются в рамках деятельности одного или нескольких федеральных органов исполнительной власти;

(в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)(см. текст в предыдущей редакции)

3.1) волонтеры граждане Российской Федерации и иностранные граждане, участвующие на основании гражданско-правовых договоров в организации и (или) проведении физкультурных мероприятий, спортивных мероприятий без предоставления указанным гражданам денежного вознаграждения за осуществляемую ими деятельность;

(п. 3.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

3.1-1) детско-юношеский спорт часть спорта, направленная на спортивную подготовку несовершеннолетних граждан в организациях, осуществляющих спортивную подготовку, а также на участие таких граждан в спортивных соревнованиях, в которых спортсмены, не достигшие возраста восемнадцати лет или иного возраста, указанного в этих целях в федеральных стандартах спортивной подготовки, являются основными участниками;

(п. 3.1-1 введен Федеральным законом от 02.06.2016 N 153-ФЗ)

3.2) животные, участвующие в спортивных соревнованиях, животные, участвующие в соответствии с правилами вида спорта в спортивных соревнованиях по данному виду спорта;

(п. 3.2 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

3.3) зрители физические лица, находящиеся в месте проведения официального спортивного соревнования, не являющиеся его участниками и иным образом не задействованные в проведении такого соревнования, в том числе в обеспечении общественного порядка и общественной безопасности при проведении такого соревнования;

(п. 3.3 введен Федеральным законом от 23.07.2013 N 192-ФЗ)

3.4) контролер-распорядитель физическое лицо, которое прошло специальную подготовку в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти в области физической культуры и спорта, имеет удостоверение контролера-распорядителя, выданное в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти в области физической культуры и спорта, и привлекается организатором официального спортивного соревнования и (или) собственником, пользователем объекта спорта на договорной основе для обеспечения общественного порядка и общественной безопасности при проведении официального спортивного соревнования;

(п. 3.4 в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)(см. текст в предыдущей редакции)

4) массовый спорт часть спорта, направленная на физическое воспитание и физическое развитие граждан посредством проведения

организованных и (или) самостоятельных занятий, а также участия в физкультурных мероприятиях и массовых спортивных мероприятиях;

4.1) место проведения официального спортивного соревнования объект спорта, а также территории, специально подготовленные для проведения официального спортивного соревнования, в том числе участки автомобильных дорог, площадей, улиц, водных объектов;

(п. 4.1 введен Федеральным законом от 23.07.2013 N 192-ФЗ)

5) национальные виды спорта виды спорта, исторически сложившиеся в этнических группах населения, имеющие социально-культурную направленность и развивающиеся на территории Российской Федерации;

(п. 5 в ред. Федерального закона от 23.06.2014 N 170-ФЗ)(см. текст в предыдущей редакции)

б) общероссийская спортивная федерация - общероссийская общественная организация, которая создана на основе членства, получила государственную аккредитацию и целями которой являются развитие одного или нескольких видов спорта на территории Российской Федерации, их пропаганда, организация, проведение спортивных мероприятий и подготовка спортсменов членов спортивных сборных команд Российской Федерации; (п. 6 в ред. Федерального закона от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

6.1) региональная спортивная федерация региональная общественная организация, являющаяся членом общероссийской спортивной федерации (далее региональная общественная организация), или структурное подразделение (региональное отделение) общероссийской спортивной федерации, которые получили государственную аккредитацию и целями которых являются развитие одного или нескольких видов спорта на территории субъекта Российской Федерации, их пропаганда, организация, проведение спортивных мероприятий и подготовка спортсменов членов спортивных сборных команд субъекта Российской Федерации;

(п. 6.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

7) объекты спорта объекты недвижимого имущества или комплексы недвижимого имущества, специально предназначенные для проведения физкультурных мероприятий и (или) спортивных мероприятий, в том числе спортивные сооружения;

7.1) олимпийская делегация Российской Федерации олимпийская команда России, а также представители Олимпийского комитета России, органов государственной власти Российской Федерации, общероссийских спортивных федераций, обеспечивающие участие членов олимпийской команды России в Олимпийских играх и других международных спортивных мероприятиях, проводимых Международным олимпийским комитетом, континентальными ассоциациями национальных олимпийских комитетов;

(п. 7.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ; в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ) (см. текст в предыдущей редакции)

7.2) олимпийская команда России коллектив, состоящий из спортсменов, тренеров и иных специалистов в области физической культуры и спорта, принимающих участие от имени Российской Федерации в Олимпийских играх и других международных спортивных мероприятиях, проводимых Международным олимпийским комитетом, континентальными ассоциациями национальных олимпийских комитетов;

(п. 7.2 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ; в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

8) организатор физкультурного мероприятия или спортивного мероприятия юридическое или физическое лицо, по инициативе которого проводится физкультурное мероприятие или спортивное мероприятие и (или) которое осуществляет организационное, финансовое и иное обеспечение подготовки и проведения такого мероприятия;

9) официальные физкультурные мероприятия и спортивные мероприятия

- физкультурные мероприятия и спортивные мероприятия, включенные в Единый календарный план межрегиональных, всероссийских и международных физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий, календарные планы физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий субъектов Российской Федерации, муниципальных образований;

9.1) паралимпийская делегация Российской Федерации паралимпийская команда России, а также представители Паралимпийского комитета России, органов государственной власти Российской Федерации, общероссийских спортивных федераций, обеспечивающие участие членов паралимпийской команды России в Паралимпийских играх и других международных спортивных мероприятиях, проводимых под патронажем Международного паралимпийского комитета;

(п. 9.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

9.2) паралимпийская команда России - коллектив, состоящий из спортсменов, тренеров и иных специалистов в области физической культуры и спорта, принимающих участие от имени Российской Федерации в Паралимпийских играх и других международных спортивных мероприятиях, проводимых под патронажем Международного паралимпийского комитета;

(п. 9.2 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

10) программа спортивной подготовки программа поэтапной подготовки физических лиц по виду спорта (спортивным дисциплинам), определяющая основные направления и условия спортивной подготовки на каждом ее этапе, разработанная и реализуемая организацией, осуществляющей спортивную подготовку, в соответствии с требованиями федеральных стандартов спортивной подготовки;

(п. 10 в ред. Федерального закона от 06.12.2011 N 412-ФЗ)(см. текст в предыдущей редакции)

10.1) программа развития вида спорта программа, которая разрабатывается соответствующей общероссийской спортивной федерацией сроком на четыре года (на олимпийский, паралимпийский цикл) в порядке,

установленном федеральным органом исполнительной власти в области физической культуры и спорта, устанавливает цели, задачи, мероприятия и целевые показатели деятельности общероссийской спортивной федерации по развитию соответствующего вида спорта в Российской Федерации и утверждается этим органом;

(п. 10.1 введен Федеральным законом от 29.06.2015 N 204-ФЗ)

11) профессиональный спорт часть спорта, направленная на организацию и проведение спортивных соревнований, за участие в которых и подготовку к которым в качестве своей основной деятельности спортсмены получают вознаграждение от организаторов таких соревнований и (или) заработную плату;

11.1) символика физкультурного мероприятия или спортивного мероприятия флаг, логотип, гимн, девиз организатора физкультурного мероприятия или спортивного мероприятия, официальное наименование физкультурного мероприятия или спортивного мероприятия и обозначения, связанные с таким организатором, образованные на их основе слова и словосочетания и сходные с ними обозначения при упоминании с наименованиями соответствующих видов спорта и (или) указанных мероприятий; зарегистрированные в качестве товарных знаков такого организатора обозначения; охраняемые в качестве промышленных образцов и (или) объектов авторских прав такого организатора талисманы указанных мероприятий, плакаты, опознавательная символика, предметы дизайна указанных мероприятий, кубки и медали участников спортивных соревнований; охраняемые в качестве объектов авторских прав такого организатора произведения науки, литературы и искусства, а также объекты смежных прав такого организатора, содержащие обозначения, которые предназначены для индивидуализации указанных мероприятий; любые иные обозначения и объекты, разработанные организатором мероприятия для официального использования на указанных мероприятиях и принадлежащие ему;

(п. 11.1 введен Федеральным законом от 07.06.2013 N 108-ФЗ)

12) спорт сфера социально-культурной деятельности как совокупность видов спорта, сложившаяся в форме соревнований и специальной практики подготовки человека к ним;

13) спорт высших достижений часть спорта, направленная на достижение спортсменами высоких спортивных результатов на официальных всероссийских спортивных соревнованиях и официальных международных спортивных соревнованиях;

14) спортивная дисквалификация спортсмена отстранение спортсмена от участия в спортивных соревнованиях, которое осуществляется международной спортивной федерацией по соответствующему виду спорта или общероссийской спортивной федерацией по соответствующему виду спорта за нарушение правил вида спорта, или положений (регламентов) спортивных соревнований, или антидопинговых правил, или норм,

утвержденных международными спортивными организациями, или норм, утвержденных общероссийскими спортивными федерациями;

(п. 14 в ред. Федерального закона от 07.05.2010 N 82-ФЗ)(см. текст в предыдущей редакции)

15) спортивная дисциплина часть вида спорта, имеющая отличительные признаки и включающая в себя один или несколько видов, программ спортивных соревнований;

15.1) спортивная подготовка тренировочный процесс, который подлежит планированию, включает в себя обязательное систематическое участие в спортивных соревнованиях, направлен на физическое воспитание и совершенствование спортивного мастерства лиц, проходящих спортивную подготовку, и осуществляется на основании государственного (муниципального) задания на оказание услуг по спортивной подготовке или договора оказания услуг по спортивной подготовке в соответствии с программами спортивной подготовки;

(п. 15.1 введен Федеральным законом от 06.12.2011 N 412-ФЗ)

15.2) спортивный резерв лица, проходящие спортивную подготовку в целях включения их в состав спортивных сборных команд, в том числе спортивных сборных команд Российской Федерации;

(п. 15.2 введен Федеральным законом от 06.12.2011 N 412-ФЗ)

16) спортивная федерация общественная организация, которая создана на основе членства и целями которой являются развитие одного или нескольких видов спорта, их пропаганда, организация, а также проведение спортивных мероприятий и подготовка спортсменов членов спортивных сборных команд;

17) спортивное сооружение инженерно-строительный объект, созданный для проведения физкультурных мероприятий и (или) спортивных мероприятий и имеющий пространственно-территориальные границы;

18) спортивное соревнование состязание (матч) среди спортсменов или команд спортсменов по различным видам спорта (спортивным дисциплинам) в целях выявления лучшего участника состязания (матча), проводимое по утвержденному его организатором положению (регламенту);

(в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 202-ФЗ)(см. текст в предыдущей редакции)

19) спортивные мероприятия спортивные соревнования, а также тренировочные мероприятия, включающие в себя теоретическую и организационную части, и другие мероприятия по подготовке к спортивным соревнованиям с участием спортсменов;

(в ред. Федеральных законов от 06.12.2011 N 412-ФЗ, от 25.12.2012 N 257-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

20) спортивные сборные команды Российской Федерации формируемые общероссийскими спортивными федерациями (за исключением олимпийской команды России, паралимпийской команды России) коллективы спортсменов, относящихся к различным возрастным

группам, тренеров, ученых, специалистов в области физической культуры и спорта для подготовки к международным спортивным соревнованиям и участия в них от имени Российской Федерации;

(в ред. Федерального закона от 25.12.2012 N 257-ФЗ)(см. текст в предыдущей редакции)

20.1) спортивная делегация Российской Федерации члены спортивных сборных команд Российской Федерации, представители физкультурноспортивных организаций, спортивных федераций, Олимпийского комитета России, Паралимпийского комитета России, Сурдлимпийского комитета России, Специальной олимпиады России, Российского студенческого спортивного союза, должностные лица органов государственной власти Российской Федерации, представляющие на международных спортивных мероприятиях, за исключением Олимпийских игр, Паралимпийских игр и других международных спортивных мероприятий, проводимых Международным олимпийским комитетом, континентальными ассоциациями национальных олимпийских комитетов и Международным паралимпийским комитетом, Российскую Федерацию и (или) обеспечивающие права и законные интересы российских спортсменов в период проведения международных спортивных мероприятий;

(п. 20.1 введен Федеральным законом от 25.12.2012 N 257-ФЗ; в ред. Федерального закона от 29.06.2015 N 204-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

21) спортивный судья физическое лицо, уполномоченное организатором спортивного соревнования обеспечить соблюдение правил вида спорта и положения (регламента) о спортивном соревновании, прошедшее специальную подготовку и получившее соответствующую квалификационную категорию;

22) спортсмен физическое лицо, занимающееся выбранными видом или видами спорта и выступающее на спортивных соревнованиях;

23) спортсмен высокого класса спортсмен, имеющий спортивное звание и выступающий на спортивных соревнованиях в целях достижения высоких спортивных результатов;

23.1) студенческий спорт часть спорта, направленная на физическое воспитание и физическую подготовку обучающихся в профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования, их подготовку к участию и участие в физкультурных мероприятиях и спортивных мероприятиях, в том числе в официальных физкультурных мероприятиях и спортивных мероприятиях;

(п. 23.1 введен Федеральным законом от 03.12.2011 N 384-ФЗ, в ред. Федерального закона от 02.07.2013 N 185-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

23.2) студенческая спортивная лига некоммерческая организация, которая создана на основе членства и целями которой являются содействие в популяризации студенческого спорта и развитии одного или нескольких видов спорта, организация и проведение физкультурных мероприятий и

спортивных мероприятий со студентами. Членами студенческой спортивной лиги могут быть физические лица, юридические лица, осуществляющие деятельность в области студенческого спорта;

(п. 23.2 введен Федеральным законом от 03.12.2011 N 384-ФЗ)

24) тренер физическое лицо, имеющее соответствующее среднее профессиональное образование или высшее образование и осуществляющее проведение со спортсменами тренировочных мероприятий, а также осуществляющее руководство их состязательной деятельностью для достижения спортивных результатов;

(в ред. Федеральных законов от 06.12.2011 N 412-ФЗ, от 02.07.2013 N 185-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

24.1) федеральные стандарты спортивной подготовки совокупность минимальных требований к спортивной подготовке по видам спорта (за исключением военно-прикладных, служебно-прикладных видов спорта, а также национальных видов спорта, развитие которых не осуществляется соответствующей общероссийской спортивной федерацией), разработанных и утвержденных в соответствии с настоящим Федеральным законом и обязательных для организаций, осуществляющих спортивную подготовку;

(п. 24.1 введен Федеральным законом от 06.12.2011 N 412-ФЗ, в ред. Федеральных законов от 25.12.2012 N 257-ФЗ, от 23.06.2014 N 170-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

25) физическое воспитание процесс, направленный на воспитание личности, развитие физических возможностей человека, приобретение им умений и знаний в области физической культуры и спорта в целях формирования всесторонне развитого и физически здорового человека с высоким уровнем физической культуры;

26) физическая культура часть культуры, представляющая собой совокупность ценностей, норм и знаний, создаваемых и используемых обществом в целях физического и интеллектуального развития способностей человека, совершенствования его двигательной активности и формирования здорового образа жизни, социальной адаптации путем физического воспитания, физической подготовки и физического развития;

27) физическая подготовка процесс, направленный на развитие физических качеств, способностей (в том числе навыков и умений) человека с учетом вида его деятельности и социально-демографических характеристик;

28) физическая реабилитация восстановление (в том числе коррекция и компенсация) нарушенных или временно утраченных функций организма человека и способностей к общественной и профессиональной деятельности инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с использованием средств и методов адаптивной физической культуры и адаптивного спорта, которые направлены на устранение или возможно более полную компенсацию ограничений жизнедеятельности, вызванных нарушением здоровья;

29) физкультурные мероприятия организованные занятия граждан физической культурой;

30) физкультурно-спортивная организация юридическое лицо независимо от его организационно-правовой формы, осуществляющее деятельность в области физической культуры и спорта в качестве основного вида деятельности. Положения настоящего Федерального закона, регулирующие деятельность физкультурно-спортивных организаций, применяются соответственно к индивидуальным предпринимателям, осуществляющим деятельность в области физической культуры и спорта в качестве основного вида деятельности;

31) школьный спорт часть спорта, направленная на физическое воспитание и физическую подготовку обучающихся в общеобразовательных организациях, их подготовку к участию и участие в физкультурных мероприятиях и спортивных мероприятиях, в том числе в официальных физкультурных мероприятиях и спортивных мероприятиях;

(п. 31 введен Федеральным законом от 03.12.2011 N 384-ФЗ, в ред. Федерального закона от 02.07.2013 N 185-ФЗ) (см. текст в предыдущей редакции)

32) целевая комплексная программа подготовки спортсменов к Олимпийским играм, Паралимпийским играм, Сурдлимпийским играм (далее - целевая комплексная программа) программа, которая разрабатывается общероссийской спортивной федерацией, является составной частью программы развития вида спорта и устанавливает цели, задачи, мероприятия и целевые показатели деятельности общероссийской спортивной федерации по подготовке и выступлению спортивной сборной команды Российской Федерации по соответствующему виду спорта на Олимпийских играх, Паралимпийских играх, Сурдлимпийских играх.

(п. 32 введен Федеральным законом от 29.06.2015 N 204-ФЗ)

## **ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ**

### **1.1. Здоровье человека как ценность, компоненты здоровья**

Сегодня существует более 300 вариантов определения понятия «здоровье»: одни характеризуют здоровье как отсутствие болезней, другие — как способность сохранять равновесие между организмом и постоянно меняющейся внешней и внутренней средой, третьи — как гармоничное физическое развитие. В настоящее время широкое распространение получило определение здоровья, данное в уставе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

*Здоровье — динамическое состояние физического, духовного и социального благополучия, обеспечивающее полноценное выполнение человеком трудовых, психических и биологических функций при максимальной продолжительности жизни.*

Принято выделять несколько компонентов здоровья:

*соматический* — текущее состояние органов и систем органов

человеческого организма. Основой соматического здоровья является биологическая программа индивидуального развития человека.

*физический* — уровень развития и функциональных возможностей органов и систем организма. Основа физического здоровья — это морфологические и функциональные резервы клеток, тканей, органов и систем органов, обеспечивающие приспособление организма к воздействию различных факторов.

*психический* — состояние психической сферы человека. Основу психического здоровья составляет состояние общего душевного комфорта, обеспечивающее адекватную регуляцию поведения.

*сексуальный* — комплекс соматических, эмоциональных, интеллектуальных и социальных аспектов сексуального существования человека, позитивно обогащающих личность, повышающих коммуникабельность человека и его способность к любви.

*нравственный* — комплекс характеристик мотивационной и потребностно-информационной основы жизнедеятельности человека. Основу нравственного компонента здоровья человека определяет система ценностей, установок и мотивов поведения индивида в социальной среде. Этот компонент связан с общечеловеческими истинами добра, любви, красоты и в значительной мере определяется духовностью человека, его знаниями и воспитанием.

Совершенно очевидно, что понятие «здоровье» имеет комплексный характер. Каждый образованный человек должен, если не досконально знать, то хотя бы иметь представление о своем организме, об особенностях строения и функциях различных органов и систем, своих индивидуально-психологических особенностях, способах и методах коррекции своего состояния, своей физической и умственной работоспособности.

## **1.2. Факторы, определяющие здоровье**

Основными факторами, определяющими здоровье человека, являются: образ жизни, биология и наследственность, внешняя среда и природноклиматические условия, здравоохранение. Исследования, проведенные в 1980 г. в США, показали, что удельный вес факторов, влияющих на здоровье, различен. Так, влияние образа жизни составило 51,2 %, биологии человека и его наследственности — 20,5 %, внешней среды и природно-климатических условий — 19,9 %, здравоохранения — 8,5 % (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Факторы, определяющие здоровье человека

*Факторы окружающей среды* (климат, погода, экологическая обстановка) влияют на здоровье человека.

Наука, занимающаяся изучением зависимости самочувствия от погоды, разработала своеобразный «календарь» болезней. Так, зимой грипп и простудные заболевания встречаются чаще, чем летом. Воспалением легких чаще болеют в январе; пик язвенных кровотечений приходится на февраль; ревматизм обостряется в апреле. Для зимы и лета характерны кожные заболевания. В магнитоактивные дни обостряются сердечно-сосудистые заболевания, усиливаются нервные расстройства, повышается раздражительность, наблюдается быстрая утомляемость, ухудшается сон.

Экологическая обстановка также влияет на здоровье человека. Организм отвечает различными расстройствами на вредные воздействия физических излучений; нервно-психической неустойчивостью на информационные перегрузки и перенаселенность, чрезмерный шум в городах; аллергическими реакциями на изменение химического состава окружающей среды.

Исследования показали, что у людей с более высоким уровнем физической подготовленности устойчивость организма к влиянию внешней среды значительно выше, чем у лиц с низкой общей физической подготовленностью.

*Наследственность* и возрастные изменения, происходящие в организме человека по мере его развития во многом определяют качество здоровья. Способности, потребности, интересы, желания, проблемы табакокурения, алкоголизма и наркомании, предрасположенность или не предрасположенность к болезням имеют наследственную компоненту.

Способность организма сопротивляться воздействиям вредных факторов определяется наследственными особенностями адаптивных механизмов и характером их изменений. Здоровье наследственно и социально обусловлено, но

оно изменяется в зависимости от меры ответственности за него самого человека. Улучшить здоровье можно, прежде всего, посредством активного поведения, связанного с научно обоснованными рекомендациями здорового образа жизни (ЗОЖ).

*Здравоохранение* — система государственных и общественных мероприятий по предупреждению заболеваний и лечению заболевших. Существующая система здравоохранения не может снизить рост заболеваемости населения, связанных с неблагоприятными изменениями условий жизни, трудовой деятельности, окружающей среды, так как не имеет реальных социальных и экономических возможностей влиять на причины возникновения болезней. Решение проблемы находится в области совершенствования механизмов саморегуляции, расширения физиологических резервов человека, достижения утерянной гармонии в структуре организма и личности.

*Образ жизни* характеризуется особенностями повседневной жизни человека, охватывающими его трудовую деятельность, быт, формы использования свободного времени, удовлетворения материальных и духовных потребностей, участие в общественной жизни, нормы и правила поведения. В настоящее время, как уже было отмечено, из суммы всех факторов, влияющих на здоровье человека, 51,2 % приходится на образ жизни человека.

Каждая из социальных групп имеет свои отличия в образе жизни, свои ценности, установки, эталоны поведения и т. д. Этим объясняется реальное многообразие вариантов образа жизни различных людей.

Образ жизни человека включает три категории: уровень жизни, качество жизни и стиль жизни.

*Уровень жизни* — степень удовлетворения основных материальных и духовных потребностей: возможности потребления тех или иных продовольственных и промышленных товаров, обеспеченность здравоохранением, жилищными и культурными условиями, т. е. количественный аспект удовлетворения потребностей.

*Качество жизни* отражает степень удовлетворения содержательных потребностей (мотивации жизни, комфортность труда и быта, качество питания и условия приема пищи, качество одежды, жилья и т. п.), которые проявляются в возможностях самоутверждения, самовыражения, саморазвития и самоуважения.

*Стиль жизни* — это определенный тип поведения личности или группы людей, фиксирующий устойчиво воспроизводимые черты, манеры, привычки, вкусы, склонности, характеризующие ее относительную самостоятельность и способность построить себя как личность в соответствии с собственными представлениями о полноценной, содержательной в духовном, нравственном и физическом отношении жизни.

Концентрированным выражением взаимосвязи образа жизни и здоровья человека является понятие «здоровый образ жизни».

### **1.3. Здоровый образ жизни и его составляющие**

Студенческий возраст характеризуется интенсивной работой над формированием своей личности. Это время поисков молодыми людьми

ответов на разнообразные нравственно-этические, научные, общекультурные, экономические и политические вопросы, которые отражаются в их образе жизни.

Анализ фактических материалов о жизнедеятельности студентов свидетельствует о его неупорядоченности и хаотичной организации. Это отражается в таких важнейших компонентах, как несвоевременный прием пищи, систематическое недосыпание, малое пребывание на свежем воздухе, недостаточная двигательная активность, отсутствие закаливающих процедур, выполнение самостоятельной учебной работы во время, предназначенное для сна, курение и др. Накапливаясь в течение учебного года, негативные последствия такой организации жизнедеятельности увеличивают число заболеваний. А так как эти процессы наблюдаются в течение 5–6 лет обучения, то они оказывают существенное влияние на состояние здоровья студентов.

Здоровье рассматривается в качестве одного из необходимых и важнейших условий активной, творческой и полноценной жизни человека. Природная способность организма к самообновлению и совершенствованию открывает путь к сохранению здоровья на долгие годы при рациональной его эксплуатации, но для этого каждому человеку необходимо постоянно прилагать определенные усилия по организации здорового образа жизни.

Основными составляющими элементами ЗОЖ являются:

разумное чередование труда и отдыха;

рациональное питание; преодоление вредных привычек;

оптимальная двигательная активность;

соблюдение правил личной гигиены;

закаливание;

психогигиена.

В реализации задачи осуществления ЗОЖ в обществе большие надежды возлагаются на выпускников высшей школы, будущих руководителей различного уровня в сфере бизнеса, на производстве, в научных учреждениях и учебных заведениях.

***Разумное чередование труда и отдыха*** — важный компонент здорового образа жизни. Ритмичное протекание физиологических процессов — это главное свойство живого организма. Биоритмы отдельных органов и систем взаимодействуют друг с другом и образуют упорядоченную систему ритмических процессов, организующих деятельность организма во времени.

Правильно составленный распорядок дня, распределение работы таким образом, чтобы наибольшая нагрузка соответствовала возможностям организма, — одна из важнейших задач сохранения здоровья и трудоспособности.

Синхронность ритмов в организме позволяет человеку легко адаптироваться к изменениям, происходящим в окружающем его мире. Рассогласованность биоритмов приводит к болезненным изменениям в организме. Постоянное нарушение режима «свет-темнота», изменение нормального чередования сна и бодрствования, режима труда и отдыха, питания приводят к снижению трудоспособности, быстрой утомляемости,

разбитости, сонливости днем и бессоннице ночью; учащению сердцебиения, потливости — состоянию, близкому к заболеванию.

Для сохранения высокого уровня работоспособности организма необходимо строго выполнять режим каждого дня, установленный по закономерностям биологических ритмов, с учетом биологических часов. При этом рекомендуется учитывать наиболее изученные суточные и недельные биологические ритмы. Так, исследованиями установлено, что высокий подъем работоспособности у человека в течение суток наблюдается с 6 до 12 и с 17 до 20 часов. В эти часы активизируются почти все функции организма. Значительно снижаются психофизиологические функции ночью от 2 до 4 часов и днем от 13 до 16 часов.

**Рациональное питание** означает соблюдение трех основных принципов:

1) равновесие между поступающей с пищей энергией и энергией, расходуемой человеком во время жизнедеятельности, т. е. *баланс энергии*; 2) удовлетворение потребности организма в определенном *количестве и соотношении пищевых веществ* (белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей); 3) соблюдение *режима питания* (определенное время приема пищи, определенное ее количество при каждом приеме и др.).

Все продукты состоят из одних и тех же *пищевых веществ* (белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей, воды), но различаются их содержанием и особенностями химического состава. Чтобы правильно построить свой пищевой рацион, необходимо иметь представление о значении для организма тех или иных пищевых веществ.

Основными пищевыми веществами, необходимыми для жизнедеятельности организма, являются белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины и вода. Отсутствие или недостаток любого из них приводит к нарушению функций организма.

*Белки* служат материалом для построения клеток, тканей и органов, образования ферментов и большинства гормонов, входящих в состав соединений, обеспечивающих иммунитет организма к инфекциям. В суточном рационе белки животного происхождения (мясо, рыба, яйца, молочные продукты и др.) должны составлять 60 %, растительного происхождения (хлеб, крупяные изделия, овощи и др.) — 40 %. Белки выполняют и энергетическую функцию: при окислении 1 г белка выделяется 4 ккал. По калорийности они должны составлять 13 % суточной энергоемкости пищевого рациона.

*Жиры* выполняют пластическую функцию, являясь структурной частью клеток. Они участвуют в обмене витаминов, способствуют их усвоению и одновременно служат источниками некоторых витаминов (А, Д, Е). В суточном рационе жиры животного происхождения должны составлять 60–80 %, растительного — 20–40 %. Жиры обладают большой энергоемкостью — 1 г жира при окислении дает 9 ккал. Они должны обеспечивать 33 % суточной энергоемкости пищевого рациона.

*Углеводы* входят в состав почти всех клеток и тканей организма, выполняя строительную функцию. Они принимают участие в белковом обмене, способствуя синтезу аминокислот, и еще большее значение углеводы имеют при жировом обмене, ибо «жиры горят в пламени углеводов». В суточном рационе

углеводы простые в виде сладостей должны составлять 20–40 %, сложные в виде крахмалов (имеются в составе почти всех продуктов, наибольшее количество содержится в картофеле, крупах и хлебе) — 60–80 %.

Углеводы являются основным источником энергии для организма, и, хотя при окислении 1 г углеводов выделяется только 4 ккал, они должны составлять 54 % энергоемкости суточного пищевого рациона.

*Витамины* не имеют ни пластического, ни энергетического значения. Это биологически активные вещества, регулирующие обмен веществ и разносторонне влияющие на жизнедеятельность организма. Они синтезируются в организме и проявляют свое биологическое действие в малых дозах — в миллиграммах или тысячных долях миллиграммов при поступлении с пищей самостоятельно или в составе ферментов. Недостаток витаминов приводит к гиповитаминозу, а их полное отсутствие — к авитаминозу, что сопровождается резким нарушением функций организма (рахит, нарушение роста и т. д.)

*Минеральные вещества и микроэлементы* (кальций, фосфор, калий, натрий, железо, йод) обладают пластическими свойствами, участвуя в построении тканей, особенно костной, регулируют кислотно-щелочное состояние организма, входят в состав ферментных систем, гормонов и витаминов и влияют на их функцию, нормализуют водно-солевой обмен. Физиологическое влияние минеральных веществ распространяется на все системы организма и биохимические процессы, происходящие в них. Среди минеральных веществ выделяют макро и микроэлементы. Первые содержатся в тканях в больших количествах — десятках и сотнях миллиграммов, вторые — в миллиграммах или тысячных долях.

*Вода* — это наиболее важная составляющая часть пищевого рациона, ибо все биохимические процессы в клетках организма протекают в водной среде. Вода составляет 66 % человеческого тела. Больше всего воды содержится в головном мозге, особенно его серое вещество (кора головного мозга) — 80 %, мышцы — 76 %, костная ткань — 25 %. Суточная потребность человека в воде — 2,5 л, у людей, занимающихся тяжелым физическим трудом и у спортсменов — 3,0 л.

*Соблюдение гигиенических правил питания* способствует более эффективному перевариванию пищи и снабжению внутренней среды организма питательными веществами, необходимыми для нормального протекания процессов жизнедеятельности.

Рекомендуется выполнять следующие гигиенические правила питания: прием пищи должен производиться в одно и то же время. Это способствует выработке условного рефлекса, когда к моменту приема пищи начинают обильно выделяться пищеварительные соки, что обеспечивает хорошее пищеварение. При занятиях физическими упражнениями и спортом принимать пищу следует за 2–2,5 ч до тренировки и спустя 30–40 мин после ее окончания;

ужин не должен быть обильным и должен состоять из легко перевариваемых продуктов (молочные и овощные блюда, салаты, запеканки, рыба, яичница, а из напитков — молоко, чай или фруктовые соки). Ужинать нужно не позднее, чем за 2 часа до сна.

*Вредные привычки* — курение табака, употребление алкогольных напитков и наркотиков — оказывают пагубное влияние на здоровье,

значительно снижают умственную и физическую работоспособность, сокращают продолжительность жизни.

*Курение* — вредная и опасная привычка, которая развивается по принципу условного рефлекса. При курении даже сигарет с фильтром в организм вместе с табачным дымом поступают многие ядовитые продукты. Потребность в табаке не является естественной физиологической потребностью человека, она возникает под влиянием определенных социальных условий жизни. Эту потребность нельзя признать необходимой, разумной или здоровой ни с точки зрения физиологии, ни с точки зрения человеческого разума. Свойства табака и табачного дыма в настоящее время хорошо изучены. Наука убедительно доказала, что курение ни при каких условиях и ни в каких дозах не приносит человеку пользы, а вред от курения огромен.

При сгорании табака в табачном дыме, который вдыхает курящий человек, находится более 300 сильно действующих вредных веществ, обладающих вредоносным действием на организм курильщика. Среди них: угарный газ (СО), деготь и различные смолы, этилен, изопрен, бензопирен, сероводород, аммиак, формальдегид, синильная кислота, радиоактивный полоний-210, ионы тяжелых металлов (свинца, висмута, ртути, кадмия, кобальта и др.), сильнодействующий яд и наркотик — никотин и другие вещества. Поэтому курение является серьезным фактором возникновения тяжелых заболеваний ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной системы, органов пищеварения, онкологических заболеваний. Безобидное на первый взгляд занятие — курение табака влечет за собой весьма тяжелые отдаленные последствия. При курении ядовитые вещества, образующиеся при сгорании табака, через легкие попадают в кровь и вместе с кровью — в ткани всех внутренних органов и систем организма, где выполняют свою разрушительную работу.

Исследованиями установлено, что при курении 20 % никотина остается в организме курящего, 25 % разрушается при сгорании табака, 5 % остается в окурке и 50 % уходит в окружающий воздух. Некурящие люди, организм которых не привык к никотину, болезненно реагируют на длительное пребывание в накуранных помещениях. Особенно большой вред воздух, насыщенный табачным дымом, наносит организму детей. Категорически запрещается курить на спортивных сооружениях (стадионах, площадках, в спортивных залах и т. д.), а также в их подсобных помещениях (раздевалках, туалетах, душевых).

*Употребление алкогольных напитков* также приводит к резким нарушениям в состоянии здоровья и к значительному снижению умственной и физической работоспособности.

Алкоголь — этиловый спирт, являющийся отравляющим веществом для живых организмов. Проникая в ткани различных органов, он очень быстро расстраивает их работу. Мгновенно сгорая (окисляясь), он отнимает у клеток кислород и воду, необходимые для обеспечения процессов жизнедеятельности, чем разрушает клетки и вызывает заболевания различных органов.

У людей, часто употребляющих спиртные напитки даже в малых количествах или редко, но в больших дозах, наблюдаются заболевания печени,

центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, пищеварительных органов, органов дыхания и других, снижается сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям; ухудшается память, имеют место «провалы» памяти, особенно кратковременной; снижается способность к логическому мышлению; угасает интеллект. Систематическое употребление алкоголя отрицательно действует и на половую сферу, вызывает различные нарушения в сексуальной жизни.

Употребление спиртных напитков не только разрушает здоровье, но и отрицательно влияет на волевые качества человека, ослабляет умственную деятельность, нередко приводит его к аморальным поступкам. Полный отказ от алкогольных напитков — залог хорошего здоровья, успешной учебы и будущей профессиональной деятельности.

*Наркомания* — это резко выраженное болезненное влечение и привыкание человека к наркотическим веществам. Влечение к наркотику развивается довольно быстро. Для возникновения пристрастия может быть достаточно самого непродолжительного времени приема небольших доз наркотического вещества. В малых дозах наркотики вызывают так называемую эйфорию — ложное ощущение веселья, благодушия, приятного успокоения. В больших количествах — состояние выраженного опьянения, оглушенности, наркотический сон и даже острое отравление со смертельным исходом. Некоторые наркотические вещества способствуют появлению иллюзий и галлюцинаций. Процесс привыкания к наркотикам создает такое равновесие в организме, при котором отсутствие привычного поступления наркотического вещества воспринимается организмом как специфический яд. Для наркомании характерна потребность в увеличении количества принимаемого наркотического вещества, так как к прежним дозам организм привыкает, становится устойчивым, и они постепенно перестают оказывать свое действие. В отсутствие наркотика человек испытывает жесточайшие психические и физические муки.

Наркомания ведет к быстрому истощению психических и физических сил человека, к глубокой инвалидности. Употребление наркотиков, даже эпизодическое, оказывает губительное воздействие на организм и может привести к тяжелому заболеванию.

При употреблении наркотиков происходит хроническое отравление организма с глубокими нарушениями умственной и физической деятельности. Резко снижается умственная и физическая работоспособность, слабеет воля, утрачивается чувство долга. Наркоманы быстро теряют здоровье и трудоспособность, деградируют как личности и доходят порой до тяжких преступлений. Чаще всего роковым шагом на пути к наркомании становится однократный прием наркотика из любопытства, желания испытать его воздействие, либо с целью подражания.

*Личная гигиена* включает в себя: рациональный устойчивый режим, уход за телом, гигиену одежды и обуви. Знание правил личной гигиены необходимо каждому человеку. Для студентов это важно, так как строгое их соблюдение способствует укреплению здоровья, повышению умственной и физической работоспособности.

*Гигиена тела* содействует нормальному протеканию процессов

жизнедеятельности организма, способствует улучшению обмена веществ, кровообращения, пищеварения, дыхания, развитию физических и умственных способностей человека. От состояния кожного покрова зависит здоровье человека, его работоспособность, сопротивляемость различным заболеваниям.

Кожа представляет собой важный орган человеческого тела, выполняющий многие функции: защиту внутренней среды организма, выделение из организма продуктов обмена веществ, терморегуляцию и др. В коже находится большое количество нервных окончаний, и поэтому она обеспечивает организму постоянную информацию о всех действующих на него раздражителях.

Наша кожа постоянно загрязняется. В течение недели с ее поверхности выделяется 100–300 граммов жировых веществ, 3–5 литров пота, на коже остается 35–70 граммов различных солей, 40–90 граммов отшелушившегося эпителия. При загрязненной коже создаются условия для попадания в организм вредных микробов, через повреждения кожи (царапины, ссадины, потертости, трещины и др.) они проникают внутрь организма и могут вызвать различные заболевания. Загрязненная кожа снижает свою бактерицидную способность. Если на чистой коже все микробы погибают за 20 минут, то на грязной через 30 минут количество микробов уменьшается только на 15 %. Недаром говорят, что инфекционные желудочные заболевания — это болезни грязных рук. Поэтому важно заботиться о чистоте кожи и не реже одного раза в неделю мыться горячей водой с мылом и мочалкой под душем, в ванне или бане.

*Одежда* предохраняет организм от неблагоприятных воздействий внешней среды, механических повреждений и загрязнений. С гигиенической точки зрения, она должна помогать приспосабливаться к различным условиям внешней среды, способствовать созданию необходимого микроклимата, быть легкой и удобной. Важное значение имеют теплозащитные свойства одежды, а также ее воздухопроницаемость, гигроскопичность и другие качества.

Спортивная одежда должна отвечать требованиям, предъявляемым спецификой занятий и правилами соревнований по различным видам спорта. Она должна быть, по возможности, легкой и не стеснять движений.

С гигиенической точки зрения, обувь должна быть легкой, эластичной и хорошо вентилируемой. Необходимо, чтобы ее теплозащитные и водоупорные свойства соответствовали погодным условиям.

*Спортивная обувь* должна быть удобной, прочной, хорошо защищать стопу от повреждений и иметь специальные приспособления для занятий тем или иным видом спорта. На тренировках, соревнованиях и во время туристских походов следует пользоваться только хорошо разношенной и прочной обувью. Необходимо, чтобы спортивная обувь и носки были чистыми и сухими, в противном случае могут возникнуть потертости, а при низкой температуре воздуха — отморожения.

*Закаливание* — важное средство профилактики негативных последствий охлаждения организма или действия высоких температур. Систематическое применение закаливающих процедур снижает число простудных заболеваний в 2–5 раз, а в отдельных случаях почти полностью исключает их.

*Закаливание воздухом.* Воздух влияет на организм температурой,

влажностью и скоростью движения. Дозировка воздушных ванн осуществляется или постепенным снижением температуры воздуха, или увеличением длительности процедуры при одной и той же температуре. Сигналами неблагоприятного воздействия на организм при теплых ваннах являются резкое покраснение кожи и обильное потоотделение, при прохладных и холодных — появление «гусиной кожи» и озноб. В этих случаях воздушная ванна прекращается. Холодные ванны могут принимать лишь хорошо закаленные люди только после врачебного обследования.

*Закаливание солнцем* — солнечные ванны. Каждый вид солнечных лучей оказывает специфическое действие на организм. Инфракрасные лучи оказывают тепловое воздействие, ультрафиолетовые имеют бактерицидные свойства, под их влиянием образуется пигмент меланин, в результате чего кожа приобретает смуглый цвет — загар, предохраняющий организм от избыточной солнечной радиации и ожогов. Ультрафиолетовые лучи необходимы для синтеза в организме витамина Д, без которого нарушается рост и развитие костей, нормальная деятельность нервной и мышечной систем. Ультрафиолетовые лучи в малых дозах возбуждают, а в больших — угнетают ЦНС, могут привести к ожогу. Если после приема солнечных ванн вы бодрый и жизнерадостный, у вас хороший аппетит, крепкий, спокойный сон, значит, они пошли вам на пользу. Если вы становитесь раздражительным, вялым, плохо спите, пропал аппетит, — значит, нагрузка была велика и нужно на несколько дней исключить пребывание на солнце, а в дальнейшем сократить продолжительность солнечных ванн.

*Закаливание водой* — мощное средство, обладающее ярко выраженным охлаждающим эффектом, так как ее теплоемкость и теплопроводность во много раз больше, чем воздуха. Показателем влияния водных закаливающих процедур служит реакция кожи. Если в начале процедуры она на короткое время бледнеет, а затем краснеет, то это говорит о положительном воздействии, следовательно, физиологические механизмы терморегуляции справляются с охлаждением. Если же реакция кожи выражена слабо, побледнение и покраснение отсутствуют, то это означает недостаточность закаливающего воздействия. Надо несколько понизить температуру воды или увеличить длительность процедуры. Резкое побледнение кожи, чувство сильного холода, озноб и дрожь свидетельствуют о переохлаждении. В этом случае надо уменьшить холодную нагрузку, повысить температуру воды или сократить время процедуры.

К водным процедурам относят обтирание (начальный этап закаливания водой), обливание, душ. В начале закаливания температура воды должна быть около  $+30-32^{\circ}\text{C}$  и продолжительность не более минуты. В дальнейшем можно постепенно снижать температуру и увеличивать продолжительность до 2 мин, включая растирание тела. При хорошей степени закаленности можно принимать контрастный душ, чередуя 2–3 раза воду  $35-40^{\circ}\text{C}$  с водой  $13-20^{\circ}\text{C}$  на протяжении 3 мин. Регулярный прием указанных водных процедур вызывает чувство свежести, бодрости, повышенной работоспособности. При купании осуществляется комплексное влияние на организм воздуха, воды и солнечных лучей. Начинать купания можно при температуре воды  $18-20^{\circ}\text{C}$  и  $14-15^{\circ}\text{C}$  воздуха.

*Психогигиена* — это наука, занимающаяся укреплением душевного

здоровья, его сохранением или восстановлением в случае, если оно не было серьезно подорвано. Она постоянно находит применение в повседневной жизни, разрабатывает средства и методы воспитания нравственной и психической культуры, а также снятия нервного напряжения, нежелательных признаков в психоэмоциональной сфере и отрицательного воздействия стресса, который возникает под влиянием сильных эмоциональных переживаний.

К числу отрицательных факторов, вызывающих стресс у студентов, можно отнести проблемы в семье, общежитии, обиду, тоску, неустроенность в жизни, подавленный гнев, незаслуженное оскорбление, сильный страх, дефицит времени, резкие перемены в условиях жизни, к которым нельзя быстро приспособиться.

Отрицательное воздействие стресса усиливается, если человек больше сосредоточен на оценке того «Что случилось?» и «Чем это грозит?», чем на вопросе «Что можно сделать?».

Предотвращение срывов при стрессах обеспечивает регулярная, но не чрезмерная физическая нагрузка, обладающая антистрессовым действием, снижающая тревогу и подавленность.

Один из доступных способов регулирования психического состояния — психическая саморегуляция посредством аутогенной тренировки. В основе аутотренинга лежат упражнения в произвольном, волевом длительном и глубоком расслаблении мышц.

Мышечная деятельность связана с эмоциональной сферой. Внутреннее состояние человека, который чем-то огорчен, расстроен, взволнован, выражается в том, что его мышцы напряжены. Расслабление мышц служит внешним показателем положительных эмоций, состояния общего покоя, уравновешенности, удовлетворенности.

**Сексуальное поведение** — один из аспектов социального поведения человека. Регламентируя наиболее важные аспекты сексуального поведения, культура оставляет место для индивидуальных или ситуативных вариаций, содержание которых может существенно варьироваться.

Либерализация половой морали, частая смена партнеров, в сочетании с низкой сексуальной культурой порождают ряд серьезных последствий — аборты, распространение венерических заболеваний, СПИД, растет число разводов. Для некоторой части молодых людей секс становится развлечением и рассматривается как сфера индивидуального самоутверждения. Чем меньше внешних запретов, тем важнее индивидуальный самоконтроль и выше ответственность за свои решения, тем выше значение морального выбора.

Студенческий возраст — это возраст максимальной активности половых гормонов. «Бомбардировка» ими мозговых эмоциональных зон вызывает бурное проявление эмоций любви, которые требуют соответствующего волевого и этического поведения, заставляют молодых людей быть более активными и целеустремленными. Однако сексуальные эмоции управляемы, и с помощью волевых усилий их можно, если они чрезмерны, переключить на другой вид активности — интеллектуальный, физический, эстетический. Необходимой предпосылкой гармонизации сексуального стиля является здоровый образ жизни, с его двигательной активностью, регулярными физическими нагрузками,

отказом от вредных привычек и т. д.

Сексуальная жизнь всегда была тесно связана с состоянием физического и психического здоровья, им во многом определяется продолжительность и интенсивность сексуального возбуждения и физиологических реакций. Сексуальные возможности у лиц с ослабленным здоровьем понижены.

Так, у лиц, злоупотребляющих алкоголем и курением, сексуальная жизнь постепенно нарушается, ее расстройства встречаются в 41–43 % случаев.

*Двигательная активность* (ДА) — необходимое условие ЗОЖ. Человек рождается с потребностью двигаться. ДА человеку так же необходима, как потребность в дыхании, воде, пище. Способность осуществлять мышечные движения является важнейшим свойством организма человека. Это свойство лежит в основе жизненно необходимых действий, в том числе трудовой деятельности, а также является конечным результатом психических проявлений. Знаменитый русский физиолог И. М. Сеченов писал, что все бесконечное многообразие внешних проявлений мозговой деятельности окончательно сводится к одному лишь явлению — мышечному движению.

За время эволюционного развития функция мышечного движения подчинила себе устройство, функции и всю жизнедеятельность других органов, систем и всего организма, поэтому он очень чутко реагирует как на снижение ДА, так и на тяжелые, непосильные физические нагрузки.

На стене Форума в Элладе было высечено: "Если хочешь быть сильным, бегай; если хочешь быть красивым, бегай; если хочешь быть умным, бегай". Справедливость этого изречения в настоящее время доказана многими научными исследованиями. Они раскрывают значение движения для развития и формирования человека, а также для различных сторон его психики и физиологических процессов, протекающих в организме.

Давно известно, что мышечная деятельность оказывает влияние на внутренние органы человека, причем оно настолько выражено, что позволяет рассматривать физические упражнения как рычаг, воздействующий через мышцы на деятельность всех систем организма. Это дает возможность понять механизм целого ряда нарушений, развивающихся в организме при гиподинамии — ограничении двигательного режима человека.

Жизнь современного человека характеризуется резким снижением ДА. Современному человеку трудно успевать за требованиями, предъявляемыми научно-техническим прогрессом. В условиях научно-технического прогресса, с одной стороны, снижается ДА человека, происходит его физическая растренированность, а с другой — большое нервно-эмоциональное напряжение на современном производстве требует высокой физической подготовленности. Это противоречие приводит к срыву в деятельности организма, к снижению сопротивляемости внешним воздействиям и различным заболеваниям.

В зависимости от целей в жизни и индивидуальных особенностей каждому человеку самостоятельно или с помощью специалистов физической культуры необходимо подобрать систему физических упражнений или вид спорта с целью обеспечения оптимальной ДА.

#### **1.4. Физическое самовоспитание и самосовершенствование —**

## необходимое условие здорового образа жизни

Физическое *самовоспитание* понимается как процесс целенаправленной, сознательной, планомерной работы над собой и ориентированный на *формирование физической культуры личности*. Он включает совокупность приемов и видов деятельности, определяющих и регулирующих эмоционально окрашенную, действенную позицию личности в отношении своего здоровья, психофизического состояния, физического совершенствования и образования.

Физическое воспитание и образование не дадут долговременных положительных результатов, если они не активизируют стремление студента к самовоспитанию и самосовершенствованию. Самовоспитание интенсифицирует процесс физического воспитания, закрепляет, расширяет и совершенствует практические умения и навыки, приобретаемые в физическом воспитании.

Для самовоспитания нужна воля, хотя она сама формируется и закрепляется в работе, преодолении трудностей, стоящих на пути к цели. Оно может быть сопряжено с другими видами самовоспитания — нравственным, интеллектуальным, трудовым, эстетическим и др.

Основными мотивами физического самовоспитания выступают: требования социальной жизни и культуры; притязание на признание в коллективе; соревнование, осознание несоответствия собственных сил требованиям социально-профессиональной деятельности. В качестве мотивов могут выступать критика и самокритика, помогающие осознать собственные недостатки.

Процесс физического самовоспитания включает три основных этапа.

*I этап* связан с *самопознанием* собственной личности, выделением ее положительных психических и физических качеств, а также негативных проявлений, которые необходимо преодолеть. Эффект самопознания обусловлен требовательностью студента к себе. К методам самопознания относятся самонаблюдение, самоанализ и самооценка. Самонаблюдение — универсальный метод самопознания, глубина и адекватность которого зависят от его целенаправленности и умения субъекта видеть, систематически наблюдать на основе выделенных критериев за качествами или свойствами личности. Самоанализ требует рассмотрения совершенного действия, поступка, причин, вызвавших это, помогает выяснить истинную причину поступка и определить способ преодоления нежелательного поведения в следующий раз. Самооценка тесно связана с уровнем притязаний, т. е. степенью трудности достижения целей, которые студент ставит перед собой. Расхождение между притязаниями и реальными возможностями ведет к тому, что студент начинает неправильно себя оценивать, вследствие чего его поведение становится неадекватным. Самооценка зависит от ее качества (адекватная, завышенная, заниженная). Если она занижена, то способствует развитию неуверенности в собственных возможностях, ограничивает жизненные перспективы. Ее адекватность в значительной мере определяется наличием четких критериев поведения, действий, развития физических качеств, состояния организма и др. Первый этап завершается решением работать над собой.

На *II этапе*, исходя из самохарактеристики, определяется цель и программа самовоспитания, а на их основе составляется *личный план*.

Общая программа должна учитывать условия жизни, особенности самой личности, ее потребности. На основе программы формируется личный план физического самовоспитания, в котором также определены задачи (например, воспитание выносливости), используемые средства и методы (например, бег, пешие походы, прогулки на велосипеде и т. д.), их содержание (например, бег в чередовании с ходьбой 30 минут, езда на велосипеде 1 час) и дни проведения тренировочных занятий (например, 3 раза в неделю).

*III этап* физического самовоспитания связан непосредственно с его *практическим осуществлением*. Он базируется на использовании способов воздействия на самого себя с целью самоизменения. Методы самовоздействия, направленные на совершенствование личности, именуется методами самоуправления. К ним относятся самоприказ, самовнушение, самоубеждение, самоупражнение, самокритика, самоободрение, самообязательство, самоконтроль, самоотчет.

Примерная форма ведения дневника самоконтроля приводится в гл. 8. Систематическое заполнение дневника самоконтроля является своеобразной формой самоотчета о проделанном за день; позволяет анализировать и своевременно корректировать реализацию программы здорового образа жизни.

## **ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ОБЩЕКУЛЬТУРНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ**

### **2.1. Цель и задачи физического воспитания**

Физическое воспитание является неотъемлемой составной частью обучения и профессиональной подготовки студентов. Оно направлено на укрепление здоровья, улучшение физической и профессионально-прикладной подготовленности студентов.

Физическое воспитание осуществляется комплексно в тесной взаимосвязи учебных занятий, занятий в спортивных секциях, оздоровительных группах, клубах по видам спорта, а также спортивно-массовых мероприятий во внеучебное время и самостоятельных занятий студентов.

Важнейшее значение имеет теоретический раздел учебной программы, в котором предусмотрено освоение студентами знаний по использованию средств физического воспитания для сохранения и укрепления здоровья, поддержания на высоком уровне умственной работоспособности, профилактики заболеваний, приобретения навыков самоконтроля в процессе занятий физическими упражнениями.

*Цель* физического воспитания студентов — *формирование физической культуры личности*.

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

формирование осознанного понимания социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;

овладение целостной системой знаний научно-биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;

формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, здоровому образу жизни, физического самосовершенствования и самовоспитания, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом;

овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, психическое благополучие;

развитие и совершенствование психофизических способностей, качеств и свойств личности, самоопределение в физической культуре;

обеспечение общей и профессионально-прикладной физической подготовленности, определяющей физическую готовность студента к будущей профессии;

приобретение опыта творческого использования физкультурно-спортивной деятельности в быту, семье и на производстве для достижения жизненных и профессиональных целей.

## 2.2. Основные понятия, термины физической культуры

Изучение любой дисциплины, как правило, начинается с освоения ее понятийного аппарата, т. е. со специфических профессиональных терминов и понятий.

*Понятия* — это основная форма человеческого мышления, устанавливающая однозначное толкование того или иного термина, выражая при этом наиболее существенные стороны, свойства или признаки определенного объекта (явления).

**Физическая культура** — это часть общей культуры общества, направленная на укрепление и повышение уровня здоровья, всестороннее развитие физических способностей и использование их в общественной практике повседневной жизни.

**Физическое воспитание** — это педагогический процесс, вид воспитания, специфическим содержанием которого являются обучение движениям, воспитание физических качеств, овладение специальными знаниями, формирование осознанной потребности в занятиях физическими упражнениями.

**Физическое развитие** — процесс изменения и совершенствования естественных морфологических и функциональных свойств организма человека (длина, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких и др.) в течение его жизни. Физическое развитие управляемо. С помощью физических упражнений, различных видов спорта, рационального питания, режима труда и отдыха можно изменять в необходимом направлении различные показатели физического развития. В основе управления физическим развитием лежит биологический закон упражняемости и закон единства форм и

функций организма. Кроме того, физическое развитие в некоторой мере обусловлено и законами наследственности, которые необходимо учитывать как факторы, благоприятствующие или, наоборот, препятствующие физическому совершенствованию человека.

Понятие «**физическое совершенство**» обобщает представление об оптимальной мере гармонического физического развития во всесторонней физической подготовленности человека. Причем подразумевается, что эта мера оптимально соответствует требованиям трудовой, спортивной и других сфер жизнедеятельности, выражает достаточно высокую степень развития индивидуальной физической одаренности и отвечает закономерностям долголетнего сохранения крепкого здоровья.

**Тренировка** (англ. training — упражнение) — в узком понимании — повторное выполнение физического упражнения с целью достижения наиболее высокого результата; в широком — педагогический процесс, включающий обучение спортсменов спортивной технике и тактике, развитие физических способностей.

**Тренированность** — степень функционального приспособления организма к предъявляемым тренировочным нагрузкам, формирующаяся в результате систематических занятий физическими упражнениями.

**Физические упражнения** — это движения или действия, используемые для развития физических способностей (качеств), органов и систем, для формирования и совершенствования двигательных навыков.

**Физическая рекреация** (от лат. recreatio) — это процесс использования физических упражнений, а также видов спорта в упрощенных формах, для активного отдыха, получения удовольствия от этого процесса, развлечения, переключения с одного вида деятельности на другой, отвлечение от обычных видов трудовой, бытовой, спортивной, военной деятельности.

**Двигательная реабилитация** — это целенаправленный процесс использования физических упражнений для восстановления или компенсации частично или временно утраченных двигательных способностей, лечения травм и их последствий.

### 2.3. Виды физической культуры

Любое сложное общественное явление и каждая область человеческой деятельности имеет исторически сложившуюся форму организации (компонентов, видов) и строение (связи, отношения между ними). В структуру культуры общества в качестве одного из важных его видов входит физическая культура, которая, в свою очередь, имеет собственную структуру. С определенной условностью физическую культуру можно подразделить на ряд больших разделов, которые по своим особенностям соответствуют различным направлениям и сферам ее использования в обществе. Каждый раздел включает виды и разновидности, например, базовая физическая культура — школьная, вузовская и т. д.; фоновая физическая культура — рекреативная и реабилитационная.

**Базовая** (образовательная) физическая культура — фундаментальная

часть физической культуры, которая включена в систему образования и воспитания (физическая культура в детском саду, школьная физическая культура). Базовая — потому, что она направлена на приобретение основного фонда жизненно важных двигательных умений и навыков («школы движений») и физических качеств. Базовая физическая культура одного звена системы образования может быть «основой» физической культуры следующего звена (детский сад — школа, школа — вуз и т. п.).

**Спорт** — это вид физической культуры, соревновательная деятельность и подготовка к ней, основанные на использовании физических упражнений в целях достижения наивысших спортивных результатов.

**Туризм** — вид физической культуры. Активные виды туризма — пеший, горный, водный, вело и др. — носят не только оздоровительный, но и профессионально-прикладной характер. В то же время существуют виды туризма (экскурсии, круизы, турне и др.), которые в большей мере решают задачи познавательного характера и в меньшей степени связаны с физическими упражнениями и нагрузками оздоровительного характера.

**Профессионально-прикладная физическая культура (ППФК)** — планомерно организованный процесс специально направленного использования физической культуры для формирования двигательных умений и навыков, способствующих освоению профессии. В свою очередь, основу ППФК составляет профессионально-прикладная физическая подготовка (например, ППФП геодезиста, ППФП конструктора, ППФП инженера-программиста). В этот же вид физической культуры входит и физическая культура на производстве (вводная гимнастика, физкультурные паузы, физкультминутки, послерабочие реабилитационные упражнения и т. п.).

**Оздоровительно-реабилитационная физическая культура** — процесс специально направленного использования физических упражнений в качестве средств лечения и восстановления функций организма, нарушенных или утраченных вследствие заболеваний, травм и др. причин. Распространенные её формы — *лечебная физическая культура (ЛФК)*, *адаптивная физическая культура (АФК)*. ЛФК использует широкий комплекс средств и методов (лечебная гимнастика, дозированная ходьба, бег и др. упражнения), специализированных в зависимости от характера заболеваний. АФК направлена на максимально возможное развитие жизнеспособности человека, имеющего устойчивые отклонения в состоянии здоровья (в том числе, инвалиды).

**Спортивно-реабилитационная физическая культура** направлена на восстановление функциональных и приспособительных возможностей организма после длительных периодов напряженных тренировочных и соревновательных нагрузок, особенно при перетренировке и ликвидации последствий спортивных травм.

К «**фоновым**» видам физической культуры относятся гигиеническая физическая культура и рекреативная. *Гигиеническая физическая культура* — это различные формы физической культуры, включенные в рамки повседневного быта (утренняя гимнастика, прогулки, другие физические упражнения в режиме дня, не связанные со значительными нагрузками). *Рекреативная физическая культура* — активный туризм, походы выходного дня, физкультурно-

спортивные развлечения. Фоновая физическая культура оказывает оперативное влияние на текущее функциональное состояние организма, нормализуя его и способствуя созданию благоприятного функционального «фона» жизнедеятельности.

#### **2.4. Социальная роль, функции физической культуры и спорта**

Физическая культура — вид культуры общества и человека. Это деятельность и ее результаты по формированию физической готовности к жизни; с одной стороны, специфический процесс, с другой — результат человеческой деятельности, а также средство и способ физического совершенствования людей. По отношению к культуре человек выступает в трех ипостасях: он ее осваивает (потребляет), является носителем культуры и создает новые культурные ценности. Освоение, «потребление» физической культуры проявляется в результатах этой деятельности — в овладении знаниями, развитии физических качеств и двигательных способностей, «владельцем» которых они является.

Физическая культура, решая проблему воспроизводства физических способностей человека, является важной частью культуры общества в целом. С одной стороны, от духовной культуры общества она получает и перерабатывает идейно-теоретическую и научно-философскую информацию. С другой

— она сама обогащает культуру, науку, искусство, литературу специальными ценностями в виде теории, научных знаний, методик физического развития и спортивной тренировки.

Деятельность в сфере физической культуры имеет как материальные, так и духовные ценности.

*Материальными* ценностями являются результаты воздействия физической культуры на биологическую сторону человека — физические качества, двигательные возможности. К материальным ценностям физической культуры относятся также спортивные сооружения, спортивные базы учебных заведений, спортивно-медицинские учреждения, учебные заведения, готовящие кадры физической культуры и спорта, научно-исследовательские институты. К материальным ценностям непосредственно относятся здания, лаборатории, аппаратура и пр.

К *духовным* ценностям физической культуры относятся произведения искусства, посвященные физической культуре и спорту — живопись, скульптура, музыка, кино; система управления физкультурной деятельностью в государстве; наука о физическом воспитании. В целом духовные ценности воплощаются в результатах научной, теоретической, методической деятельности.

Поэтому физическая культура — это сложное социальное явление, которое не ограничено решением одних только задач физического развития, а выполняет и другие социальные функции в области политики, морали, этики и эстетики.

Физическая культура стимулирует развитие духовной и материальной деятельности, поскольку создает общественные потребности и побуждает к поискам, открытиям в области науки, новым методикам, новым техническим

средствам. Она увеличивает потребности общества в строительстве материально-технических сооружений, созданию приборов, конструированию и совершенствованию инвентаря и оборудования. Тем самым, она способствует созданию новых материальных и духовных ценностей.

Физическая культура обогащает культуру общества уникальной информацией о влиянии на человека предельных физических и психических нагрузок (в спорте, космосе), об особенностях адаптации к ним, о биологических резервах организма. Эта информация может использоваться и используется в смежных науках — физиологии, биохимии и т. д.

Она способствует возникновению и развитию новых направлений в теории и практике строительства (безопорные перекрытия стадионов), технологий (необходимость изготовления снарядов, инвентаря, оборудования из искусственных материалов, отвечающих требованиям мирового спорта), создании искусственных покрытий (лыжных трасс, трамплинов, ледяных катков).

В социальной жизни, в системе образования, воспитания, в сфере организации труда, повседневного быта, здорового отдыха, физическая культура проявляет свои воспитательные, образовательные, оздоровительные, экономические и общекультурные функции, способствует возникновению такого социального течения, как физкультурное движение, т. е. совместной деятельности людей по использованию, распространению и приумножению ценностей физической культуры.

Физическая культура призвана выполнять ряд специфических функций:

*образовательная* — получение знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, способность их творческого использования для личного и профессионального развития;

*прикладная* — повышение специфической физической подготовленности и работоспособности для трудовой деятельности и воинской службы средствами профессионально-прикладной физической культуры;

*спортивная* — достижение максимальных результатов в избранном виде спорта;

*рекреативная* — организация содержательного досуга;

*оздоровительно-реабилитационная* — предупреждение утомления и восстановление временно утраченных функциональных возможностей организма.

Приведенные функции физической культуры могут удовлетворить запросы и потребности в физкультурной деятельности любого человека.

В современных системах физического воспитания все более видное место занимает *спорт*. Это объясняется особой действенностью спорта как средства и метода физического воспитания, его популярностью, широчайшим развитием в последние десятилетия международных спортивных связей, неуклонно возрастающей общекультурной и престижной значимостью спорта.

Несмотря на то, что спорт без соревновательной деятельности не существует, его функции не исчерпываются достижениями чисто состязательных целей. Спорт представляет собой эффективное средство для

совершенствования человека, преобразования его духовной и физической природы в соответствии с запросами общества, является действенным фактором воспитания и самовоспитания.

Социальная ценность спорта заключается и в том, что он является средством этического, эстетического, нравственного воспитания личности.

Достижимый в процессе занятий спортом повышенный уровень функциональных возможностей организма и создаваемый одновременно фонд полезных умений и навыков могут в значительной мере предопределить ускоренное усвоение спортсменом профессионально-трудовой, военной и иной социально нужной деятельности.

Велико значение спорта как своего рода эталона оценки человеческих возможностей. «Спортивный эталон» предполагает использование спортивной деятельности в качестве модели для изучения максимальных возможностей человеческого организма при физических и психических напряжениях в экстремальных условиях и обладает широкими возможностями для развития познавательных способностей человека.

Спорт интересен как эмоционально насыщенное зрелище. Зрелищная сущность спорта незаурядна. Она способствует привитию интереса к занятиям физической культурой и спортом, внедрению их в образ жизни. Современные технические средства коммуникаций способствовали тому, что аудитория спортивных зрелищ, как никогда прежде расширилась, а это увеличило неординарное влияние спорта на эмоциональный мир человечества.

При характеристике социальной роли спорта важно иметь в виду его немалое экономическое значение. Материальные вложения общества в развитие спорта многократно окупаются, прежде всего, повышением общего уровня работоспособности, укреплением здоровья, увеличением продолжительности жизни человека. Экономически значимы и финансовые доходы, получаемые от спортивных зрелищ, эксплуатации спортивных сооружений, продажи спортивного инвентаря, оборудования, атрибутики, издательской и научной деятельности.

Спорт считают одним из средств социализации личности. Непосредственно в процессе спортивной деятельности возникают разнообразные специфические отношения соперничества и содружества отдельных спортсменов, между командами, организаторами, спортивными арбитрами и т. д., которые так или иначе включены в систему социальных отношений, выходящих за рамки спорта. Совокупность всех этих отношений составляет основу формирующего влияния спорта на личность, становление социального опыта.

## **2.5. Физическая культура личности студента**

Физическая культура по праву является одной из составляющих культуры человека вообще. Одно из определений понятия «культура» — степень раскрытия потенциальных возможностей личности в различных

областях ее деятельности. Индивидуальный уровень общей культуры человека можно охарактеризовать его поведением, поступками и действиями на текущий момент времени. Насколько раскрыты созидательные возможности человека, мы судим по его духовным ценностям, по его действиям в социальной среде как носителя существующих и создателя новых культурных ценностей для самосовершенствования и развития культуры будущих поколений. Логично, что по ходу жизни уровень культуры личности должен постоянно повышаться, так как человек приобретает новые знания, жизненный опыт, приобщается к общечеловеческим духовным ценностям. Все это происходит в процессе жизнедеятельности человека.

Подобным образом, то есть процессом воздействия на человека, можно повысить и уровень его физической культуры. Такой процесс в сфере физической культуры имеет два направления — физкультурное образование и физическое воспитание. Целью физкультурного образования является усвоение теоретических основ дисциплины, формирование устойчивой мотивации к здоровому и продуктивному стилю жизни, а также потребности в физическом самосовершенствовании. Цель второго направления — сосредоточить все внутренние ресурсы организма на достижении поставленной цели. Значит, в его основе должна быть положена целесообразная двигательная деятельность в форме физических упражнений, позволяющих эффективно формировать необходимые умения и навыки, физические способности, оптимизировать состояние здоровья, повышать работоспособность. Сделать это можно только с помощью физического воспитания — педагогического процесса, направленного на эффективное решение этих задач.

Оба направления очень важны для формирования физической культуры человека, и отсутствие какого-либо из них негативно влияет на гармоничное развитие личности. Как бы хорошо ни был физкультурно образован человек, как бы много он ни знал о пользе физических упражнений для организма, как бы эмоционально он ни переживал, наблюдая спортивные состязания как зритель, если его жизнь никак не связана с целенаправленной двигательной деятельностью для поддержания и укрепления собственного здоровья, мы не можем характеризовать его как человека физической культуры. С другой стороны, достаточно традиционный путь освоения ценностей физической культуры с явным приоритетом телесного совершенствования и выполнения определенных зачетных нормативов — это лишь базис для достижения конечной цели. Эффективное воспитание физических качеств и двигательных способностей не может быть обособленным и независимым процессом. Оно непременно должно быть связано с другими сторонами воспитания человека — познавательной, нравственной, эстетической, трудовой.

Начальным этапом становления физической культуры личности является формирование *ценностно-смыслового* отношения человека к своей физической форме. Сюда входит знание студентом своего физического развития и здоровья, умение оценивать свои физические способности, а также положительный настрой на физкультурно-оздоровительную деятельность.

Следующий этап — *преобразовательный*. Это собственно *познавательная и физкультурно-спортивная* деятельность. Цель педагога по

физической культуре — поэтапно, в процессе освоения предмета оказать помощь студентам в своем самопознании и самоопределении в физкультурно-оздоровительной деятельности. Студент должен иметь возможность оценить свое физическое развитие, сравнить его со сверстниками и контролировать свою деятельность в сфере физической культуры в соответствии с требованиями учебной программы дисциплины.

Личный образовательный уровень и позитивный опыт преобразования физического потенциала молодых людей создаст фундамент для перехода на последний — *творческий* — этап *самореализации* студентов и выпускников вузов в сфере физической культуры.

За время обучения в высшем учебном заведении студент должен пройти через все этапы становления физической культуры личности. Безусловно, поступая в вуз, абитуриент уже имеет определенный уровень личной физической культуры, характеризующийся общим физическим состоянием личности, физической подготовленностью, физическим совершенством, знаниями из области физической культуры. Однако контингент поступающих в вузы не однороден по возрасту, социальному статусу, опыту физкультурно-спортивной деятельности. Кроме того, учащимся старших классов сельских школ зачастую не преподают вообще уроки физической культуры. Поэтому роль дисциплины «Физическая культура» в вузе значительно выше, так как здесь она и преподается на более высоком уровне, и воспринимается студентом более осознанно, с пониманием значения результатов физического воспитания и физкультурного образования в дальнейшей жизни человека.

Каким должен быть человек, имеющий достаточно высокий уровень физической культуры? Это, прежде всего, человек свободный, способный к самоопределению в сфере физической культуры. Он может самостоятельно выбирать пути реализации социальной программы физической культуры, движение по которым должно воплощаться в специальных физкультурных знаниях и убеждениях, физических качествах и способностях, а также в выработавшихся на их основе навыках, привычках и потребностях. Лишь в этом случае личность воспринимает образование в сфере физической культуры как составляющую собственного стиля жизни, как фактор самообразования и самосовершенствования и подчиняет образование целям личностного роста. Этому способствуют широкие возможности свободного выбора физкультурной деятельности для студентов.

Стремление к самопознанию психофизических возможностей, пониманию красоты человеческого тела и спортивных движений, а также к пониманию автономии своего внутреннего мира ведет к формированию творческой индивидуальности человека высокого уровня физической культуры. Обычно такие люди не довольствуются достигнутыми результатами, а постоянно стремятся к созиданию нового. Причем их творческий настрой не ограничивается лишь физическим самосовершенствованием и охватывает другие сферы жизни — труд, быт, общение, организацию отдыха.

Как правило, результатом подобных усилий становится сформированная потребность в саморазвитии, достаточно большой объем усвоенных знаний,

двигательных умений и навыков, развитое аналитическое и интуитивное мышление, способность и стремление к жизнестворчеству.

Молодые люди должны знать, что причины многих человеческих ошибок и трагедий состоят в неумении покорять собственную натуру. Сфера физической культуры объединяет биологическое и социальное начала в человеке, помогает личности стать сильнее. Сильная личность — синтез ума, физического здоровья и воли. Безусловно, качества сильной личности нельзя приобрести в бесшабашном веселье, бесполезных развлечениях или поощрениях собственного эгоизма. Только благодаря осознанию природы повседневных забот и невзгод появляется уверенность в собственных силах и шанс их преодолеть.

Вузовская педагогическая практика показывает, что у студентов, включенных в систематические занятия по физическому воспитанию и проявляющих на этих занятиях достаточно высокую активность, вырабатывается определенный стереотип режима дня, наблюдается развитие социально ориентированных установок и более высокий жизненный тонус. Они в большей степени коммуникабельны, выражают готовность к сотрудничеству, ценят общественное признание, адекватно реагируют на критику в свой адрес. Этой категории студентов в большей мере присущи ответственность, чувство долга, добросовестность, собранность. Они более успешно взаимодействуют в работе, требующей систематического напряжения организма, им легче дается эффективный самоконтроль. Все это указывает на основательное положительное влияние регулярных физических нагрузок на характерологические особенности личности студентов.

Конечно, здесь важна мотивация, которая стимулирует и мобилизует личность на проявление двигательной активности. Какими могут быть мотивы? Это потребность в движениях и физических нагрузках, общение, дружеская солидарность, соперничество, подражание, эмоциональная разрядка, самоутверждение, веяния моды, способ развлечения, активный отдых и т. п. Безусловно, для студентов вузов одним из серьезных мотивов является долженствование — обязанность посещать занятия. Молодые люди должны обязательно находить для себя любые побудительные мотивы для занятий физическими упражнениями и выделять для этого время.

Современный ритм жизни требует от молодых людей все большего напряжения сил. Нервные, умственные и физические перегрузки, связанные с овладением сложной современной техники, стрессы профессионального и бытового характера ведут к нарушению обмена веществ, избыточному весу, к возникновению сердечно-сосудистых заболеваний. К тому же объем двигательной активности человека в течение дня сведен к минимуму: автоматизация, электроника и робототехника на производстве, автомобили, лифты, стиральные машины в быту обусловили недопустимый дефицит двигательной деятельности человека. Неблагоприятное влияние этих факторов на здоровье человека настолько велико, что внутренние защитные функции самого организма не в состоянии справиться с ними. Человеку нужна более высокая физическая активность и подготовленность. Поэтому чем дальше идет человечество в своем развитии, тем в большей степени здоровье человека будет

зависеть от уровня его физической культуры. Кардинально решить задачу повышения объема двигательной деятельности, минуя средства физической культуры, в настоящее время практически невозможно.

Для того чтобы оценить значение физической культуры, молодой человек должен осознать важность ее роли в своей жизни. И чем раньше он это поймет, тем большего сможет добиться и в своей личной жизни, и на профессиональном поприще.

## **2.6. Программно-нормативные основы учебной дисциплины, организация учебной работы**

### **2.6.1. Учебные занятия как обязательная и основная форма физической культуры**

Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования второго поколения предусматривает в цикле общегуманитарных и социально-экономических дисциплин выделение 408 учебных часов на дисциплину «Физическая культура» в обязательном базовом курсе на весь период обучения. Учебные занятия являются основной формой физического воспитания в вузе. Они включаются в учебные планы и расписание занятий по всем специальностям.

Свои образовательные и развивающие функции физическая культура наиболее полно осуществляет в целенаправленном педагогическом процессе физического воспитания (рис. 1.1). Включенное в систему образования и воспитания, начиная с дошкольных учреждений, оно характеризует основу физической подготовленности людей — приобретение фонда жизненно важных двигательных умений и навыков, разностороннее развитие физических способностей.



Рис. 1.1. Физическое воспитание как педагогический процесс

Программой по физической культуре предусмотрены следующие разделы: теоретический, практический и контрольный.

*Теоретический* раздел формирует мировоззренческую систему научнопрактических знаний в области физической культуры.

*Практический* раздел состоит из двух подразделов: *методикопрактического*, обеспечивающего овладение методами и способами физкультурно-спортивной деятельности для достижения учебных, профессиональных и жизненных целей личности, и *учебно-тренировочного*, содействующего приобретению опыта творческой практической деятельности, развитию специализации в физической культуре и спорте в целях достижения физического совершенства, повышения уровня функциональных и двигательных способностей, направленного формирования качеств и свойств личности.

*Контрольный* раздел определяет дифференцированный и объективный учет процесса и результатов учебной деятельности студентов. Контрольные занятия, зачеты обеспечивают оперативную, текущую и итоговую информацию о степени освоения теоретических и методических знаний-умений, состоянии и динамике физического развития, физической и профессионально-прикладной подготовленности каждого студента.

## **2.6.2. Распределение студентов по учебным отделениям для практических занятий**

Для проведения занятий по физическому воспитанию все студенты по результатам медицинского обследования распределяются по учебным отделениям: основное, спортивное и специальное. Распределение проводится в начале учебного года с учетом пола, состояния здоровья, физического развития, физической и спортивно-технической подготовленности, интересов студента. На основе этих показателей каждый студент попадает в одно из трех отделений для прохождения обязательного курса физического воспитания. Каждое отделение имеет определенное содержание и целевую направленность занятий.

В *основное учебное отделение* зачисляются студенты, отнесенные по результатам медицинского обследования к основной (не имеющие отклонений в состоянии здоровья) и подготовительной (имеющие незначительные отклонений в состоянии здоровья или слабо физически подготовленные) медицинским группам.

В *специальное учебное отделение* зачисляются студенты, отнесенные по данным медицинского обследования в специальную группу, т. е. имеющие определенные отклонения в состоянии здоровья, и лечебную, куда зачисляются студенты, имеющие тяжелые формы хронических заболеваний и студенты-инвалиды.

В *спортивное отделение* (группы курса спортивного совершенствования по видам спорта) зачисляются студенты основной медицинской группы, показавшие хорошую общую физическую и спортивную подготовленности желание углубленно заниматься и совершенствовать свое мастерство в одном из видов спорта.

Студентам *основного* учебного отделения предоставлено право выбора специализации по видам спорта на конкурсной основе. Такая форма проведения учебных занятий является наиболее прогрессивной. Студент становится активным участником учебного процесса. Повышается эффективность занятий.

Спортивно ориентированная программа для студентов основного учебного отделения, направленная на углубленное изучение отдельных видов спорта и современных двигательных комплексов (аэробика, атлетизм, футбол, баскетбол, плавание и др.), позволяет получать результаты от вида деятельности в условиях соревнований, контрольных тестов, формировать устойчивую потребность в регулярных занятиях избранным видом физических упражнений. Она оправдана для студентов, которые практически здоровы, но недостаточно подготовлены для занятий в отделении спортивного совершенствования, где ведется подготовка квалифицированных спортсменов.

Это совсем не значит, что спортивно ориентированная программа превращает проведение учебных занятий исключительно в спортивную тренировку в избранном виде. Эффект физического воспитания достигается благодаря правильно организованной физической активности, которая включает и общеразвивающие упражнения, и специфические упражнения в избранном виде спорта.

Во многих вузах функционируют спортивные секции по различным видам спорта, в которых занимаются студенты *курса спортивного совершенствования*. Чтобы быть принятым в спортивную секцию недостаточно только личного желания молодых людей. Здесь необходима определенная предварительная подготовленность или одаренность для занятий избранным видом спорта. Ведь, как правило, с этими группами студентов занимаются профессиональные тренеры.

Тренировочные нагрузки для студентов, занимающихся в спортивных секциях, значительно выше и по объему, и по интенсивности. Такие систематические тренировки требуют дополнительных затрат времени. Поэтому общий объем тренировочного времени в неделю у студентов-спортсменов может составлять 10–15 ч в неделю и выше. Студенты курса спортивного совершенствования не освобождаются от теоретических и методикопрактических занятий, выполняют обязательные требования и нормативы (тесты), установленные для основного отделения. Отдельные студенты, имеющие высокую спортивную квалификацию, могут быть переведены на индивидуальный график занятий избранным видом спорта со сдачей обязательных зачетных требований и тестов в установленные сроки.

Студенты *специального* отделения в зависимости от характера заболевания делятся на четыре группы: А, Б, В и лечебную.

Группа А комплектуется из студентов с заболеваниями сердечнососудистой, дыхательной и центральной нервной системы.

Группа Б формируется из студентов с заболеваниями органов пищеварения, печени, почек, половых органов, эндокринной системы. В эту группу входят и студенты с ослабленным зрением.

Группа В состоит из студентов с нарушением опорно-двигательного аппарата.

Лечебная группа комплектуется из студентов с ярко выраженными, существенными отклонениями в состоянии здоровья, в том числе инвалидов. Занятия с этой группой строятся по программе адаптивной физической культуры, по индивидуальным лечебным комплексам с учетом конкретных заболеваний. Для избирательного лечебно-профилактического воздействия физических упражнений места занятий оснащаются современными спортивными тренажерами. Занятия проводятся при строгом врачебно-педагогическом контроле.

Перевод студентов из одного учебного отделения в другое, осуществляется по их желанию только после успешного окончания семестра или учебного года. Перевод студентов в специальное учебное отделение по медицинскому заключению может проводиться в любое время учебного года.

### **2.6.3.**

### **Форма итогового контроля**

Студенты, выполнившие учебную программу, в каждом семестре сдают зачет по физической культуре, который предусматривает выполнение следующих требований:

посещение учебных занятий;

сдача теоретического и методико-практического разделов программы; сдача обязательных контрольных нормативов (весенний семестр) — бег

100 м, кросс 3 км для юношей и 2 км для девушек, подтягивание для юношей и поднимание-опускание туловища из положения лежа на спине для девушек (табл. 1.1).

Студенты специальной медицинской и лечебной групп сдают специальные контрольные нормативы, разработанные с учетом специфики заболеваний (табл. 1.2). Студенты, освобожденные от практических занятий, сдают теоретический раздел, пишут и защищают рефераты.

Таблица 1.1  
Обязательные тесты определения физической подготовленности

Характеристика направленности тестов	Женщины				Мужчины					
	Оценка в очках									
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. Тест на скоростносиловую подготовленность: бег 100 м, сек.	15,7	16,0	17,0	17,9	14,6	13,2	13,8	14,0	14,3	
2. Тест на силовую подготовленность: – поднимание и опускание туловища (девушки), кол. раз за 1 мин – подтягивание на перекладине (юноши), кол. раз	60 20	50	40	30		15 5	12	9	7	
3. Тест на общую выносливость: – бег 2000 м (девушки), мин, сек – бег 3000 м (юноши), мин, сек	12.15	10.15	10.50	11.15	11.50	14.00	12.00	12.35	13.10	13.50

Таблица 1.2 Контрольные упражнения для оценки физической подготовленности студентов специального учебного отделения

С емер	Упражнения	Требования
1 -6	Подтягивание (юноши) Сгибание и выпрямление рук в упоре (юноши) Отжимание в упоре на коленях (девушки) Прыжки через скакалку Упражнения с гантелями (юноши 3 кг, девушки 2 кг) Пресс: поднимание туловища (сед) из положения лежа на спине, руки за головой, ноги закреплены (девушки) Тест Купера Плавание (100 м без учета времени)	Положительная индивидуальная динамика результатов контрольных упражнений.

Если студент имеет выдающиеся спортивные достижения, он может быть освобожден от практических учебных занятий при официальном ходатайстве тренера и по согласованию со спортивным клубом при условии прохождения медицинского осмотра, сдачи контрольных нормативов и теоретического раздела. Посещение оздоровительных групп не освобождает студента от учебных занятий.

## **2.7. Организационно-правовые основы физической культуры и спорта**

Правовую основу физической культуры и спорта в РФ составляют нормативные акты, законы, указы и постановления, регулирующие ее деятельность. Особое место среди них занимает Конституция РФ (ст. 41), в которой закреплено право российских граждан на занятия физической культурой и спортом.

Основным законодательным документом в сфере физической культуры и спорта является Федеральный закон № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте», от 4 декабря 2007 г. Этот документ направлен на то, чтобы обеспечить всестороннее развитие человека, утвердить здоровый образ жизни, сформировать потребность в физическом и нравственном совершенствовании, создать условия для занятий любыми видами физической культуры и спорта, профилактики заболеваний, вредных привычек и правонарушений.

Законом гарантируются права граждан заниматься физической культурой и спортом, объединяться в физкультурно-спортивные организации. Система физической культуры, указывается в законе, должна быть направлена на то, чтобы организовать физическое воспитание населения с учетом интересов каждого человека.

Физическое воспитание в образовательных учебных заведениях должно проходить на основе государственных образовательных программ и внеучебной физкультурно-оздоровительной и спортивной работы. С обучающимися, имеющими отклонения в развитии, занятия должны проводиться в рамках индивидуальной программы реабилитации.

Администрация учреждений, предприятий обязана создавать работникам условия для реализации их права на занятия физической культурой, включая реабилитационные, профессионально-прикладные занятия в режиме рабочего дня, послетрудовое восстановление, профилактические занятия.

Муниципальные органы должны создавать условия для занятий физической культурой по месту жительства и в местах массового отдыха.

Работники физической культуры и спорта обязаны соблюдать нормы и правила безопасности при проведении занятий, не наносить вред здоровью, не проявлять жестокости и насилия.

К профессиональной педагогической деятельности в области физической культуры и спорта допускаются лица, имеющие документы установленного образца о профессиональном образовании.

# САМОКОНТРОЛЬ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ

## 3.1. Врачебный контроль, понятие, цель, задачи

Эффективность воздействия физических упражнений на организм человека зависит в первую очередь от правильно организованных учебнотренировочных занятий. Правильно организованные занятия предусматривают выполнение физических упражнений с учетом пола, возраста, состояния здоровья, уровня физического развития и физической подготовленности.

Неправильная организация занятий, пренебрежение методическими принципами, планирование физической нагрузки без учета состояния здоровья и индивидуальных особенностей занимающихся, отсутствие регулярных медицинских наблюдений не дадут желаемых результатов и могут нанести вред здоровью.

Знания основ врачебного, педагогического и самоконтроля помогут сделать объективные выводы о состоянии здоровья, уровне подготовленности и безопасно подобрать тренировочные нагрузки индивидуального двигательного режима.

*Врачебный контроль* — это комплексное медицинское обследование, проводимое совместно врачом и преподавателем физического воспитания с целью оценки воздействия на организм физических нагрузок, установления уровня функциональной готовности и на основании этого совершенствование учебно-тренировочного процесса.

Врачебное обследование подразделяется на первичное, вторичное и дополнительное.

*Первичное* обследование проводится, чтобы решить вопрос о допуске к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом.

*Медицинское обследование занимающихся.* Все занимающиеся физическими упражнениями и спортом по учебному расписанию, в учебных группах или самостоятельно должны проходить медицинские обследования: первичные — перед началом занятий; повторные — один раз в год для занимающихся по государственным учебным программам и в физкультурно-оздоровительных группах.

Программой медицинского обследования предусматривается:

1. Общий и спортивный анамнез (опрос) для получения следующих сведений: анкетные данные, особенности физического развития, перенесенные заболевания и травмы, жилищно-бытовые условия, режим питания, вредные привычки, образ жизни, занятия теми или иными формами физической культуры, спортом, степень двигательной активности, наличие спортивных разрядов, режим тренировки и т. д.

2. Наружный осмотр.

3. Антропометрические измерения.

4. Обследование нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем,

органов брюшной полости и др.

5. Проведение функциональных проб с дозированной физической нагрузкой и исследованием изменения частоты сердечных сокращений, дыхания (частота и объем), давления крови в исходном состоянии, на пике физической нагрузки и в восстановительном периоде после выполнения упражнений и др.

На основе этих показателей обследования каждый студент распределяется в одно из учебных отделений (основное, подготовительное, специальное, лечебное, спортивного совершенствования) для прохождения обязательного курса физического воспитания.

*Повторное* врачебное обследование назначается, чтобы убедиться, насколько соответствуют объем и интенсивность нагрузки состоянию здоровья, а также для того, чтобы корректировать учебно-тренировочный процесс.

*Дополнительные* врачебные обследования проводятся для того, чтобы решить вопрос о возможности приступить к учебно-тренировочным занятиям после перенесенных заболеваний и травм.

Контроль со стороны врачей за состоянием студентов, занимающихся избранным видом спорта в группах КСС (курса спортивного совершенствования), значительно строже и чаще (не менее 3–4 раз в год). Студенты, имеющие I спортивный разряд или спортивную квалификацию (КМС, МС, МСМК, ЗМС), обязательно состоят на учете во врачебно-физкультурном диспансере, где спортсмены регулярно подвергаются углубленному медицинскому обследованию с целью контроля за внутренней средой организма, состоянием сердечно-сосудистой системы в покое и ее реакцией на нагрузки разной интенсивности и продолжительности.

Основная цель врачебного контроля в процессе физического воспитания студентов вузов — содействовать максимальному использованию средств физической культуры и спорта для укрепления их здоровья, повышения функциональных возможностей и достижения ими высоких спортивных результатов. Главные задачи врачебного контроля — обеспечение правильности и высокой эффективности всех физкультурных и спортивных мероприятий, широкое использование физической культуры и спорта в интересах всестороннего развития, сохранения и укрепления здоровья студентов, активное влияние на планирование объема и интенсивности тренировочных нагрузок для студентов, занимающихся физическими упражнениями и спортом.

Врачебный контроль за физическим воспитанием студентов высших учебных заведений страны осуществляется врачами, работающими во врачебно-физкультурных кабинетах поликлиник вузов, под организационно-методическим руководством врачебно-физкультурных диспансеров.

### 3.2. Врачебно-педагогические наблюдения во время занятий

Врачебно-педагогические наблюдения — наблюдения врача совместно преподавателем за занимающимся в процессе занятий физической культурой.

При проведении врачебно-педагогических наблюдений выясняются условия проведения занятий; их содержание и методика; объем и интенсивность тренировочной нагрузки и соответствие ее подготовленности занимающихся; выполнение студентами гигиенических правил содержания одежды и обуви; ведение студентами дневника самоконтроля; выполнение мер профилактики спортивного травматизма.

Врачебно-педагогические наблюдения проводятся: до занятий, во время их проведения и после окончания. С помощью общепринятых методов определяется реакция организма на выполняемые тренировочные нагрузки. Вместе с этим учитываются внешние признаки утомления занимающихся, проводится опрос об их самочувствии.

Наблюдения, проводимые непосредственно на занятиях, позволяют дать врачебно-физиологическую оценку учебному занятию в целом и реакции организма студентов на нагрузку, что необходимо для совершенствования процесса физического воспитания. Эти наблюдения строятся на данных учета динамики наиболее доступных для исследования индивидуальных признаков и показателей у отдельных занимающихся (подсчет пульса и дыхания, измерение давления крови, динамометрия, характеристика внешних признаков утомления и т. д.), а также на исследовании характера эмоциональной окраски всего занятия, объема и последовательности выполнения физической нагрузки, соблюдении необходимых гигиенических правил и мер по предупреждению спортивного травматизма.

При правильно организованном и проведенном учебно-тренировочном занятии наблюдаются признаки благоприятной реакции организма, занимающегося на физическую нагрузку. Частота пульса, дыхания и давление крови постепенно повышаются к основной части занятия, затем, в заключительной части, — снижаются. Частота сердечных сокращений и величина максимального кровяного давления во время выполнения упражнений повышаются, при этом минимальное давление не изменяется или несколько снижается. В состоянии хорошей тренированности показатели пульса и давления крови изменяются параллельно друг другу; наблюдается укороченный восстановительный период, т. е. после окончания мышечной деятельности физиологические показатели быстрее возвращаются к исходному уровню, чем у нетренированных. Жизненная емкость легких и некоторые физиологические показатели остаются неизменными или повышаются в течение всего тренировочного занятия.

Постоянные врачебно-педагогические наблюдения позволяют обнаружить недочеты в организации и методике проведения занятий по физической культуре, совершенствовать планирование учебно-тренировочного процесса, помогают устранить причины, вызывающие чрезмерно большие нагрузки, переутомление, нарушение правил безопасности и санитарно-

гигиенических норм.

### **3.3. Педагогический контроль**

*Педагогический контроль* – процесс получения педагогической информации о влиянии занятий физическими упражнениями на результативность и работоспособность занимающихся, с целью повышения эффективности учебно-тренировочного процесса. Педагогический контроль учебного процесса по предмету «Физическая культура» осуществляют преподаватели кафедры физического воспитания. Для достижения цели здесь важен и необходим мониторинг – система мероприятий по наблюдению, анализу, оценке и прогнозу состояния здоровья, физического развития и физической подготовленности обучающихся.

У студентов, занимающихся физическими упражнениями, часто возникает вопрос о необходимом и достаточном уровне развития основных физических качеств: силы, ловкости, быстроты, выносливости. Какие показатели следует считать удовлетворительными, хорошими, отличными?

Критерием для такой оценки является основанное на педагогическом подходе тестирование двигательной подготовленности и физического состояния, которое включает измерение и оценку результатов деятельности для характеристики уровня развития двигательных качеств, двигательных навыков и технического совершенства. В сущности, любое упражнение, если заданы четкие условия его выполнения, можно рассматривать как тест. Поэтому разнообразие тестов на первый взгляд кажется неограниченным. Однако, так как упражнение-тест должно отвечать требованиям надежности, валидности, достоверности, объективности и максимальной простоты, перечень двигательных упражнений, способных служить критерием объективной оценки двигательных возможностей, значительно сужен. Кроме того, при тестировании исключено использование сложных и дорогостоящих технических средств и необходимо соблюдение техники безопасности – выполнение тестовых упражнений должно исключать травмы.

Периодическое использование одних и тех же тестов дает возможность педагогу сравнивать динамику физической подготовленности в процессе занятий. Безусловно, результаты тестирования двигательных способностей студентов не должны доминировать при аттестации студентов по предмету, а построение программы учебного процесса не должно сводиться к подготовке к их сдаче.

### 3.4.

### Самоконтроль

Самоконтроль является еще одной формой контроля человека за собственным физическим состоянием. Он состоит из простых общедоступных приемов наблюдения. Причем именно самоконтроль может помочь человеку, самостоятельно занимающемуся физическими упражнениями, уберечься от нежелательных отклонений в состоянии здоровья и, в случае наблюдения первых отрицательных симптомов, обратиться к специалистам за консультацией и помощью. Поэтому зачастую для самостоятельно занимающихся физическими упражнениями такая форма контроля физического состояния становится основной.

Наиболее удобная форма фиксации результатов самоконтроля – ведение личного дневника контроля физического состояния. Регулярное ведение дневника позволяет определить эффективность занятий разными тренировочными средствами, оптимально планировать величину и интенсивность нагрузок, режим чередования нагрузок и отдыха. Для этого в дневнике должны быть отражены субъективные и объективные показатели состояния человека, а также объемы и качество выполняемой им физической нагрузки. В дневнике необходимо также отмечать факты нарушения режима и влияние таковых на общую работоспособность.

К субъективным характеристикам можно отнести оценку своего самочувствия, сна, аппетита, настроения. После правильно организованных и методически грамотно выполненных оздоровительных физических нагрузок человек не должен чувствовать головную боль, быть слишком вялым, разбитым, а ощущение усталости должно приносить чувство удовлетворения от выполненной работы. При ощущениях психологического и физического дискомфорта в процессе или после окончания занятия следует обратиться за консультацией к специалистам. Это могут быть и профессиональные тренеры в избранном виде спорта, и спортивные врачи, и участковые терапевты. Как правило, систематические умеренные физические нагрузки дают человеку заряд положительной энергии, сопровождающийся чувством эйфории, настроенности на будущие занятия, а дневной и ночной сон характеризуются быстрым засыпанием и бодрым самочувствием после пробуждения.

Некоторые отклонения в самочувствии и физическом состоянии после тренировок вполне объяснимы и не должны пугать человека, а тем более подвигать его к прекращению занятий. Что касается аппетита, то непосредственно после окончания физической нагрузки чувство голода может быть угнетено благодаря выделению в кровь эндорфинов (гормонов гипофиза) в процессе физической нагрузки, повышенная концентрация которых сохраняется еще некоторое время после ее завершения. Это состояние можно эффективно использовать для уменьшения веса за счет снижения объема употребляемой пищи. Следует отметить, что многие спортсмены, несмотря на большие физические нагрузки, ограничивают свой рацион питания. Не только гимнасты,

фигуристы и представители других сложнокоординационных видов спорта придерживаются строгой диеты – спортсмены циклических видов спорта (лыжные гонки, биатлон, легкая атлетика, лыжное и кроссовое ориентирование и др.) часто ограничивают себя в питании с целью сохранения «ночного» веса. Безудержное утоление жажды после физических нагрузок тоже не рекомендуется – куда более рационально употребление жидкости небольшими глотками и постепенно (1–2 стакана).

Незначительные болевые ощущения в мышцах, особенно на первых стадиях занятий, после выполнения новых видов физических упражнений или длительных перерывов вполне естественны и практически неизбежны. Обычно они не являются следствием физических травм и после 7–10 дней регулярных занятий проходят, когда мышцы полностью адаптируются к предлагаемым физическим упражнениям. А вот если появляются боли в суставах, необходимо сразу обратить на это внимание, так как они могут явиться следствием травм или перегрузок опорно-двигательного аппарата.

Объективные показатели – доступные в домашних условиях функциональные показатели сердечно-сосудистой системы (ЧСС, артериальное давление, частота дыхания), возможные антропометрические изменения (вес, объемы разных частей тела), результаты самостоятельного проведения контрольных тестов и испытаний физической подготовленности.

### **3.5. Методика самоконтроля физического развития**

*Физическое развитие* оценивается с помощью антропометрических измерений. Они дают возможность определять уровень и особенности физического развития, степень его соответствия полу и возрасту, имеющиеся отклонения, а также уровень улучшения физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями и различными видами спорта.

Антропометрические измерения следует проводить периодически в одно и то же время суток, по общепринятой методике, с использованием специальных стандартных проверенных инструментов.

При массовых обследованиях и проведении самоконтроля измеряются длина тела (рост) стоя и сидя, вес, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких, сила кисти сильнейшей руки, становая сила.

*Рост* (длина тела). Наибольшая длина тела наблюдается утром. Вечером, а также после интенсивных занятий физическими упражнениями рост может уменьшиться на 2 см и более. После упражнений с отягощениями и штангой длина тела может уменьшиться на 3 см и более из-за уплотнения межпозвоночных дисков. Длина тела уменьшается за счет уплотнений межпозвоночных дисков, утомления мышц туловища, от уплощения сводов стопы.

*Вес тела* — объективный показатель для контроля за состоянием здоровья. Он изменяется в процессе занятий физическими упражнениями, особенно на начальных этапах, затем стабилизируется.

При определении веса исследуемый должен стоять неподвижно на середине площадки весов. Контроль за весом тела целесообразно проводить утром, натощак. Показатель веса фиксируется с точностью до 50 г.

Есть разные способы определения нормального веса. Чтобы узнать каким должен быть нормальный вес человека, нужно из величины роста, выраженного в сантиметрах, вычесть определенное число:

от 155 до 165 см вычитается 100;

от 166 до 175 см вычитается 105;

от 176 см и выше вычитается 110.

Следует отметить, что этот показатель применим для определения «идеального» веса мужчин нормальной конституции, правильного телосложения. У худощавых, плоскогрудых юношей вес будет меньше расчетного, у широкоплечих, с развитыми поперечными размерами тела, — больше расчетного. Женщинам надо иметь несколько меньший вес, чем расчетный.

Значительные отклонения от «идеального» веса как в сторону уменьшения, так и увеличения свидетельствуют о недостатках в физическом развитии. И в том и в другом случае можно скорректировать свое развитие за счет регулярных занятий физическими упражнениями. При малом весе в основном нужно заниматься упражнениями с отягощениями для увеличения массы мышц, при большом весе — аэробными упражнениями на выносливость (ходьба, бег, велосипед, плавание) для уменьшения содержания жира в теле.

Для более точной оценки веса тела можно пользоваться росто-весовым показателем. Он определяется путем деления веса в граммах на рост в сантиметрах. Для женщин нормальной величиной является 325–375, для мужчин 340–400 г/см.

*Окружность грудной клетки* измеряется в трех фазах: во время обычного спокойного дыхания (пауза), максимального вдоха и максимального выдоха. Исследуемый разводит руки в стороны. Сантиметровую ленту накладывают так, чтобы сзади она проходила под нижними углами лопаток, спереди у мужчин по нижнему сегменту сосков, а у женщин — над молочной железой, в месте перехода кожи с грудной клетки на железу. После наложения ленты исследуемый опускает руки. При измерении максимального вдоха не следует напрягать мышцы и поднимать плечи, а при максимальном выдохе — сутулиться.

Разница между величинами окружностей при вдохе и выдохе характеризует экскурсию грудной клетки. Она зависит от морфоструктурного развития грудной клетки, ее подвижности, типа дыхания. Средняя величина экскурсии обычно колеблется в пределах 5–7 см.

*Кистевая динамометрия* — метод определения сгибательной силы кисти. Динамометр берут в руку циферблатом внутрь. Руку вытягивают в сторо-

ну на уровне плеча и максимально сжимают динамометр. Проводятся по два измерения на каждой руке, фиксируется лучший результат. Средние показатели силы правой кисти (если человек правша) у мужчин — 35–50 кг, у женщин — 15–25 кг; средние показатели силы левой кисти обычно на 5–7 кг меньше.

Оценивая результаты динамометрии, следует учитывать как абсолютную величину силы, так и соотношенную с весом тела. Относительная величина мышечной силы будет более объективным показателем, потому что рост силы в процессе тренировки в значительной мере связан с увеличением веса тела и мышечной массы.

Показатель мышечной силы можно определить на основе силового индекса. Например, сила правой руки (кисти) равна 52 кг, вес тела — 76 кг. Значит, для определения относительной величины силы кисти надо 52 умножить на 100 и разделить на 76. Получается 68,4 %. Для нетренированных молодых мужчин этот показатель составляет 60–70 % от веса тела, для женщин — 45–50 %.

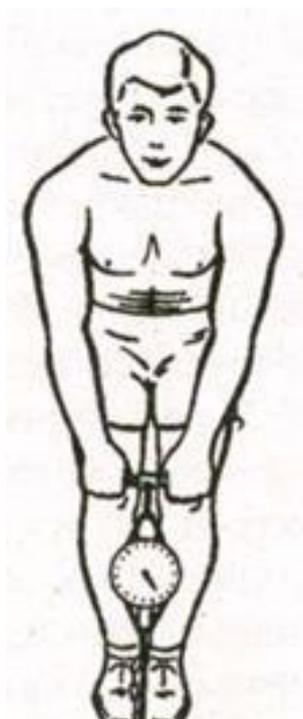


Рис. 2.1. Становая динамометрия

Оценивая мышечную силу при самоконтроле, следует учитывать, что в течение дня показатели силы изменяются. Так, наименьшая величина их бывает утром, наибольшая — к середине дня. К концу дня, в особенности после утомительной тренировки, мышечная сила падает. Поэтому определять силу нужно в одно и то же время, лучше утром перед началом тренировки. Неполное восстановление мышечной силы на другой день после занятия говорит о чрезмерности нагрузки. Снижение ее может наблюдаться также при недомогании, нарушении режима, ухудшении настроения и т. д.

*Становая динамометрия* — метод определения силы разгибателей туловища (рис. 2.1). Исследуемый становится на площадку со специальной тягой так, чтобы 2/3 каждой подошвы находились на металлической основе. Ноги вместе, выпрямлены, туловище наклонено вперед. Цепь закрепляется за крюк так, чтобы руки находились на уровне колен. Исследуемый, не сгибая ног и рук, должен медленно разогнуться, вытянув тягу. Становая сила взрослых мужчин в среднем равна 120–130 кг, женщин — 55–65 кг.

### 3.6. Самоконтроль за функциональным состоянием организма

Общепризнанно, что достоверным показателем функционального состояния организма преимущественно является характер регулирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем на физические нагрузки. При само-

контроле в процессе занятий физическими упражнениями используются наблюдения за ЧСС, уровнем артериального давления, некоторыми показателями дыхания.

**Частота сердечных сокращений** — количество сокращений сердца за одну минуту. Это наиболее легко измеряемый показатель работы сердечной мышцы, получить который самостоятельно довольно просто. Самыми распространенными для измерения являются четыре точки на теле человека: на поверхности запястья над лучевой артерией, у виска над височной артерией, на шее над сонной артерией и на груди, непосредственно в области сердца. Для определения ЧСС пальцы руки накладывают на указанные точки так, чтобы степень контакта позволяла пальцам чувствовать пульсацию артерии.



Рис. 2.2. Способы измерения ЧСС

Обычно ЧСС получают, используя правило математического соотношения, подсчитав число пульсаций за несколько секунд. Если необходимо знать ЧСС в покое, можно использовать для подсчета любой временной диапазон (от 10 с до 1 мин). Если же измеряется ЧСС в нагрузке, то чем быстрее зафиксировать пульсации за несколько секунд, тем точнее будет этот показатель. Уже через 30 с после прекращения нагрузки ЧСС начинает быстро восстанавливаться и значительно падает. Поэтому в практике спорта применяют немедленный подсчет количества пульсаций после прекращения нагрузки за 6 с, в крайнем случае, за 10 с, и умножают полученное число соответственно на 10 или на 6. Сравнительно недавно в спортивную практику внедрены пульсомеры — приборы, фиксирующие показатель ЧСС автоматически, без остановки спортсмена.

Частота пульса у людей индивидуальна. В состоянии покоя у здоровых нетренированных людей она находится в пределах 60–80 уд/мин, у спортсменов – 45–55 уд/мин и ниже. ЧСС выше в вертикальном положении тела по сравнению с горизонтальным, к тому же подвержена суточным колебаниям (биоритмам). Во время сна этот показатель снижается на 3–7 ударов, после приема пищи возрастает, в связи с увеличением поступления крови к органам брюшной полости. Повышение температуры окружающего воздуха тоже приводит к повышению ЧСС.

Но при нормальном состоянии организма и хорошем восстановлении после физических нагрузок, утром, в состоянии покоя этот показатель должен быть величиной практически постоянной. Резкое учащение или замедление пульса по сравнению с предыдущими измерениями, как правило, является следствием заболевания или переутомления. Причем важна не только частота сокращений сердца за минуту, но и ритм этих сокращений. Пульс можно считать ритмичным при условии, если число пульсаций за каждые 10 с в течение 1 мин не будет отличаться более чем на единицу. Если же различия составят 2–3 пульсации, то работу сердца следует считать аритмичной. При устойчивых отклонениях в ритме ЧСС следует обратиться к врачу.

Физическая нагрузка, даже небольшая, вызывает учащение пульсаций. Максимальные показатели ЧСС в нагрузке тоже индивидуальны и варьируют в пределах 175–215 уд/мин. Уровень тренированности здесь часто играет определяющую роль. Наивысшие показатели ЧСС в нагрузке имеют высококвалифицированные спортсмены в циклических видах спорта. Регулировать уровень интенсивности физической нагрузки можно по показателю ЧСС, исходя из следующих диапазонов: 100–130 уд/мин – умеренная интенсивность; 130–150 уд/мин – средняя интенсивность; 150–170 уд/мин – интенсивность выше средней; 170–200 уд/мин – высокая или предельная интенсивность.

Для контроля важно, как реагирует пульс на нагрузку и как быстро снижается до нормы после ее прекращения. После прекращения практически любой физической нагрузки частота сердечных сокращений должна быть примерно на уровне исходной (с разницей 2–4 уд/мин) не позднее чем через 10 мин. Если этого не происходит, значит, либо данная нагрузка была чрезмерной, либо работоспособность занимающегося не была восстановлена после предыдущих занятий до начала контрольной нагрузки.

**Артериальное давление.** Для измерения *артериального давления* пользуются тонометром и фонендоскопом. Тонометр включает: надувную резиновую манжету, ртутный или мембранный манометр. Как правило, артериальное давление измеряется на плече исследуемого, находящегося в сидячем или лежащем положении.

Для того чтобы правильно определить артериальное давление необходимо, чтобы манжета располагалась на уровне сердца (для исключения влияний гидростатического давления). Фонендоскоп накладывают ниже, в области локтевого сгиба. О систолическом и диастолическом артериальном давлении судят по характерным звукам. При нагнетании в манжете давления выше предполагаемого систолического плечевая артерия полностью сдавливается и кровоток в ней прекращается. Затем необходимо постепенно открывать клапан ручной груши, чтобы медленно снижать давление в манжете. Когда систолическое давление преодолевает давление в манжете, кровь проталкивается через сдавленную область артерии с короткими четкими тонами, сопровождаемыми каждым пульсовым ударом. Показание манометра в момент первого тона соответствует систолическому давлению исследуемо-

го. Диастолическое артериальное давление равно давлению в манжете, при котором тоны прекращаются.

Артериальное давление контрольной нагрузки человека зависит от его возраста, генетических факторов, влияния окружающей среды. Согласно статистики, полученной немецкими физиологами, у молодых здоровых людей пик кривой распределения величин систолического давления приходится на 120 мм рт. ст., диастолического — на 80 мм рт. ст. У большинства людей систолическое давление колеблется от 100 до 150 мм рт. ст., диастолическое — от 60 до 90 мм рт. ст.

В процессе физической нагрузки максимальное артериальное давление повышается. У спортсменов оно может достигать 200–250 мм рт. ст. и выше, при этом минимальное артериальное давление снижается до 50 мм рт. ст. и ниже. Восстановление показателей давления после прекращения тренировки в течение нескольких минут указывает на хорошую переносимость организмом данной нагрузки.

### **Функциональные пробы**

Диагностика функционального состояния занимающихся физическими упражнениями осуществляется путем использования различных функциональных проб (тестов). При любой функциональной пробе вначале определяют исходные данные, характеризующие ту или иную систему в состоянии покоя, затем данные этих показателей сразу после воздействия тестируемой нагрузки, и, наконец, — в период восстановления.

Состояние сердечно-сосудистой системы и ее приспособляемость к нагрузке можно оценить с помощью *функциональной пробы с 20 приседаниями (проба Мартине)*. Подсчитывается частота пульса в покое. Затем выполняется 20 глубоких и равномерных приседаний за 30 секунд (ноги на ширине плеч, приседая вытягивать руки вперед, вставая — опускать), подсчитывается частота пульса за первые 10 секунд. После этого определяется процент учащения пульса от исходного уровня. При учащении пульса менее чем на 50 % состояние сердечно-сосудистой системы оценивается как хорошее, на 50–75 % — удовлетворительное, более чем на 75 % — неудовлетворительное.

Очень важную информацию о степени тренированности сердечнососудистой системы дает время восстановления пульса до исходного уровня после приседаний. Для определения этого времени подсчет частоты пульса 10-секундными интервалами после приседаний продолжают до тех пор, пока он не вернется к исходному уровню. Время менее 60 секунд дает оценку «отлично», от 60 до 90 секунд — «хорошо», от 90 до 120 секунд — «удовлетворительно» и более 120 секунд — «плохо».

*Орто статическая проба* с использованием показателей ЧСС проводится следующим образом. Перед измерением необходимо спокойно полежать не менее 5–6 мин, затем измерить ЧСС в положении лежа и, встав, через 1 мин — в положении стоя. Нормальным является учащение пульсаций на 10–

12 уд/мин, удовлетворительным — до 20 уд/мин, а свыше 20 уд/мин —

неудовлетворительным. В последнем случае организм не справляется с предлагаемой нагрузкой, что сопровождается остаточным утомлением.

Для определения состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем, способности внутренней среды организма насыщаться кислородом используются показатели частоты дыхания, пробы Штанге, Генчи.

*Частота дыхания* – количество дыханий за 1 мин. Ее можно определить по движению грудной клетки. Средняя частота дыхания у здоровых лиц составляет 16–18 раз/мин, у спортсменов — 8–12 раз/мин. В условиях максимальной нагрузки частота дыхания возрастает до 40–60 раз/мин.

*Проба Штанге* (задержка дыхания на вдохе). После 5 минут отдыха сидя сделать вдох на 80–90 % от максимального и задержать дыхание. Время отмечается от момента задержки дыхания до ее прекращения. Средним показателем является способность задерживать дыхание на вдохе для нетренированных людей на 40–50 с, для тренированных — на 60–90 с и более. С нарастанием тренированности время задержки дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности — снижается. При заболевании или переутомлении это время снижается на значительную величину — до 30–35 с.

*Проба Генчи* (задержка дыхания на выдохе) выполняется так же, как и проба Штанге, только задержка дыхания производится после полного выдоха. Здесь средним показателем является способность задерживать дыхание на выдохе для нетренированных людей на 25–30 с, для тренированных — 40–60 с и более.

Таким образом, по объективным показателям сердечно-сосудистой дыхательной систем организма можно судить об эффективности выполняемых тренировочных программ и соответствии нагрузок возможностям человека. С ростом тренированности частота сердечных сокращений и дыхания в покое снижается, уменьшается также время восстановления после прекращения физической нагрузки. Низкая субъективная оценка своего самочувствия может также служить сигналом об ухудшении состояния организма, указывать на симптомы переутомления.

### **3.7. Самоконтроль за физической подготовленностью**

Для того, чтобы обеспечить контроль за уровнем физической подготовленности, необходимо, прежде всего, периодически контролировать состояние физических качеств: выносливости, мышечной силы, быстроты движений, гибкости и ловкости.

*Выносливость* — это способность длительно выполнять упражнения без снижения их интенсивности. Для самоконтроля общей выносливости рекомендуем самый доступный, популярный во всем мире 12-минутный беговой тест, разработанный американским врачом Купером. Во время выполнения теста нужно преодолеть (пробежать или пройти) как можно большее расстояние. При этом не разрешается перенапрягаться, и, если чувствуете одыш-

ку, нужно снизить темп бега или перейти на ходьбу, а когда восстановится дыхание, можно снова бежать. Желательно тест проводить на беговой дорожке стадиона, где легко рассчитать пройденную дистанцию. По нижеследующей таблице определяется степень подготовленности мужчин и женщин моложе 30 лет в зависимости от расстояния в километрах, пройденных за 12 минут (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Степень подготовленности мужчин и женщин моложе 30 лет в зависимости от расстояния в километрах, пройденных за 12 минут

Степень подготовленности	Мужчины	Женщины
Очень плохая	Меньше 1,6	Меньше 1,5
Плохая	1,6 — 1,9	1,5 — 1,84
Удовлетворительная	2,0 — 2,4	1,85 — 2,15
Хорошая	2,5 — 2,7	2,16 — 2,64
Отличная	2,8	2,64

Студенты, посещающие учебные занятия по физическому воспитанию, ежегодно весной и осенью сдают контрольные нормативы в беге на 3 км (юноши) и 2 км (девушки). Вместо 12-минутного теста Купера можно фиксировать в дневнике время пробегания этих дистанций. Для занимающихся самостоятельно можно измерять время пробегания своей традиционной дистанции или ее отрезка.

*Сила.* Некоторое представление о силе можно получить, выполняя следующие упражнения:

подтягивание на перекладине, сгибание рук в упоре лежа для оценки силы мышц рук и плечевого пояса;

поднимание туловища из положения лежа на спине в положение сидя (ступни ног закреплены, руки за головой) для оценки силы мышц брюшного пресса;

приседание на одной ноге, при этом другая нога и руки вытянуты вперед («пистолетик») для оценки силы мышц ног (рис. 2.3).

Критериями оценки скоростно-силовых способностей и силовой выносливости служат: число подтягиваний, отжиманий; время удержания висов; дальность бросков, прыжков и т. д.

Выполните, например, максимально возможное количество отжиманий от пола и запишите в дневник, сколько раз подряд вы смогли проделать это упражнение. Полученная величина будет контрольной. В дальнейшем, например 1 раз в 3 месяца, повторяйте эту процедуру, так со временем получится цепочка показателей, характеризующих способность к выполнению данного силового упражнения. По мере нарастания силы мышц рук и

плечевого пояса число повторений растет.

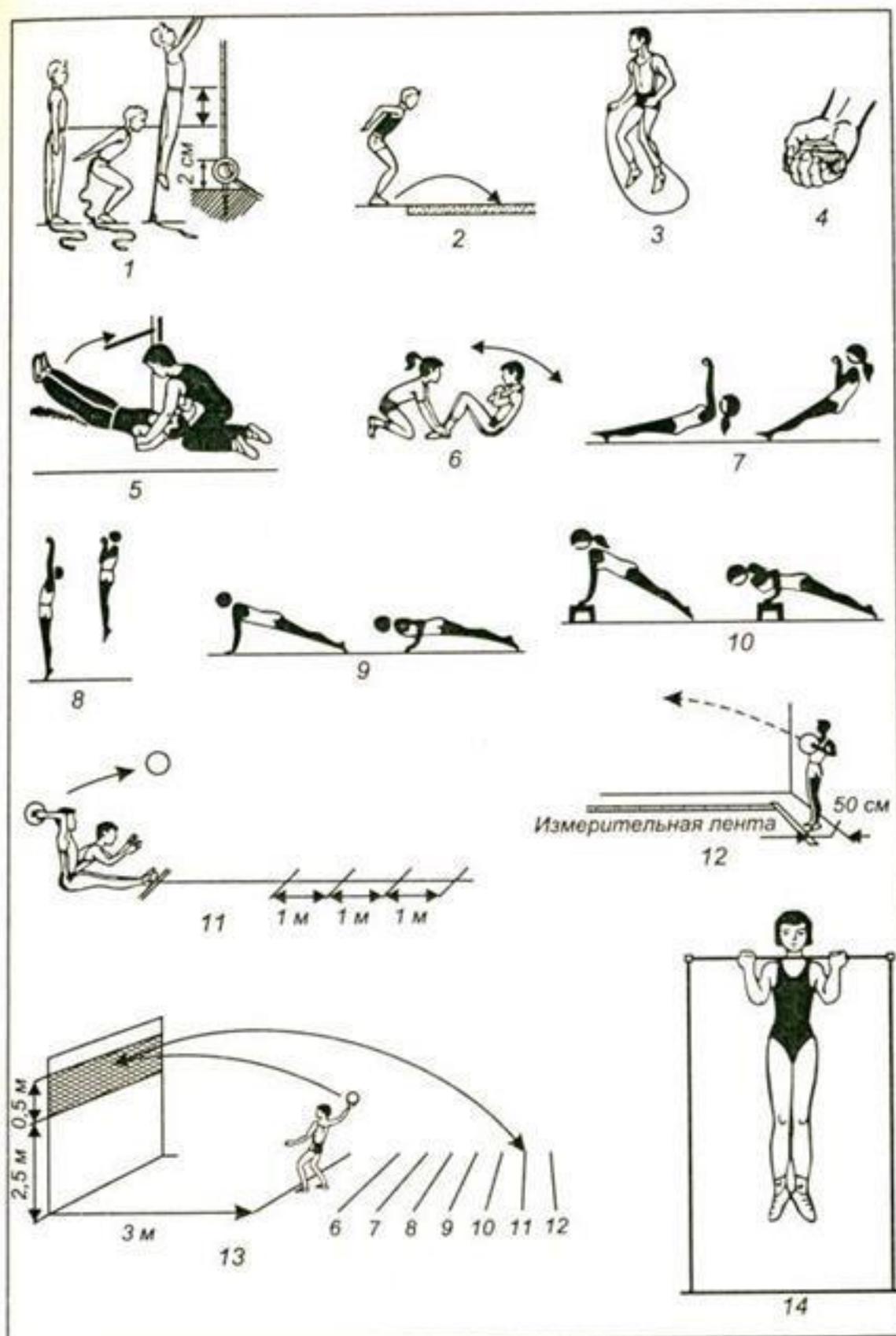


Рис. 2.3. Контрольные упражнения для оценки уровня развития силовых, скоростно-силовых способностей и силовой выносливости

Если вы ограничите время выполнения отжиманий 30 секундами, например, и постараетесь отжаться за этот срок как можно больше раз, то по количеству движений, а также по его динамике можно судить о скоростно-силовой выносливости.

О скоростно-взрывной силе мышц ног дает представление прыжок в длину с места.

Максимальную силу грудных мышц и мышц ног можно определить, выполняя упражнения: жим лежа на спине и приседание со штангой на плечах.

*Быстрота.* Проявления быстроты довольно изменчивы. Так, лучшие показатели ее отмечаются при хорошем функциональном состоянии организма, высокой работоспособности и при благоприятном эмоциональном фоне. По мере накопления усталости, а также под влиянием отрицательных эмоций, нарушения режима (недосыпание, алкоголь и т. д.) снижаются частота движений и их скорость, замедляется двигательная реакция, увеличивается число ошибочных движений, особенно при выполнении сложных действий.

Для контроля быстроты целостного двигательного действия можно использовать преодоление коротких дистанций с максимальной скоростью (бег 30, 60, 100 м).

Для оценки максимальной частоты движений рук, ног можно использовать простейшие формы теппинг-тестов в домашних условиях.

Для проведения теппинг-теста требуются бумага, карандаш и секундомер. По команде в течение 10 секунд наносите той рукой, которая у вас сильнее, карандашом точки на бумагу с максимальной частотой. Подсчитывая точки, ведите карандашом непрерывную линию, чтобы не сбиться. У студентов с хорошим функциональным состоянием двигательной сферы максимальная частота движений руки составляет 60–70 точек за 10 секунд.

Можно усложнить тест, разделив лист бумаги на четыре части и нанося точки в каждом из квадратов в течение 5 секунд. Смена квадрата происходит по сигналу без паузы. По истечении 20 секунд испытание прекращают. Если частота движений от квадрата к квадрату снижается, это указывает на недостаточную функциональную устойчивость двигательной сферы.

Показатели фиксируются в дневнике самоконтроля как исходные данные и в дальнейшем используются для оценки динамики параметров быстроты.

*Гибкость* (подвижность в различных суставах) зависит от многих факторов: эластичности мышц и связок, внешней температуры (при повышении температуры гибкость увеличивается), времени суток (утром гибкость существенно снижена). Тестирование должно проводиться после соответствующей разминки. Основными тестами гибкости являются простые контрольные упражнения: наклоны, «мост», шпагат, приседания и т. д. (рис. 2.4).

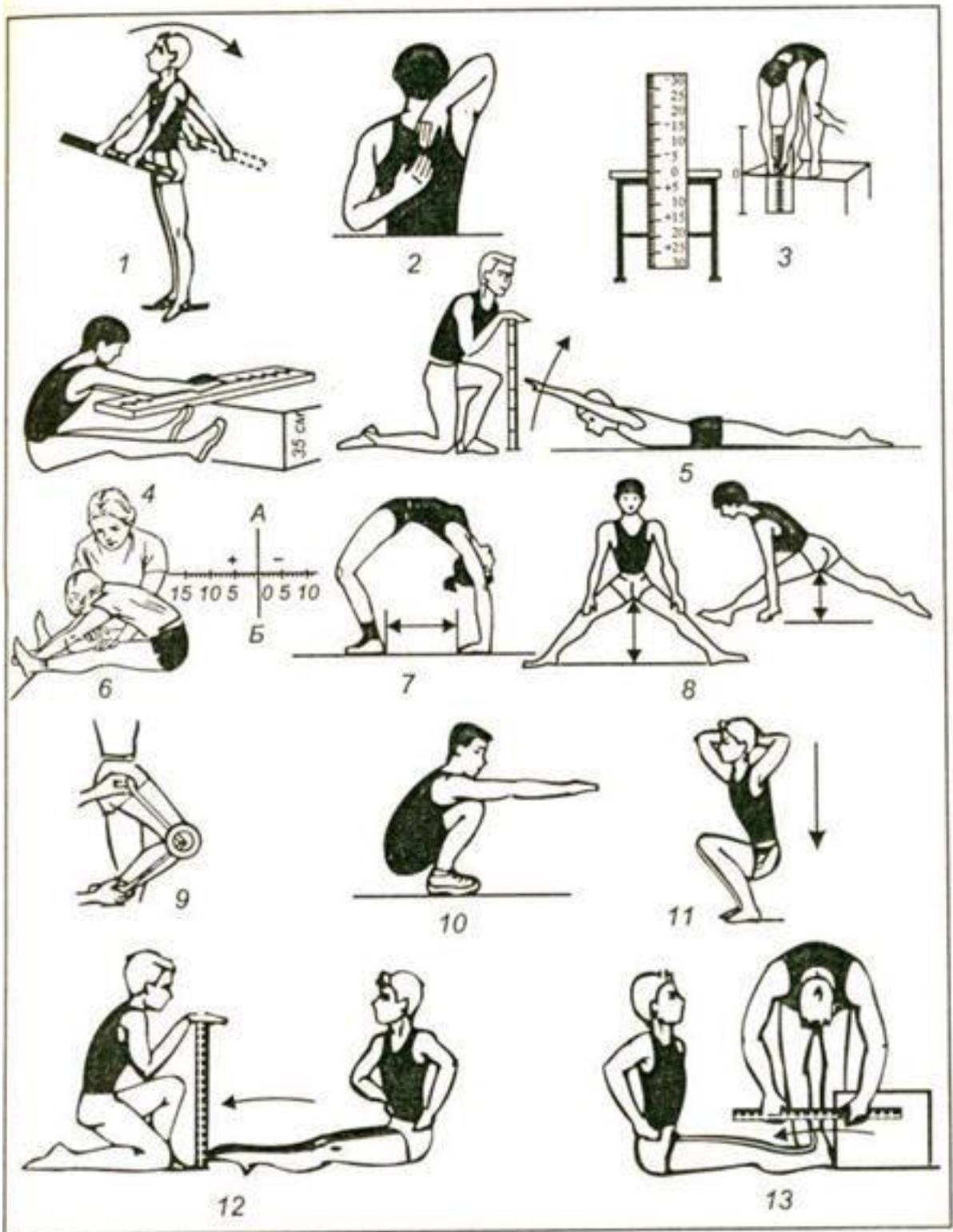


Рис. 2.4. Контрольные упражнения для оценки уровня развития гибкости

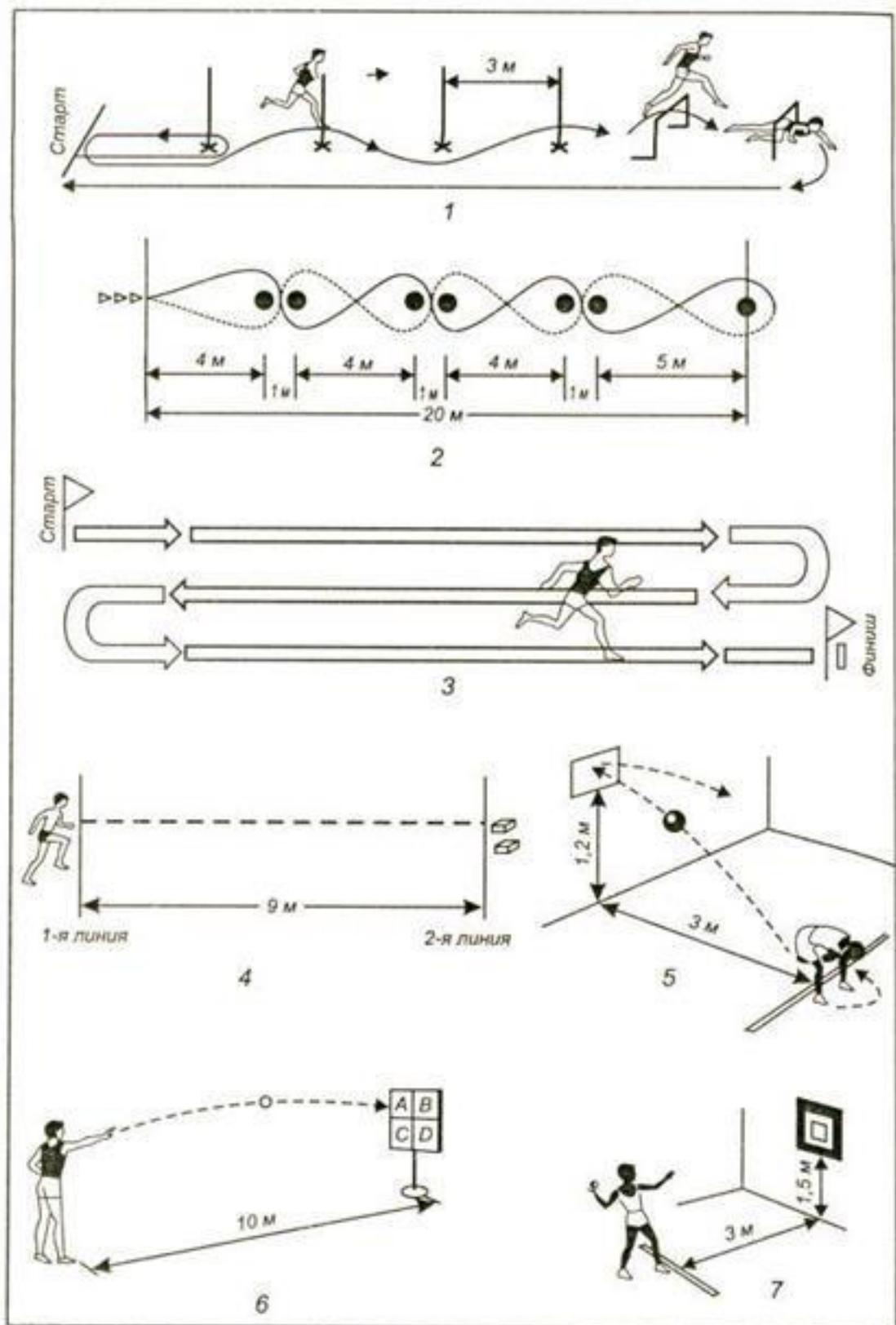


Рис. 2.5. Контрольные упражнения для оценки уровня развития координационных способностей

Одним из важнейших показателей гибкости является подвижность позвоночника. Поэтому рекомендуем определять ее в первую очередь. Для этого нужно встать на табурет и наклониться до предела вперед, не сгибая ног в коленях и опустив руки. Измеряется расстояние от конца среднего пальца кисти до площадки, на которой стоите. Если вы достаете пальцами до площадки (будем считать ее нулевой отметкой), то подвижность позвоночника удовлетворительная. Если при наклоне пальцы будут ниже нулевой отметки, подвижность оценивается как хорошая и ставится знак «плюс» (например, +5 см). Если пальцы не достают до горизонтальной плоскости, то подвижность позвоночника оценивается как недостаточная. В этом случае данные измерения записываются со знаком «минус» (например, –10 см). Аналогично можно оценить подвижность позвоночника при наклонах влево и вправо.

*Ловкость* (координационные способности). Это качество характеризуется хорошей координацией и высокой точностью движений. Ловкий человек довольно быстро овладевает новыми движениями и способен к их быстрой перестройке. Ловкость зависит от деятельности анализаторов (прежде всего двигательного), а также от пластичности центральной нервной системы. Контрольными упражнениями (тестами) для оценки ловкости могут быть: бег

«змейкой», челночный бег 3x10 м, челночный бег 4x9 м с последовательной переноской предмета (мяч, фишка) за линию старта, метание мяча в цель (рис. 2.5).

### **3.8. Дневник самоконтроля**

Результаты самоконтроля рекомендуется фиксировать в *дневнике самоконтроля*, чтобы была возможность их периодически анализировать самостоятельно или совместно с преподавателем, тренером и врачом.

Дневник самоконтроля помогает занимающимся лучше познать самого себя, приучает их следить за собственным здоровьем; позволяет своевременно заметить степень усталости от умственной работы или физической тренировки, опасность переутомления и заболевания; определить, сколько времени требуется для отдыха и восстановления умственных и физических сил; какими средствами и методами при восстановлении достигается наибольшая эффективность. Студентам, занимающимся физическими упражнениями по учебной программе организованно или самостоятельно в оздоровительных целях, можно рекомендовать форму дневника, представленную в таблице 2.2.

Кроме показателей, указанных в примерной форме дневника, необходимо периодически дополнительно отмечать результаты наблюдения за ростом, жизненной емкостью легких и физической подготовленностью не реже одного раза в семестр. За весом, окружностью грудной клетки, развитием силы и состоянием дыхательной системы (пробы Штанге и Генчи) — один раз в месяц. Показатели, которые выражаются в цифрах, полезно представлять в виде графиков.

Таблица 2.2  
Примерная форма дневника самоконтроля

Показатели	Дата							
	3.03	4.03	5.03	6.03	7.03	8.03	9.03	0.03
Самочувствие								
Сон								
Аппетит								
Пульс (уд/мин): до тренировки, после тренировки								
АД (мм рт. ст.): до тренировки, после тренировки								
Вес, кг								
Нарушения режима								
Болевые ощущения								
Тренировочные нагрузки								
Спортивные результаты								

Девушкам и женщинам рекомендуется включать в дневник самоконтроля протекание менструального цикла, его начало, продолжительность, периодичность, наличие болевых ощущений и др. Нормальная продолжительность овариально-менструального цикла 21–36 дней. В норме она составляет 27–28 дней, характеризуется устойчивой продолжительностью, отсутствием болевых ощущений и отклонений в самочувствии. Однако в отдельных случаях могут наблюдаться вялость, повышенная утомляемость, отсутствие желания заниматься физическими упражнениями.

## СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

### 4.1. Организм как единая саморазвивающаяся саморегулирующаяся система

Социально-биологические основы физической культуры — это принципы взаимодействия социальных и биологических закономерностей в процессе овладения человеком ценностями физической культуры.

Углубленное и всестороннее изучение какого-либо феномена, в том числе физической культуры, невозможно без привлечения знаний из других смежных

дисциплин, позволяющих создать целостное представление об этом предмете.

При организации процесса физического воспитания большую роль играют знания комплекса медико-биологических, социально-психологических, педагогических (анатомия, физиология, биология, гигиена, педагогика, психология, социология) и многих других наук. Без знания строения человеческого тела, закономерностей деятельности отдельных органов и функциональных систем организма, особенностей протекания сложных процессов жизнедеятельности, невозможно должным образом организовать процесс формирования здорового образа жизни, физической и спортивной подготовки.

При изучении органов и функциональных систем организма исходят из принципов целостности и единства организма с внешней окружающей и социальной средой. Целостность организма, находящегося во взаимодействии с окружающей средой, обеспечивается нервной системой и её ведущим органом — корой головного мозга. Кора головного мозга весьма тонко улавливает изменения внешней среды, а также внутреннего состояния организма и своей деятельностью обеспечивает приспособление организма к окружающей среде и его активное воздействие на окружающую среду.

Все его органы связаны между собой и взаимодействуют благодаря нервной, кровеносной, лимфатической и эндокринной систем. Нарушение деятельности одного из органов приводит к нарушению деятельности других органов, т. е. организм представляет собой неразрывное целое, существующее в определенных, постоянноизменяющихся условиях окружающей среды.

*Организм — единая саморегулирующаяся и саморазвивающаяся биологическая система, функциональная деятельность которой обусловлена взаимодействием психических, двигательных и вегетативных реакций на воздействие окружающей среды.*

*Саморегуляция* организма заключается в том, что любое отклонение от нормального состава внутренней среды организма автоматически включает нервные и гуморальные (посредством жидкой среды) процессы, возвращающие состав внутренней среды к исходному уровню. Внутренняя среда организма, в которой живут все его клетки, — это кровь, лимфа, межтканевая жидкость, характеризуется относительным постоянством различных показателей (гомеостаз).

*Гомеостаз — совокупность реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление относительного динамического постоянства внутренней среды и некоторых физиологических функций организма человека (кровообращения, обмена веществ, терморегуляции и др.).* Этот процесс обеспечивается сложной системой координированных приспособительных механизмов, направленных на устранение или ограничение факторов, воздействующих на организм, как из внешней, так и из внутренней среды. Приспособительные механизмы позволяют организму сохранять постоянства состава, физико-химических и биологических свойств внутренней среды, несмотря на изменения во внешнем мире. К постоянным показателям гомеостаза относятся: температура внутренних отделов тела, сохраняемая в пределах 36–37° С; кислотно-основное равновесие крови, характеризуемое величиной  $pH = 7,4-7,35$ ; осмотическое давление крови — 7,6–7,8 атм.;

концентрация гемоглобина в крови — 130–160 г·л<sup>-1</sup> и др.

Человеческий организм — сложная *саморазвивающаяся* биологическая система, в которой непрерывно идет рост и размножение клеток, обмен веществами энергии, процессы возбуждения и торможения, ассимиляции и диссимиляции. Огромное количество клеток, каждая из которых выполняет только свои, ей присущие функции в общей структурно-функциональной системе организма, снабжается питательными веществами и необходимым количеством кислорода для осуществления жизненно необходимых процессов энергообразования, выведения продуктов распада, обеспечения различных биохимических реакций жизнедеятельности и т. д., в целом осуществляя процессы роста, самообновления и саморазвития целостного организма.

#### 4.2. Основные анатомо-морфологические понятия

*Организм* — единая, целостная, сложно устроенная саморегулирующаяся живая система, состоящая из органов и тканей. Органы построены из тканей, ткани состоят из клеток и межклеточного пространства.

*Клетка* — это живая саморегулируемая и самообновляемая система, являющаяся основой строения, развития и жизнедеятельности всех живых и растительных организмов.

Клетки различны по форме, величине, функциональному значению. Несмотря на многообразие форм, клетки имеют общий план строения. Основными частицами клетки являются цитоплазма и ядро.

В ядре клетки расположены нитевидные образования — хромосомы. В состав хромосом входят молекулы сложного органического вещества — дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). В молекулах ДНК как бы записана особым химическим языком — генетическим кодом — наследственная информация.

*Цитоплазма* клетки неоднородна: в ней различают множество мельчайших структур — цитолемма, органеллы, цитоплазматические включения.

*Цитолемма* отделяет клетку от окружающей среды, регулирует обмен веществ в клетке и обеспечивает постоянство ее внутренней среды. К органеллам относятся рибосомы, митохондрии, лизосомы и др. структуры.

*Рибосомы* вырабатывают белок, причем специфический для каждого вида клеток (в мышечной клетке — мышечные белки: актин, миозин).

*Митохондрии* содержат макроэнергитические соединения и являются универсальным источником энергии. Лизосомы содержат большое количество ферментов и осуществляют внутриклеточное пищеварение.

Клетка построена из химических соединений неорганических и органических веществ.

Из неорганических соединений в клетках находится вода, углекислота, различные кислоты и соли. Для нормальной жизнедеятельности клетки необходимо, чтобы содержание в ней отдельных неорганических веществ, например минеральных солей, было строго определенным. Так, клетки сердечной мышцы могут выполнять работу только в условиях определенного

баланса ионов натрия, калия и кальция.

Роль органических веществ (белки, жиры, углеводы) в жизнедеятельности клетки многообразно. Одни из них являются строительным материалом живого организма, другие обеспечивают клетки энергией, третьи незаменимы в химических процессах, в передаче наследственных свойств организма.

Непрерывным условием жизни клетки являются непрерывный процесс обмена веществ с окружающей средой. В обмене веществ (метаболизме) выделяют два взаимосвязанных, но разно-направленных процесса — ассимиляция и диссимиляция.

*Ассимиляция* или анаболизм — совокупность процессов биосинтеза, определяющих образование веществ, нужных для замещения старых и построения новых клеток.

*Диссимиляция* или катаболизм — процесс расщепления сложных веществ на более простые, обеспечивающие энергетические и пластические потребности организма.

Процесс ассимиляции не всегда находится в равновесии с процессами диссимиляции. Так, в растущем организме процессы ассимиляции преобладают над процессами диссимиляции. Благодаря этому обеспечивается накопление веществ и рост организма. Во время мышечной деятельности напротив, усиливаются процессы диссимиляции. Это, в свою очередь, требует более значительного восполнения израсходованных источников энергии, что удается сделать посредством усиления питания. Если в течении длительного времени процессы диссимиляции преобладают над процессами диссимиляции организм истощается.

*Ткань* — совокупность клеток и межклеточного вещества, сходных по происхождению, строению и выполняемым функциям. различают ткани эпителиальные, ткани внутренней среды или соединительные, мышечные ткани инервную ткань.

Эпителиальные ткани выполняют защитные, секреторные функции. Защитная функция эпителиальной ткани заключается в том, что они, образуя наружный слой кожи, ее эпидермис, и выстилая изнутри все органы, предохраняют их от повреждений и проникновения в них микробов и других вредных веществ, а в желудочно-кишечном тракте — от разрушения его стенки пищеварительными соками.

Секреторная функция эпителиальной ткани заключается в том, что они, участвуя в образовании желез, вырабатывают секреты, например, пищеварительные соки (железы органов пищеварительной системы), жир (сальные железы), пот (потовые железы).

Соединительные ткани, или ткани внутренней среды, подразделяются на ткани с преобладанием трофических, опорных или защитных функций.

Трофическую, то есть питательную, функцию выполняют жидкие виды соединительной ткани — кровь и лимфа, которые участвуют в снабжении организма питательными веществами и кислородом, а так же в удалении продуктов обмена веществ и углекислоты.

Опорную функцию выполняют главным образом плотная

соединительная ткань (сухожилия, связки), хрящевая и костные ткани.

Мышечные ткани (гладкие, сердечные, поперечно-полосатые) осуществляют двигательные процессы в организме. Основным функциональным свойством мышечной ткани является ее сократимость, которая зависит от способности находящихся в клетках этой ткани сократимых структур изменять свою длину, становясь то короче и толще (сокращение, укорочение), то длиннее и толще (расслабление, удлинение).

Нервная ткань состоит из нервных клеток (нейронов) с их отростками и окончаниями этих отростков. Нервные клетки отростки которых идут к органам и несут к ним импульсы побуждающие их к деятельности (от спинного и головного мозга к мышцам и внутренним органам), называется двигательными, выносящими. Нервные клетки, отростки которых проводят импульсы от периферии к центру (от внутренних органов, мышц в спинной и головной мозг), являются чувствительными, приносящими.

*Орган* — это часть целостного организма (совокупность тканей), сложившаяся в процессе эволюционного развития и имеющая своеобразные положения, формы, размеры, внутреннее строение, специфические функции (сердце, легкие, печень, и т. д.). В строении каждого органа принимает участие не одна какая-нибудь ткань, а различные виды тканей. Например, в образовании кости (как органа) принимает участие мышечная (в стенке кровеносных сосудов, питающих кость) и нервная (в образованиях, иннервирующих кость) ткани.

Органы, выполняющие общие функции и имеющие общие источники происхождения, образуют *анатомическую систему органов* (например, мышечную, пищеварительную, дыхательную, кровеносную).

Функциональное объединение систем и органов, имеющих различные источники происхождения — *анатомический аппарат* (опорно-двигательный, вестибулярный).

### **4.3. Опорно-двигательный аппарат**

Опорно-двигательный аппарат (ОДА) объединяет костную и мышечную систему, большое число парных и непарных костей, мышц, суставов, связок, мышечных сухожилий.

Твердой опорой тела человека является скелет, состоящий из костей и их соединений. При любых положениях тела (стоя, сидя, лежа) все органы опираются на кости скелета. Скелет защищает от повреждений более глубоко расположенные структуры (например, костный мозг, центральную нервную систему, сердце и др.). Движение костей возможны благодаря действию мышц, прикрепляющихся к ним.

Некоторые части скелета — позвоночник с его функциональными изгибами и суставы нижних конечностей совместно со связочно-мышечным аппаратом осуществляют амортизационные функции.

Помимо опорной, защитной и двигательной функций кости скелета имеют большое значение в минеральном обмене и кроветворении. Именно в костях содержатся основные запасы минеральных веществ организма (кальций,

фосфор, и др.), здесь они откладываются в случае их избытка, и отсюда они черпаются при необходимости.

Костный мозг, находящийся в костях, участвует в образовании форменных элементов крови (лейкоциты, эритроциты).

В живом организме кость на 50 % состоит из воды, в состав остальной части входят органические (12,4 %) и неорганические (21,85 %) вещества. Органическим веществом кости является оссеин, неорганическими веществами — известковые соли, а так же хлористый натрий. Неорганические вещества придают костям твердость, органические — гибкость и упругость.

Соотношение органических и неорганических веществ у людей неодинаково и может меняться в зависимости от возраста, условий питания, занятий спортом и пр. В детском возрасте относительное содержание органических веществ в костях больше, вследствие чего, они имеют меньшую твердость и большую гибкость; к старости относительное количество оссеина уменьшается, вместе с тем увеличивается хрупкость костей. Занятие физическими упражнениями способствует улучшению таких механических свойств кости, как сопротивляемость на излом, изгиб, сдавливание, растяжение, скручивание. Следует знать, что как недостаточная, так и избыточная физическая нагрузки тормозят рост костей.

Подвижные соприкосновения костей в области их соприкосновения образуют сустав (локтевой, коленный и др.). На одной из костей, образующий сустав, находится суставная впадина, на другой — соответствующая ей по форме головка. Соединяющиеся в суставе поверхности костей покрыты слоем гиалинового хряща, облегчающего движение одной кости, относительно другой. Эластичность хряща в суставах способствует смягчению ударов и сотрясений при ходьбе, прыжках и других движениях.

Сверху сустав покрыт специальной оболочкой — суставной сумкой. Полость сустава герметически закрыта и имеет небольшой объем, зависящий от формы и размеров сустава. Она заполняется синовиальной (суставной) жидкостью, уменьшающей трение между суставными поверхностями при движении.

Важными структурными образованиями суставов являются внутрисуставные диски, мениски, связки. Внутрисуставные диски (хрящевые образования) обеспечивают большую подвижность в суставе. Мениски улучшают подвижность костей, амортизируют толчки и сотрясения, способствуют разнообразию движений.

Укрепляя суставы, связки одновременно играют роль тормоза, ограничивающего подвижность соединяющихся костей. С помощью физических упражнений можно увеличить эластичность связочного аппарата и степень подвижности в суставе. Степень подвижности суставов зависит от пола, возраста, индивидуальных особенностей, степени тренированности, окружающей температуры и даже время дня.

Отсутствие достаточной двигательной активности приводит к разрыхлению суставного хряща и изменению суставных поверхностей сочленяющихся костей, к появлению болевых ощущений, создаются условия для образования воспалительных процессов.

Кости и соединяющие их элементы составляют пассивную часть опорнодвигательного аппарата. *Мышечная система* является его активной частью.

Различают три вида мышц: гладкие мышцы внутренних органов, поперечнополосатые скелетные мышцы и особая поперечно-полосатая сердечная мышца.

*Гладкая* мышечная ткань выстилает стенки кровеносных сосудов и некоторых внутренних органов. Она обеспечивает сужение или расширение сосудов, осуществляет продвижение пищи по желудочно-кишечному тракту, сокращает стенки мочевого пузыря.

*Поперечно-полосатыми скелетные* и сердечная мышцы называются потому, что в поле микроскопа они имеют поперечную исчерченность.

*Поперечно-полосатая сердечная* мышца обеспечивает ритмическую работу сердца на протяжении всей жизни человека автоматически.

*Скелетные* мышцы обеспечивают сохранение положений тела в пространстве, участвуют в его движении, защищают расположенные под ними внутренние органы, и идущие между ними сосуды и нервы от внешних воздействий; при сокращении мышц выделяется тепловая энергия, поэтому они участвуют в поддержании постоянства температуры тела.

Основой мышц являются белки. Они составляют 80–85 % мышечной ткани. Главным свойством мышечной ткани, как уже говорилось, является сократимость, которая обеспечивается за счет сократительных мышечных белков — актина и миозина.

Строение мышечной ткани достаточно сложно. Мышца имеет волокнистую структуру, каждое волокно — это мышца в миниатюре, совокупность этих волокон и образует мышцу в целом. В свою очередь мышечное волокно состоит из сократительных элементов — миофибрилл. Отдельная часть миофибрилл называется — саркомер.

Каждая миофибрилла по длине делится на чередующиеся светлые и темные участки. Темные участки — протофибриллы, состоящие из длинных цепочек (нитей) молекул белка — миозина, светлые — образованы еще более тонкими белковыми нитями актина. Сокращения мышечного волокна происходит за счет вхождения нитей актина между нитями миозина (теория скольжения). Саркомер укорачивается, как складная подзорная труба; объем его остается неизменным, а поперечник увеличивается.

По своей форме и размерам мышцы очень разнообразны. Есть мышцы длинные и тонкие, короткие и толстые, широкие и плоские. Мышцы, расположенные на туловище, имеют более плоскую форму. Мышцы конечностей характеризуются относительно большей длиной.

Различия в форме мышц связаны с выполняемой ими функцией. Длинные тонкие мышцы (например, длинные сгибатели пальцев руки или ноги), как правило, участвуют в движениях с большой амплитудой. В противоположность им короткие толстые мышцы (например, квадратная мышца поясницы) участвуют в движениях с небольшой амплитудой, но могут преодолевать значительное сопротивление.

Многие мышцы (пары мышц) имеют определенное название, например: широчайшая мышца спины, прямая мышца живота, двуглавая мышца плеч,

четырёхглавая мышца бедра и др. В сфере физической культуры, говоря о скелетной мускулатуре, чаще всего упоминают мышцы в связи с их двигательными функциями. Так, по функциональному назначению и направлению движений в суставах различают мышцы: сгибатели и разгибатели, приводящие и отводящие, сфинктеры (сжимающие) и расширители. Если мышцы окружают сустав с двух сторон и участвуют в двух направлениях движения, происходит сгибание и разгибание или приведение и отведение. При этом мышцы, действие которых направленно противоположно, называются антагонистами, если же они действуют в одном направлении — синергистами.

В процессе мышечного сокращения химическая энергия превращается в механическую. Источником энергии для мышечного сокращения служат особые органические вещества, богатые потенциальной энергией и способные, расщепляясь, отдавать ее: это аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), креатинфосфорная кислота (КрФ), углеводы и жиры.

При этом химические процессы в мышце могут протекать, как при наличии кислорода (в аэробных условиях), так и при его отсутствии (в анаэробных условиях).

Непосредственным источником энергии сокращения мышц является АТФ (табл. 1.1). Однако запасы АТФ в мышцах не велики. Их хватает лишь на одну–две секунды работы. Для продолжения работы мышц требуется постоянное пополнение АТФ. Восстановление ее происходит в анаэробных (безкислородных) условиях — за счет распада креатинфосфата и глюкозы. В аэробных (кислородных) условиях — за счет реакции окисления жиров и углеводов.

Таблица 1.1  
Аденозинтрифосфат (АТФ) — источник энергии для сокращения мышц

Пути (источники) превращения энергии	
при наличии кислорода(в аэробных условиях)	при отсутствии кислорода(в анаэробных условиях)
Характерен высокой экономичностью. Глубокий распад исходных веществ до конечных продуктов — CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O. Скорости процессов образования и расщепления АТФ равны и находятся в состоянии динамического равновесия	Характерен высокой скоростью образования АТФ. В клетках и крови накапливается молочная кислота. Быстро развивается метаболический ацидоз, ограничивающий работоспособность
Время разворачивания аэробного пути образования АТФ — 3–4 мин (у спортсменов менее 1 мин)	Время разворачивания анаэробного пути образования АТФ — несколько секунд
Продолжительная равномерная мышечная активность	Кратковременные экстремальные усилия, а также разминочная часть тренировочных занятий
Продолжительность работы – несколько часов	Предельное время выполнения работы — несколько минут

Быстрое восстановление АТФ происходит в тысячные доли секунды за счет распада КрФ. Наибольшей эффективности этот путь энергообразования достигает к 5–6 секунде работы, но затем запасы КрФ исчерпываются, так как их в организме немного.

Медленное восстановление АТФ в анаэробных условиях обеспечивается энергией расщепления глюкозы (выделяемой из гликогена) — реакцией гликолиза с образованием в конечном итоге молочной кислоты (лактата) и восстановлением АТФ. Эта реакция достигает наибольшей мощности к концу первой минуты работы. Особое значение этот путь энергообеспечения имеет при высокой мощности работы, которая продолжается от 20 секунд до 1–2 минут (например, при беге на средние дистанции), а также при резком увеличении мощности более длительной и менее напряженной работы (старты и финишные ускорения при беге на длинные дистанции). Ограничение использования углеводов связано не с уменьшением запасов гликогена (глюкозы) в мышцах и печени, а с угнетением реакции гликолиза избытком накопившейся в мышцах молочной кислоты.

Во время продолжительной равномерной мышечной активности происходит аэробная регенерация АТФ, главным образом за счет окислительных процессов. Необходимая для этого энергия выделяется в результате окисления углеводов или жиров. Время разворачивания аэробного пути образования АТФ составляет 3–4 минуты (у спортсменов менее 1 минуты), а продолжительность работы может исчисляться даже часами. Этот

путь отличается также высокой экономичностью: в ходе такого процесса идет глубокий распад исходных веществ до конечных продуктов —  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Скорости процессов образования и расщепления АТФ при этом равны и находятся в состоянии динамического равновесия. Максимальная мощность работы, развиваемая при аэробном ресинтезе АТФ, индивидуальна и зависит от уровня тренированности человека.

#### 4.4. Кровь. Кровеносная система

*Кровь* — жидкая ткань, циркулирующая в кровеносной системе человека и представляющая собой непрозрачную красную жидкость, состоящую из бледно-желтой плазмы и взвешенных в ней клеток — красных кровяных телец (эритроцитов), белых кровяных телец (лейкоцитов) и красных пластинок (тромбоцитов). На долю взвешенных клеток (форменных элементов) приходится 42–46 % общего объема крови.

Основная функция крови — транспорт различных веществ внутри организма. Она переносит дыхательные газы (кислород и углекислый газ) как в физически растворенном, так и в химически связанном виде. Этой способностью кровь обладает благодаря гемоглобину — белку, содержащемуся в эритроцитах. Кроме того, кровь доставляет питательные вещества от органов, где они всасываются или хранятся, к месту их потребления; образующиеся здесь метаболиты (продукты обмена) транспортируются к выделительным органам или к тем структурам, где может происходить их дальнейшее использование. Целенаправленно, к органам-мишеням, кровью переносятся также гормоны, витамины и ферменты. Благодаря высокой теплоемкости своей главной составной части — воды (в 1 л плазмы содержится 900–910 г воды), кровь обеспечивает распределение тепла, образующегося в процессе метаболизма, и его выделение во внешнюю среду через легкие, дыхательные пути и поверхность кожи.

Доля крови у взрослого человека составляет примерно 6–8 % общей массы тела, что соответствует 4–6 л. Объем крови у человека может претерпевать значительные и длительные отклонения в зависимости от степени тренированности, климатических и гормональных факторов. Так, у некоторых спортсменов объем крови в результате тренировок может превышать 7 л. А после длительного периода постельного режима он может становиться ниже нормы. Кратковременные изменения объема крови наблюдаются при переходе из горизонтального в вертикальное положение тела и при мышечной нагрузке.

Кровь может выполнять свои функции, только находясь в постоянном движении. Это движение производится по системе сосудов (эластичных трубочек) и обеспечивается сердцем. Благодаря сосудистой системе организма, крови доступны все уголки тела человека, каждая клетка. Сердце и кровеносные сосуды (артерии, капилляры, вены) образуют *сердечно-сосудистую* систему (рис. 1.1).

Движение крови по сосудам легких от правого сердца к левому называется легочным кровообращением (малый круг). Начинается он с правого желудочка, выбрасывающего кровь в легочный ствол. Затем кровь

поступает в сосудистую систему легких, имеющую в общих чертах то же строение, что и большой круг кровообращения. Далее по четырем крупным легочным венам она поступает к левому предсердию (рис. 1.2).

Следует отметить, что артерии и вены различаются не по составу движущейся в них крови, а по направлению движения. Так, по венам кровь поступает к сердцу, а по артериям оттекает от него. В системном кровообращении оксигенированная (обогащенная кислородом) кровь течет по артериям, а в легочном — по венам. Поэтому, когда кровь, насыщенную кислородом, называют артериальной, имеют в виду лишь системное кровообращение.

*Сердце* является полым мышечным органом, разделенным на две части — так называемое «левое» и «правое» сердце, каждое из которых включает предсердие и желудочек. Частично лишенная кислорода кровь от органов и тканей организма поступает к правому сердцу, выталкивающему ее к легким. В легких кровь насыщается кислородом, частично лишаясь углекислого газа, затем возвращается к левому сердцу и вновь поступает к органам.

Нагнетательная функция сердца основана на чередовании сокращения (систола) и расслабления (диастола) желудочков, что возможно благодаря физиологическим особенностям миокарда (мышечной ткани сердца, составляющей основную часть его массы) — автоматии, возбудимости, проводимости, сократимости и рефрактерности. Во время *диастолы* желудочки заполняются кровью, а во время *сistolы* они выбрасывают ее в крупные артерии (аорту и легочный ствол). У выхода из желудочков расположены клапаны, препятствующие обратному поступлению крови из артерий в сердце. Перед тем как заполнить желудочки, кровь притекает по крупным венам (полыми легочным) в предсердия.

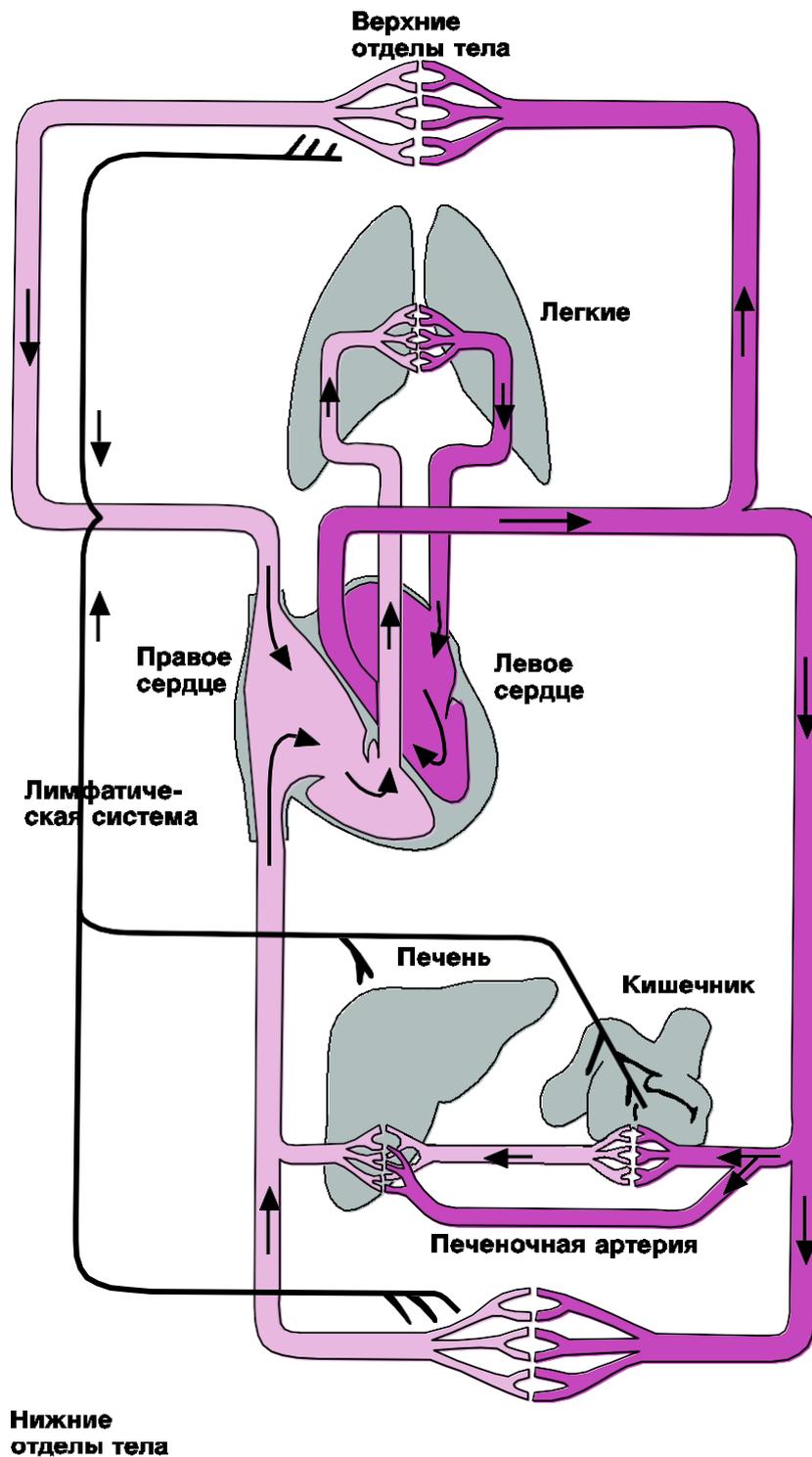


Рис. 1.1. Сердечно-сосудистая система человека

Систола предсердий предшествует систоле желудочков; таким образом, предсердия служат как бы вспомогательными насосами, способствующими заполнению желудочков.

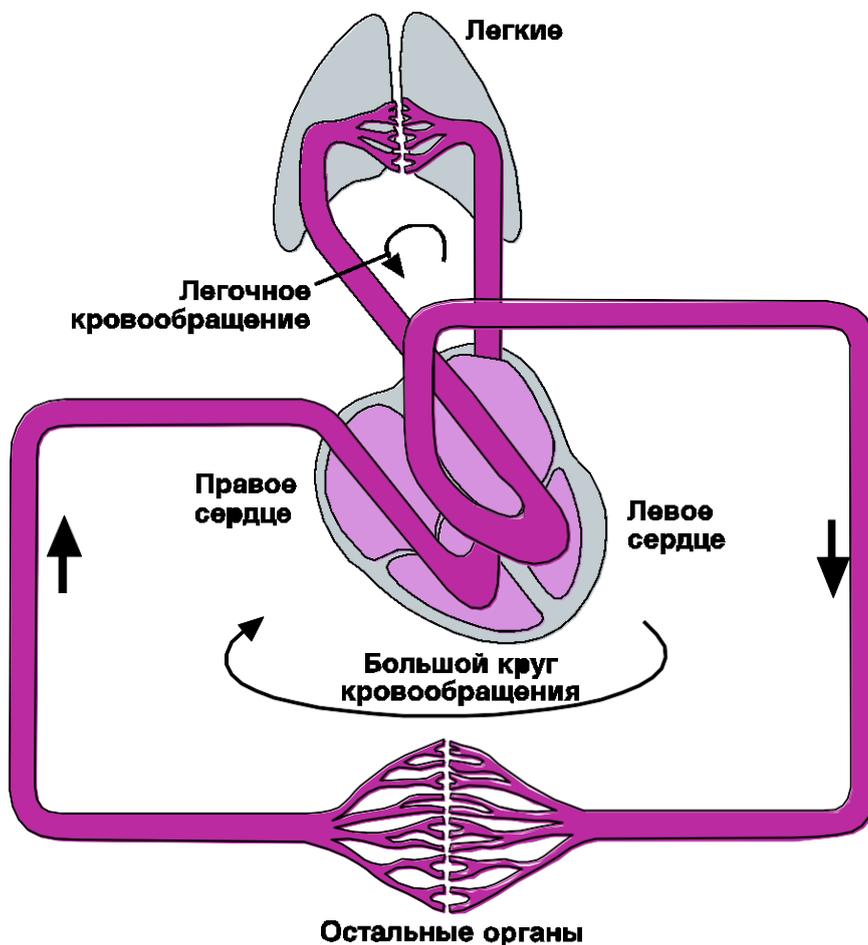
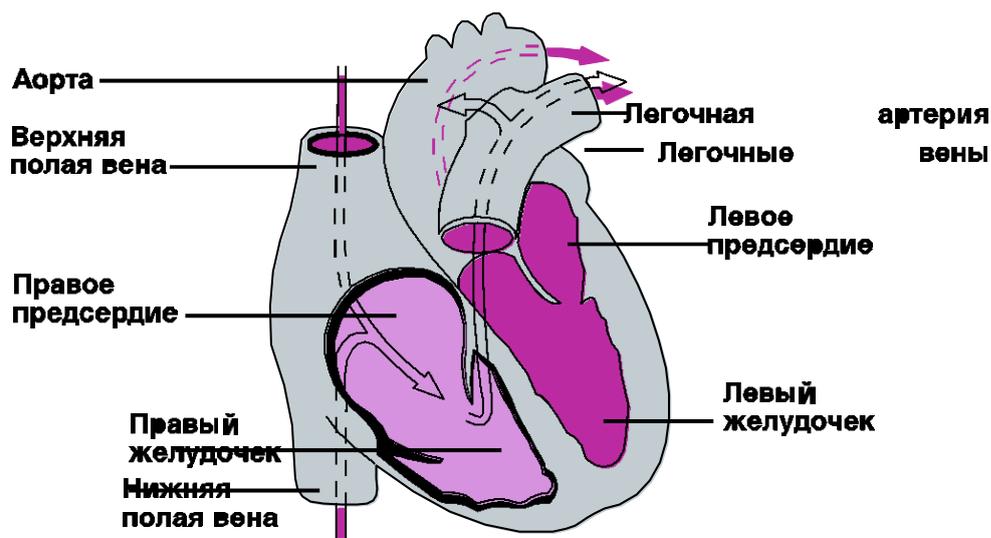


Рис. 1.2. Строение сердца, малый (легочный) и большой круги кровообращения

Кровоснабжение всех органов (кроме легких) и отток крови от них носит название системного кровообращения (большой круг). Начинается он с левого желудочка, выбрасывающего во время систолы кровь в аорту. От аорты отходят многочисленные артерии, по которым кровоток распределяется на несколько параллельных региональных сосудистых сетей, снабжающих

кровью отдельные органы и ткани — сердце, головной мозг, печень, почки, мышцы, кожу и т. д. Артерии делятся, и по мере роста их числа уменьшается диаметр каждой из них. В результате разветвления мельчайших артерий (артериол) образуется капиллярная сеть — густое переплетение мелких сосудов с очень тонкими стенками. Именно здесь происходит основной двусторонний обмен различными веществами между кровью и клетками. При слиянии капилляров образуются венулы, которые далее объединяются в вены. В конечном счете, к правому предсердию подходят только две вены — верхняя полая и нижняя полая.

Разумеется, фактически оба круга кровообращения составляют единое кровеносное русло, в двух участках которого (правом и левом сердце) крови сообщается кинетическая энергия. Хотя между ними существует принципиальное функциональное различие. Объем крови, выбрасываемый в большой круг, должен быть распределен по всем органам и тканям, потребность которых в кровоснабжении различна и зависит от их состояния и деятельности. Любые изменения мгновенно регистрируются центральной нервной системой (ЦНС), и кровоснабжение органов регулируется целым рядом управляющих механизмов. Что касается сосудов легких, через которые проходит постоянное количество крови, то они предъявляют к правому сердцу относительно постоянные требования и выполняют в основном функции газообмена и теплоотдачи. Поэтому система регуляции легочного кровотока менее сложна.

У взрослого человека примерно 84 % всей крови содержится в большом круге кровообращения, 9 % — в малом круге и оставшиеся 7 % — непосредственно в сердце. Наибольший объем крови содержится в венах (примерно 64

% общего объема крови в организме), т. е. вены играют роль резервуаров крови. В состоянии покоя кровь циркулирует лишь примерно в 25–35 % всех капилляров. Основным кроветворным органом является костный мозг.

Требования, предъявляемые организмом к системе кровообращения, существенно варьируют, поэтому ее деятельность изменяется в широких пределах. Так, в покое у взрослого человека в сосудистую систему при каждом сокращении сердца выбрасывается 60–70 мл крови (систолический объем), что соответствует 4–5 л минутного объема сердца (количество крови, выбрасываемое желудочком за 1 мин). А при тяжелой физической нагрузке минутный объем возрастает до 35 л и выше, при этом систолический объем крови может превышать 170 мл, а систолическое артериальное давление достигает 200–250 мм рт. ст.

Кроме кровеносных сосудов в организме есть еще один тип сосудов — лимфатические.

*Лимфа* — бесцветная жидкость, образующаяся из плазмы крови путем ее фильтрации в межтканевые пространства и оттуда в лимфатическую систему. Лимфа содержит воду, белки, жиры и продукты обмена. Таким образом, лимфатическая система образует дополнительную дренажную систему, по которой тканевая жидкость оттекает в кровеносное русло. Все ткани, за

исключением поверхностных слоев кожи, ЦНС и костной ткани, пронизаны множеством лимфатических капилляров. Эти капилляры в отличие от кровеносных с одного конца замкнуты. Лимфатические капилляры собираются в более крупные лимфатические сосуды, которые в нескольких местах впадают в венозное русло. Поэтому лимфатическая система является частью сердечнососудистой.

#### **4.5. Дыхательная система**

К дыхательной системе относятся легкие и дыхательные пути, по которым воздух проходит в легкие и обратно. Дыхательные пути представлены носовой полостью, глоткой, гортанью, трахеей и бронхами. Воздух поступает сначала в носовую (ротовую) полость, затем в носоглотку, гортань и дальше в трахею. Трахея делится на два главных бронха — правый и левый, которые, в свою очередь, разделяются на долевые и входят в ткань легкого. В легких каждый из бронхов делится на все более и более мелкие доли, образуя бронхиальное дерево. Конечные мельчайшие разветвления бронхов (бронхиолы) переходят в закрытые альвеолярные ходы, в стенках которых имеется большое количество шаровидных образований — легочных пузырьков (альвеол). Каждая альвеола окружена густой сетью кровеносных капилляров. Строение легочных альвеол довольно сложно и соответствует выполняемой ими функции

— газообмена (рис. 1.3).

Механизм дыхания имеет рефлекторный (автоматический) характер. В покое обмен воздуха в легких происходит в результате ритмических дыхательных движений грудной клетки. При вдохе объем легких увеличивается (грудная клетка расширяется), давление в легких становится ниже атмосферного, и воздух поступает в дыхательные пути. В покое расширение грудной клетки осуществляется диафрагмой (специальной дыхательной мышцей) и наружными межреберными мышцами, а при интенсивной физической работе включаются и другие скелетные мышцы. Во время выдоха объем грудной полости уменьшается, воздух в легких сжимается, давление в них становится выше атмосферного, и воздух из легких выталкивается наружу. Выдох в спокойном состоянии осуществляется пассивно за счет тяжести грудной клетки и расслабления диафрагмы. Форсированный выдох происходит вследствие сокращений внутренних межреберных мышц, и, частично, — за счет мышц плечевого пояса и брюшного пресса.

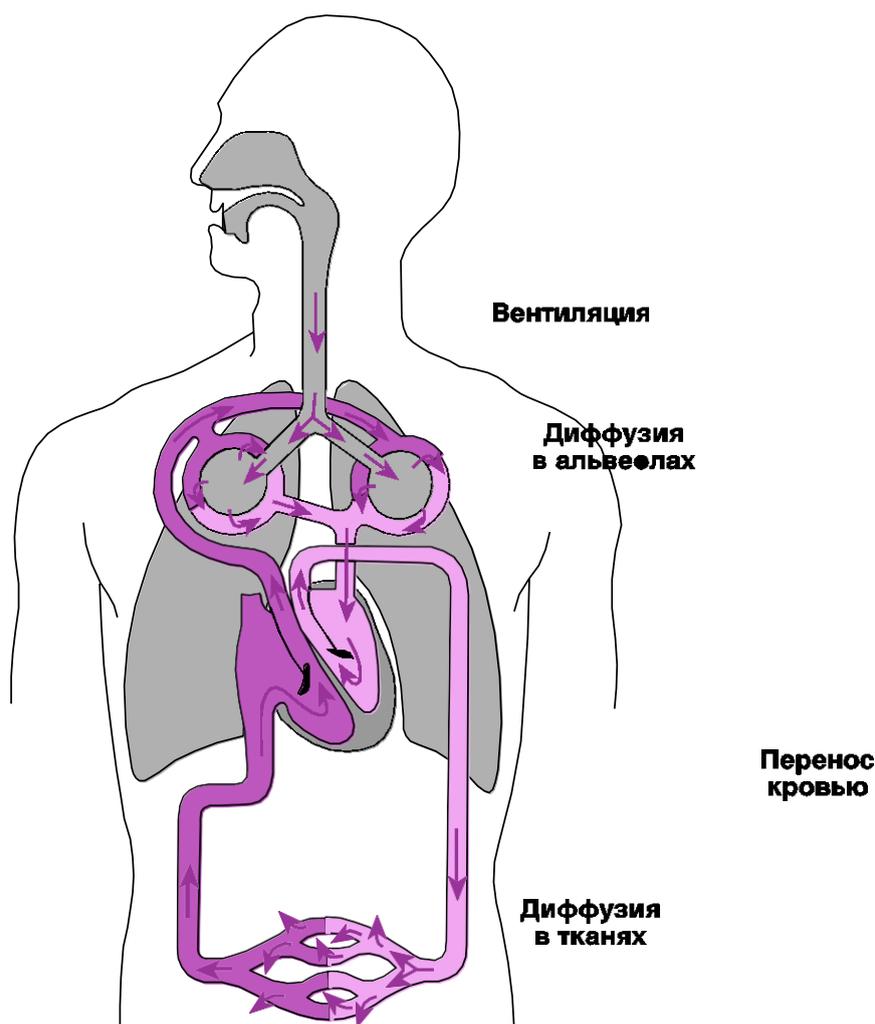


Рис. 1.3. Путь транспорта кислорода у человека

Количество воздуха, проходящего через легкие при спокойном вдохе (выдохе) составляет дыхательный объем (400–500 мл). Объем воздуха, который можно вдохнуть еще (выдохнуть) после обычного вдоха (выдоха), называется резервным объемом вдоха (выдоха). Дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха и выдоха составляют жизненную емкость легких (ЖЕЛ). ЖЕЛ зависит от пола, возраста, размера тела и тренированности. ЖЕЛ составляет в среднем у женщин 2,5–4,0 л, у мужчин — 3,5–5,0 л. Под влиянием тренировки ЖЕЛ возрастает, у хорошо тренированных спортсменов она достигает 8 литров.

То количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает за одну минуту, называется минутным объемом дыхания (МОД). В покое МОД составляет 6–8 л, при напряженной физической нагрузке может возрасти в 20–25 раз и достигать 120–150 литров в одну минуту. МОД — один из основных показателей аппарата внешнего дыхания.

В процессе газообмена между организмом и атмосферным воздухом большое значение имеет вентиляция легких, обеспечивающая обновление

альвеолярного газа. Интенсивность вентиляции зависит от глубины и частоты дыхания. Количественным показателем вентиляции легких служит минутный объем, определяемый как произведение дыхательного объема на число дыханий (ЧД) в минуту. Например, при ЧД 14 раз/мин МОД будет составлять 7 литров:  $500 \text{ мл (ДО)} \times 14 \text{ раз/мин (ЧД)} = 7000 \text{ мл (МОД)}$ .

С физиологической точки зрения основным показателем эффективности внешнего дыхания является не МОД, а часть его, достигающая альвеол — альвеолярная вентиляция. Дело в том, что не весь вдыхаемый воздух достигает альвеол, где происходит газообмен. Часть вдыхаемого воздуха (150 мл) остается в «мертвом» пространстве (полость рта, носа, глотка, гортань, трахея и бронхи). Таким образом, при МОД 7 литров, альвеолярная вентиляция (эффективный обмен) составляет около 5 литров ( $7000 - 150 \times 14 \text{ раз/мин} = 4900 \text{ мл}$ ).

Физические упражнения вызывают усиление легочной вентиляции, причем при максимальных нагрузках у тренированных спортсменов она может возрасти в 20–25 раз по сравнению с состоянием покоя, достигает 120 л/мин и более. Такое усиление вентиляции обеспечивается за счет частоты дыхания до 60–70 раз/мин и объема дыхания, который может достигать 50 % жизненной емкости легких, хотя в покое он составляет лишь 15 % этого показателя.

#### **4.6. Нервная система**

Человеческий организм представляет собой единое целое, в котором все отдельные системы и органы развиваются и функционируют во взаимной зависимости и обусловленности. Однако во всяком взаимодействии необходимо выделить ведущее звено. Этим звеном в организме человека, как и в организмах других живых существ, является нервная система, которая, с одной стороны осуществляет связь организма с внешней средой, с другой, находясь в анатомической и функциональной связи со всеми системами, со всеми органами, со всеми тканями и клетками организма, обеспечивает его существования как единое целое.

Основными структурными элементами нервной системой являются нервные клетки или нейроны. Через нейроны осуществляется передача информации от одного участка нервной системы к другому, обмен информацией между нервной системой и различными участками тела. В нейронах происходят сложные процессы обработки информации. С их помощью формируются ответные реакции организма (рефлексы) на внешнее и внутреннее раздражение. Основными функциями нейронов являются: восприятие внешних раздражений, их переработка и передача нервных влияний на другие нейроны или рабочие органы. Нейроны подразделяются на три основных типа: афферентные, эфферентные и промежуточные. Афферентные нейроны (чувствительные, или центроостремительные) передают информацию от рецепторов в центральную нервную систему (ЦНС). Эфферентные нейроны (центробежные) связаны с передачей информации из ЦНС к рабочим органам. Промежуточные нейроны — это, как правила, более мелкие клетки, осуществляющие связь между различными нейронами.

Деятельность нервной системы осуществляется по принципу рефлекторного механизма. Рефлекс, напомним, — это ответная реакция организма на внешнее раздражение, осуществляемая нервной системой. Нервный путь рефлекса называется рефлекторной дугой, в состав которой входят: 1) воспринимающее образование — рецептор; 2) чувствительный или афферентный нейрон, связывающий рецептор с нервными центрами; 3) промежуточные нейроны нервных центров; 4) эфферентный нейрон, связывающий нервные центры с периферией; 5) рабочий орган, отвечающий на раздражение — мышца или железа. Вместе с тем, нервная система не только регулирует ответы организма на внешние и внутренние раздражения, но также в значительной мере определяет взаимоотношения между органами, обеспечивая согласованность в выполнении в их функции. Велика роль нервной системы в обеспечении всех движений человека. Она регулирует силу и скорость мышечного сокращения, степень напряжения или расслабления мышц, а так же процессов питания и обмена веществ в ней.

Посредством органов чувств, через чувствительную иннервацию кожи и опорно-двигательного аппарата, нервная система позволяет спортсмену ориентироваться в окружающей его внешней среде и в пространстве, чувствовать своё положение, координировать его.

Нервную систему принято подразделять на центральную и периферическую, а, кроме того, на соматическую и вегетативную (автономную).

К центральной нервной системе относятся головной и спинной мозг, а к периферической — нервные образования, служащие для связи ЦНС с отдельными органами и тканями тела (нервы, узлы, сплетения), и нервные окончания, которые находятся в органах.

Соматической нервной системой считается та её часть, которая иннервирует сомату, т. е. собственно тело (двигательный аппарат, внешние покровы тела, органы чувств и др.)

Вегетативная (автономная) нервная система — это та часть нервной системы, которая иннервирует внутренние органы, железы, кровеносные сосуды и пр.

*Спинной* мозг является низшим и наиболее древним отделом ЦНС. Он построен из нервных клеток и волокон, причем клетки, составляющие его серое вещество, располагаются внутри, а волокна, образующие белое вещество,

— снаружи. Серое вещество мозга состоит из скопления тел нервных клеток (нейронов), периферические отростки которых в составе спинномозговых нервов достигают различных рецепторов кожи, мышц, сухожилий, слизистых оболочек. Белое вещество, окружающее серое, состоит из отростков связывающих между собой нервные клетки спинного мозга; восходящих чувствительных, связывающих все органы и ткани (кроме головы) с головным моз-

гом, нисходящих двигательных путей, идущих от головного мозга к двигательным клеткам спинного мозга. В различных отделах спинного мозга находятся мотонейроны (двигательные нервные клетки) иннервирующие все скелетные мышцы (за исключением мышц лица). Спинной мозг осуществляет элементарные двигательные рефлексy — сгибательные и разгибательные, шагательные, ритмические, возникающие при раздражении кожи, мышц, сухожилий (одергивание и т.п.), а также посылают постоянную импульсацию мышцам, поддерживая мышечный тонус. Всевозможные травмы и заболевания спинного мозга могут приводить к расстройству болевой, температурной чувствительности, нарушению структуры сложных произвольных движений, мышечного тонуса и т.д.

*Головной* мозг располагается в полости черепа и имеет сфероидную форму. По своей массе он превосходит спинной мозг в 50 раз. Масса головного мозга человека равняется 1375 г. (колеблется от 1000 г. до 2200 г.). Зависимость между массой и степенью одаренности данного человека не установлена. Головной мозг разделяется на пять отделов: продолговатый, задний, средний, промежуточный, конечный. Каждый отдел имеет сложную анатомическую структуру.

Строение головного мозга достаточно сложно, поэтому ограничимся краткой характеристикой функций его отделов. Так, в продолговатом мозге в варолиевом мосту (в целом — задний мозг) находятся центры многих пищеварительных рефлексов (жевания, глотания, движений желудка), некоторых защитных рефлексов (чихания, мигания, кашля, слезоотделения), центров водно-солевого и сахарного обмена.

*Средний* мозг осуществляет зрачковый рефлекс (расширение зрачков в темноте и сужение их на свету), ориентировочный рефлекс (например, внезапное раздражение — поворот головы и глаз в его сторону), участвует в регуляции тонуса скелетных мышц (особенно при выполнении мелких движений пальцами рук).

В состав *промежуточного* мозга входят таламус и гипоталамус. Таламус участвует в образовании условных рефлексов и выработке двигательных навыков, формировании эмоций человека, его мимики, ощущений боли. Гипоталамус участвует в регуляции состояния бодрствования и сна, обмене веществ, поддержании постоянства температуры, нормального уровня кровяного давления, водного баланса, регулирует чувство голода и насыщения.

*Конечный* мозг состоит из правого и левого полушарий большого мозга. В каждом из полушарий различают кору большого мозга и обонятельного мозга. Кора является анатомической основой высшей нервной (психической) деятельности и регулирует все функции организма.

К *периферической* нервной системе, как уже сообщалось, относятся нервные образования соединяющие ЦНС с органами. В анатомии насчитывают 12 пар нервов головного мозга — зрительный, глазодвигательный, тройничный, лицевой и др.

*Вегетативная* нервная система — специализированный отдел единой нервной системы мозга — регулируется корой больших полушарий. В отличие от соматической нервной системы, иннервирующей произвольную (скелетную) мускулатуру и обеспечивающей общую чувствительность тела и других органов чувств, вегетативная нервная система регулирует деятельность внутренних органов — дыхания, выделения, кровообращения, размножения, желез внутренней секреции и т. д. Вегетативная нервная система подразделяется на симпатическую и парасимпатическую.

С участием *симпатической* нервной системы протекают многие важные рефлексы в организме, направленные на обеспечение его деятельного состояния, в том числе его двигательной активности. К ним относятся рефлексы расширения бронхов, учащения и усиления сердечных сокращений, расширения сосудов сердца и легких при одновременном сужении сосудов кожи и органов брюшной полости (обеспечение перераспределения крови), выброс депонированной крови из печени и селезенки, расщепление гликогена до глюкозы в печени (мобилизация углеводных источников энергии), усиление деятельности желез внутренней секреции и потовых желез. Симпатическая нервная система снижает деятельность ряда внутренних органов: в результате сужения сосудов в почках уменьшаются процессы мочеобразования, угнетается секреторная и моторная деятельность органов желудочно-кишечного тракта; предотвращается акт мочеиспускания — расслабляется мышца стенки мочевого пузыря и сокращается его сфинктер.

Повышенная активность организма сопровождается симпатическим рефлексом расширения зрачка. Огромное значение для двигательной деятельности организма имеет трофическое влияние симпатических нервов на скелетные мышцы, улучшающие их обмен веществ и функциональное состояние, снижающее утомление. Симпатический отдел нервной системы не только повышает уровень функционирования организма, но и мобилизует его скрытые функциональные резервы, активизирует деятельность мозга, повышает защитные реакции (иммунные реакции, барьерные механизмы и др.) запускает гормональные реакции. Особое значение имеет симпатическая нервная система при развитии стрессовых состояний, в наиболее сложных условиях жизнедеятельности.

*Парасимпатическая* нервная система осуществляет сужение бронхов, замедление и ослабление сердечных сокращений; сужение сосудов сердца; усиление процессов мочеобразования в почках. Парасимпатическая нервная система преимущественно оказывает пусковое влияние: сужение зрачка, бронхов, включение деятельности пищеварительных желез и т. п.

Деятельность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы направлена на текущую регуляцию функционального состояния, на поддержание постоянства внутренней среды организма — гомеостаза. Парасимпатический отдел обеспечивает восстановление различных физиологических

показателей, резко измененных после напряженной работы, оказывает антистрессовое состояние.

#### 4.7. Эндокринная и сенсорная системы

*Железы внутренней секреции*, или эндокринные железы, вырабатывают особые биологические вещества — гормоны. Гормоны обеспечивают гуморальную (через кровь, лимфу) регуляцию физиологических процессов в организме, попадая во все органы и ткани. Часть гормонов продуцируется только в определенный период, большинство же — на протяжении всей жизни. Они могут тормозить или ускорять рост организма, половое созревание, физическое и психическое развитие, регулировать обмен веществ, деятельность внутренних органов и т. д.

К железам внутренней секреции относятся:

*щитовидная железа* (гормон тироксин — усиливает азотистый обмен в тканях, участвует в повышении температуры тела, воздействует на частоту сердечных сокращений, артериальное давление, потоотделение);

*околощитовидные железы* (гормон паратерин — гиперфункция гормона вызывает потерю костной тканию кальция и фосфора, деформацию костей, появлению камней в почках, ухудшению процессов внимания и памяти; гипофункция вызывает судороги);

*зобная железа* (гормон тимозин — обеспечивает иммунитет организма);

*надпочечники* — железа состоит из коркового и мозгового слоя (гормоны коркового слоя — кортикостероиды — регулируют минеральный и углеводный обмен, влияют на половые функции и пр.; гормоны мозгового слоя — адреналин и норадреналин, которые поступая в кровь, оказывают возбуждающее действие на симпатическую нервную систему — суживают сосуды кожи, повышают кровеносное давление, снижают тонус желудочнокишечного тракта, усиливают сократимость и возбудимость сердца);

*поджелудочная железа* (гормон инсулин и глюкагон участвуют в углеводном и липидном обмене; при поражении отростков поджелудочной железы развивается сахарный диабет, при котором сахар усиленно выводится из организм через почки);

*гипофиз* — вырабатывает гормоны, оказывающие влияние на половые железы, щитовидную железу, на рост человека; недостаток гормона развивает карликовость, избыток — гигантизм;

*половые железы* (мужские гормоны — андрогены и женские — эстрогены) и ряд других.

*Сенсорные системы.* Сложные акты поведения человека во внешней среде требуют постоянного анализа окружающего мира, а также осведомленности нервных центров о состоянии внутренних органов. Первостепенная роль в этом принадлежит сенсорным анализаторам, которые, в свою очередь, представлены системой анализаторов и рецепторов. Рецепторами называют

специальные образования, трансформирующие (преобразующие) энергию внешнего раздражения в специфическую энергию нервного импульса. По характеру воспринимаемой среды рецепторы делятся на: экстерорецепторы, принимающие раздражения из внешней среды, (рецепторы органов слуха, зрения, обоняния, вкуса), интерорецепторы, реагирующие на раздражения из внутренних органов, и проприорецепторов, воспринимающих раздражения из двигательного аппарата (мышц, сухожилий, суставных сумок). Все рецепторы приспособлены к восприятию строго определенных раздражителей — света, звука и т. п. При чрезмерном раздражении рецептора может возникнуть ощущение боли. В свою очередь, сенсорные системы обладают способностью адаптироваться к силе раздражителя (человек не замечает тиканья часов, шума за окном и т. д.). К сенсорным системам относится и система анализаторов — зрительная, слуховая, вестибулярная, двигательная, а также сенсорные системы кожи, вкуса и обоняния. Каждая из них выполняет свои специфические функции. Например, зрительная сенсорная система служит для восприятия и анализа световых раздражителей, слуховая — звуковых колебаний внешней среды и т. п.). Надеемся, что функции анализаторов знакомы вам из школьной программы.

#### **4.8. Функциональные изменения в организме при физических нагрузках**

Физические нагрузки вызывают перестройки различных функций организма, особенности и степень которых зависят от мощности, характера двигательной деятельности, уровня здоровья и тренированности. О влиянии физических нагрузок на человека можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакцию со стороны центральной нервной системы (ЦНС), сердечно-сосудистой системы (ССС), дыхательной системы, обмена веществ и др. Следует подчеркнуть, что выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит, прежде всего, от индивидуальных особенностей человека и уровня его тренированности. В основе развития тренированности, в свою очередь, лежит процесс адаптации организма к физическим нагрузкам. Адаптация — совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособлений организма к изменению окружающих условий и направленная на сохранение относительного постоянства его внутренней среды — гомеостаза.

В понятиях «адаптация, адаптированность», с одной стороны, и «тренировка, тренированность», с другой стороны, много общих черт, главной из которых является достижение нового уровня работоспособности. Адаптация организма к физическим нагрузкам заключается в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции. Никаких новых функциональных явлений и механизмов в процессе адаптации не наблюдается, просто имею-

щиеся уже механизмы начинают работать совершеннее, интенсивнее и экономичнее (урежение сердцебиения, углубление дыхания и др.).

Процесс адаптации связан с изменениями в деятельности всего комплекса функциональных систем организма (сердечно-сосудистая, дыхательная, нервная, эндокринная, пищеварительная, сенсомоторная и др. системы). Разные виды физических упражнений предъявляют различные требования к отдельным органам и системам организма. Правильно организованный процесс выполнения физических упражнений создает условия для совершенствования механизмов, поддерживающих гомеостаз. В результате этого сдвиги, происходящие во внутренней среде организма, быстрее компенсируются, клетки и ткани становятся менее чувствительными к накоплению продуктов обмена веществ.

Среди физиологических факторов, определяющих степень адаптации к физическим нагрузкам, большое значение имеют показатели состояния систем, обеспечивающих транспорт кислорода, а именно — система крови и дыхательная система.

### ***Кровь и кровеносная система***

В организме взрослого человека содержится 5–6 л крови. В состоянии покоя 40–50 % ее не циркулирует, находясь в так называемом «депо» (селезенка, кожа, печень). При мышечной работе увеличивается количество циркулирующей крови (за счет выхода из «депо»). Происходит ее перераспределение в организме: большая часть крови устремляется к активно работающим органам: скелетным мышцам, сердцу, легким. Изменения в составе крови направлены на удовлетворение возросшей потребности организма в кислороде. В результате увеличения количества эритроцитов и гемоглобина повышается кислородная емкость крови, т. е. увеличивается количество кислорода, переносимого в 100 мл крови. При занятиях спортом увеличивается масса крови, повышается количество гемоглобина (на 1–3 %), увеличивается число эритроцитов (на 0,5–1 млн. в кубическом мм), возрастает количество лейкоцитов и их активность, что повышает сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям. В результате мышечной деятельности активизируется система свертывания крови. Это одно из проявлений срочной адаптации организма к воздействию физических нагрузок и возможным травмам с последующим кровотечением. Программируя «с опережением» такую ситуацию, организм повышает защитную функцию системы свертывания крови.

Двигательная деятельность оказывает существенное влияние на развитие и состояние всей системы кровообращения. В первую очередь, изменяется само сердце: увеличиваются масса сердечной мышцы и размеры сердца. У тренированных масса сердца составляет в среднем 500 г, у нетренированных — 300.

Сердце человека чрезвычайно легко поддается тренировке и как ни один другой орган нуждается в ней. Активная мышечная деятельность способствует гипер-

трофии сердечной мышцы и увеличению его полостей. Объем сердца у спортсменов больше на 30 %, чем у не занимающихся спортом. Увеличение объема сердца, особенно его левого желудочка, сопровождается повышением его сократительной способности, увеличением систолического и минутного объемов.

Физическая нагрузка способствует изменению деятельности не только сердца, но и кровеносных сосудов. Активная двигательная деятельность вызывает расширение кровеносных сосудов, снижение тонуса их стенок, повышение их эластичности. При физических нагрузках почти полностью раскрывается микроскопическая капиллярная сеть, которая в покое задействована всего на 30–40 %. Все это позволяет существенно ускорить кровоток и, следовательно, увеличить поступление питательных веществ и кислорода во все клетки и ткани организма.

Работа сердца характеризуется непрерывной сменой сокращений и расслаблений его мышечных волокон. Сокращение сердца называется систолой, расслабление — диастолой. Количество сокращений сердца за одну минуту — частота сердечных сокращений (ЧСС). В состоянии покоя у здоровых нетренированных людей ЧСС находится в пределах 60–80 уд/мин, у спортсменов — 45–55 уд/мин и ниже. Урежение ЧСС в результате систематических занятий физическими упражнениями называется брадикардией. Брадикардия препятствует «изнашиванию» миокарда и имеет важное оздоровительное значение. На протяжении суток, в течение которых не было тренировок и соревнований, сумма суточного пульса у спортсменов на 15–20 % меньше, чем у лиц того же пола и возраста, не занимающихся спортом.

Мышечная деятельность вызывает учащение сердцебиения. При напряженной мышечной работе ЧСС может достигать 180–215 уд/мин. Следует отметить, что увеличение ЧСС имеет прямо пропорциональную зависимость от мощности мышечной работы. Чем больше мощность работы, тем выше показатели ЧСС. Тем не менее, при одинаковой мощности мышечной работы ЧСС у менее подготовленных лиц значительно выше. Кроме того, при выполнении любой двигательной деятельности ЧСС изменяется в зависимости от пола, возраста, самочувствия, условий занятий (температура, влажность воздуха, время суток и т. д.).

При каждом сокращении сердца кровь выбрасывается в артерии под большим давлением. В результате сопротивления кровеносных сосудов ее передвижение в них создается давлением, называемое кровяным давлением. Наибольшее давление в артериях называют систолическим или максимальным, наименьшее — диастолическим или минимальным. В состоянии покоя у взрослых людей систолическое давление составляет 100–130 мм рт. ст., диастолическое — 60–80 мм рт. ст. По данным Всемирной организации здравоохранения, артериальное давление до 140/90 мм рт. ст. является нормотоническим, выше этих величин — гипертоническим, а ниже 100–60 мм рт. ст. — гипотоническим. В процессе выполнения физических упражнений, а также после окончания тренировки, артериальное давление обычно повышается. Степень его повышения зависит от мощности выполненной физической нагрузки и уровня тренированности человека. Диастолическое давление изменяется менее выражено, чем систолическое. После длительной и очень напряженной деятельности (например, участие в марафоне) диастолическое давление (в некоторых случаях и систолическое) может быть меньше, чем до выполнения мышечной работы. Это обусловлено расширением

сосудов в работающих мышцах.

Важными показателями производительности сердца являются систолический и минутный объем. Систолический объем крови (ударный объем) — это количество крови, выбрасываемой правым и левым желудочками при каждом сокращении сердца. Систолический объем в покое у тренированных — 70–80 мл, у нетренированных — 50–70 мл. Наибольший систолический объем наблюдается при ЧСС 130–180 уд/мин. При ЧСС свыше 180 уд/мин он сильно снижается. Поэтому наилучшие возможности для тренировки сердца имеют физические нагрузки в режиме 130–180 уд/мин. Минутный объем крови — количество крови, выбрасываемое сердцем за одну минуту, зависит от ЧСС и систолического объема крови. В состоянии покоя минутный объем крови (МОК) составляет в среднем 5–6 л, при легкой мышечной работе увеличивается до 10–15 л, при напряженной физической работе у спортсменов может достигать 42 л и более. Увеличение МОК при мышечной деятельности обеспечивает повышенную потребность органов и тканей в кровоснабжении.

### ***Дыхательная система***

Изменения показателей дыхательной системы при выполнении мышечной деятельности оцениваются по частоте дыхания, жизненной емкости легких, потреблением кислорода, кислородным долгом и другими более сложными лабораторными исследованиями. Частота дыхания (смена вдоха и выдоха и дыхательной паузы) — количество дыханий в одну минуту. Определение частоты дыхания производится по спирограмме или по движению грудной клетки. Средняя частота у здоровых лиц 16–18 в минуту, у спортсменов — 8–12. При физической нагрузке частота дыхания увеличивается в среднем в 2–4 раза и составляет 40–60 дыхательных циклов в минуту. С учащением дыхания неизбежно уменьшается его глубина. Глубина дыхания — это объем воздуха спокойного вдоха и ли выдоха при одном дыхательном цикле. Глубина дыхания зависит от роста, веса, размера грудной клетки, уровня развития дыхательных мышц, функционального состояния и степени тренированности человека. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) — наибольший объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха. У женщин ЖЕЛ составляет в среднем 2,5–4 л, у мужчин — 3,5–5 л. Под влиянием тренировки ЖЕЛ возрастает, у хорошо тренированных спортсменов она достигает 8 л. Минутный объем дыхания (МОД) характеризует функцию внешнего дыхания, определяется произведением частоты дыхания на дыхательный объем. В покое МОД составляет 5–6 л, при напряженной физической нагрузке возрастает до 120–150 л/мин и более. При мышечной работе ткани, особенно скелетные мышцы, требуют значительно больше кислорода, чем в покое, и вырабатывают больше углекислого газа. Это приводит к увеличению МОД, как за счет учащения дыхания, так и вследствие увеличения дыхательного объема. Чем тяжелее работа, тем относительно больше МОД (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Средние показатели реакции сердечно-сосудистой  
дыхательной систем на физическую нагрузку

Параметры	В покое	При интенсивной физической нагрузке
Частота сердечных сокращений	50–75 уд/мин	160–210 уд/мин
Систолическое артериальное давление	100–130 мм рт. ст.	200–250 мм рт. ст.
Систолический объем крови	60–70 мл	150–170 мл и выше
Минутный объем крови (МОК)	4–5 л/мин	30–35 л/мин и выше
Частота дыхания	14 раз/мин	60–70 раз/мин
Альвеолярная вентиляция(эффективный объем)	5 л/мин	120 л/мин и более
Минутный объем дыхания	5–6 л/мин	120–150 л/мин

*Максимальное потребление кислорода (МПК)* является основным показателем продуктивности как дыхательной, так и сердечно-сосудистой (в целом — кардио-респираторной) систем. МПК — это наибольшее количество кислорода, которое человек способен потребить в течение одной минуты на 1 кг веса. МПК измеряется количеством миллилитров за 1 мин на 1 кг веса (мл/мин/кг). МПК является показателем аэробной способности организма, т. е. способности совершать интенсивную мышечную работу, обеспечивая энергетические расходы за счет кислорода, поглощаемого непосредственно во время работы. Величину МПК можно определить математическим расчетом, используя специальные номограммы; можно в лабораторных условиях при работе на велоэргометре или восхождении на ступеньку. МПК зависит от возраста, состояния сердечно-сосудистой системы, массы тела. Для сохранения здоровья необходимо обладать способностью потреблять кислород как минимум на 1 кг — женщинам не менее 42 мл/мин, мужчинам — не менее 50 мл/мин. Когда в клетки тканей поступает меньше кислорода, чем нужно для полного обеспечения потребности в энергии, возникает кислородное голодание, или гипоксия.

*Кислородный долг* — это количество кислорода, которое требуется для окисления продуктов обмена веществ, образовавшихся при физической работе. При интенсивных физических нагрузках, как правило, наблюдается метаболический ацидоз различной степени выраженности. Его причиной является

«закисление» крови, т. е. накопление в крови метаболитов обмена веществ (молочной, пировиноградной кислот и др.). Для ликвидации этих продуктов обмена нужен кислород — создается кислородный запрос. Когда кислородный запрос выше потребления кислорода в данный момент, образуется кислородный долг. Нетренированные люди способны продолжить работу при кислородном долге 6–10 л, спортсмены могут выполнять такую нагрузку, после

которой возникает кислородный долг в 16–18 л и более. Кислородный долг ликвидируется после окончания работы. Время его ликвидации зависит от длительности и интенсивности предыдущей работы (от нескольких минут до 1,5 ч).

### ***Пищеварительная система***

Систематически выполняемые физические нагрузки повышают обмен веществ и энергии, увеличивают потребность организма в питательных веществах, стимулируя выделение пищеварительных соков, активизируют перистальтику кишечника, повышают эффективность процессов пищеварения.

Однако при напряженной мышечной деятельности могут развиваться тормозные процессы в пищеварительных центрах, уменьшающие кровоснабжение различных отделов желудочно-кишечного тракта и пищеварительных желез в связи с тем, что необходимо обеспечивать кровью усиленно работающие мышцы. В то же время сам процесс активного переваривания обильной пищи в течение 2–3 ч после ее приема снижает эффективность мышечной деятельности, так как органы пищеварения в этой ситуации оказываются как бы более нуждающимися в усиленном кровообращении. Кроме того, наполненный желудок приподнимает диафрагму, тем самым, затрудняя деятельность органов дыхания и кровообращения. Вот почему физиологическая закономерность требует принимать пищу за 2,5–3,5 ч до начала тренировки, и через 30–60 минут после нее.

### ***Выделительная система***

При мышечной деятельности значительна роль органов выделения, которые выполняют функцию сохранения внутренней среды организма. Желудочно-кишечный тракт выводит остатки переваренной пищи; через легкие удаляются газообразные продукты обмена веществ; сальные железы, выделяя кожное сало, образуют защитный, смягчающий слой на поверхности тела; слезные железы обеспечивают влагу, смачивающую слизистую оболочку глазного яблока. Однако основная роль в освобождении организма от конечных продуктов обмена веществ принадлежит почкам, потовым железам и легким.

Почки поддерживают в организме необходимую концентрацию воды, солей и других веществ; выводят конечные продукты белкового обмена; вырабатывают гормон ренин, влияющий на тонус кровеносных сосудов. При больших физических нагрузках потовые железы и легкие, увеличивая активность выделительной функции, значительно помогают почкам в выводе из организма продуктов распада, образующихся при интенсивно протекающих процессах обмена веществ.

### ***Нервная система в управлении движениями***

При управлении движениями ЦНС осуществляет очень сложную деятельность. Для выполнения четких целенаправленных движений необходимо непрерывное поступление в ЦНС сигналов о функциональном состоянии мышц, о степени их сокращения и расслабления, о позе тела, о положении суставов и угла сгиба в них. Вся эта информация передается от рецепторов сенсорных систем и особенно от рецепторов двигательной сенсорной системы, расположенных в мышечной ткани, сухожилиях,

суставных сумках. От этих рецепторов по принципу обратной связи и по механизму рефлекса ЦНС поступает полная информация о выполнении двигательного действия и о сравнении ее с заданной программой. При многократном повторении двигательного действия импульсы от рецепторов достигают двигательных центров ЦНС, которые соответственным образом меняют свою импульсацию, идущую к мышцам, с целью совершенствования разучиваемого движения до уровня двигательного навыка.

*Двигательный навык* — форма двигательной деятельности, выработанная по механизму условного рефлекса в результате систематических упражнений. Процесс формирования двигательного навыка проходит три фазы: генерализации, концентрации, автоматизации.

Фаза *генерализации* характеризуется расширением и усилением процессов возбуждения, в результате чего в работу вовлекаются лишние группы мышц, а напряжение работающих мышц оказывается неоправданно большим. В этой фазе движения скованы, неэкономичны, неточны и плохо координированы.

Фаза *концентрации* характеризуется снижением процессов возбуждения благодаря дифференцированному торможению, концентрируясь в нужных зонах головного мозга. Исчезает излишняя напряженность движений, они становятся точными, экономичными, выполняются свободно, без напряжения, стабильно.

В фазе *автоматизации* навык уточняется и закрепляется, выполнение отдельных движений становится как бы автоматическим и не требует контроля сознания, которое может быть переключено на окружающую обстановку, поиск решений и т. п. Автоматизированный навык отличается высокой точностью и стабильностью всех составляющих его движений.

#### **4.9. Внешняя среда. Природные и социально-экологические факторы и их воздействие на организм**

Организм человека как единая саморегулирующая и саморазвивающаяся система существует не изолирована, а в тесном взаимодействии с окружающей её внешней средой. Вне окружающей среды жизнь невозможна. Вся жизнедеятельность человека осуществляется в условиях постоянного воздействия различных факторов окружающей внешней среды: *физических* — колебания атмосферного давления, температуры окружающей среды, проникающей радиации, шума, вибрации и др.; *химических* — различные вещества в воде, воздухе, земле, пище; *биологических* — инфекции, вирусы.

Из внешней среды в организм поступают вещества, необходимые для его жизнедеятельности и развития, как полезных, так и вредных, которые как бы стремятся нарушить постоянство внутренней среды. Организм же за счет взаимодействия функциональных систем всячески стремится сохранить его

постоянство или гомеостаз. Благодаря деятельности ряда регуляторных механизмов организм способен сохранять постоянство внутренней среды при резких изменениях различных характеристик внешней среды — больших перепадов температур, повышения или понижения влажности воздуха, освещения и т. п. Чем точнее и надежнее регулируется постоянство внутренней среды организма, тем в меньшей степени организм зависит от изменений внешних условий. Поддержание гомеостаза является основой физиологической адаптации (приспособление) организма к изменениям окружающей среды.

В свою очередь, важным фактором адаптации человека является тренировка. Так, регулярная тренировка холодом, водными процедурами (закаливание), выполнение физических упражнений в различных температурных режимах обеспечивает повышение сопротивляемости организма к изменениям температуры.

Мышечная деятельность вызывает напряжения всех функциональных систем, сопровождается гипоксией, что также тренирует механизмы регуляции, улучшает восстановительные процессы, совершенствует адаптацию к неблагоприятным условиям среды (к изменениям давления, недостатку кислорода, перепадам температур, шумам и т. д.). Регулярные занятия физическими упражнениями в условиях повышенной или пониженной температуры и влажности воздуха приводят к адаптации (акклиматизации) организма, что характеризуется повышением работоспособности в этих условиях. Лица, хорошо физически подготовленные, легче переносят жару, холод, перепады давления.

Деятельность целого организма в единстве с внешней средой определяется не только биологическими и физическими, но и *экологическими* факторами. Загрязнение атмосферы, почвы, подземных вод, повышения радиации

— все это создает жесткие условия воздействия внешней среды на человека. Значительная часть болезней современного человека — результат ухудшения окружающей его экологической обстановки. Все это во многом может препятствовать широкому использованию средств физической культуры на открытом воздухе. Не рекомендуется выполнять какие-либо формы физических упражнений (утренние, вечерние оздоровительные пробежки, длительная вело езда, катание на роликах и др.) вдоль автомобильных дорог, стоянок, вблизи промышленных предприятий. При выполнении физических упражнений повышаются функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, увеличивается газообмен (человек больше вдыхает и выдыхает), а, следовательно, повышается негативное воздействие грязного воздуха на организм человека. И здесь следует отметить, что регулярные занятия физическими упражнениями и спортом повышают специфическую устойчивость организма к экологически неблагоприятным факторам.

Успехи науки и техники, наряду с полезным эффектом приводят в современной жизни и к неблагоприятным последствиям *социального* характера. Автоматизация, компьютеризация, постоянный дефицит времени снижают

необходимый уровень двигательной активности. В результате образ жизни большинства людей, особенно тех, чей профессиональный труд связан с большими умственными нагрузками, стал характеризоваться недостаточной двигательной активностью — *гипокинезией*. Установлено, что гипокинезический режим вызывает, в конечном итоге, нарушение общебиологического баланса, приводя к состоянию, которое называется *гиподинамией*. Гиподинамия проявляется в снижении обмена веществ, понижении уровня функционирования ряда систем организма, атрофии мышц, деминерализации костей.

При гипокинезическом режиме особенно страдает сердечно-сосудистая система. Объем сердца у физически не активных людей меньше, чем у спортсменов. Это обусловлено относительно тонким мышечным слоем и малыми полостями желудочков сердца. Даже при небольшой физической нагрузке такое сердце не может обеспечить необходимое увеличение кровотока, что ведет к утомлению человека и невозможности продолжать работу.

Наряду с недостаточным развитием сердца у малоактивных людей наблюдается ряд неблагоприятных изменений в сосудистой системе. У них раньше и быстрее происходят склеротические изменения в сосудах сердца и головного мозга, препятствующие усилению кровоснабжения этих жизненно важных органов при физических и эмоциональных напряжениях. Изменения функционального состояния стенок артериальных сосудов способствует повышению кровяного давления. Это неблагоприятно отражается на жизнедеятельности организма не только при физических нагрузках, но и при мышечном покое.

Гипокинезия приводит к недостаточному развитию системы дыхания. В обычных условиях человек может это не замечать, поскольку основными потребителями кислорода являются мышцы, а их масса у нетренированных невелика. Кроме того, в состоянии покоя его много не требуется. Однако если нетренированные мышцы выполняют даже небольшую нагрузку, то потребность в кислороде резко возрастает. Органы дыхания и кровообращения не могут ее удовлетворить. В связи с этим в организме накапливаются продукты окисления и потому малоактивный человек вынужден прекращать работу.

При недостаточной двигательной активности ухудшается питание мышц. В результате уменьшается их объем, сила, растяжимость и упругость. Мышцы становятся вялыми, дряблыми, теряют скоростные качества, выносливость, резко снижается их сила. Кости становятся более хрупкими, уменьшается подвижность в суставах. Из-за ослабления мышц, связочного и костного аппарата туловища и нижних конечностей нарушается осанка, деформируются позвоночник, грудная клетка, изменяется свод стопы. Это влечет за собой целую цепь дальнейших нарушений здоровья, снижение работоспособности.

# ОСНОВЫ МЕТОДИКИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ

## 5.1. Мотивация и целенаправленность самостоятельных занятий

По мнению многих ученых, оптимальный двигательный режим для молодых людей в возрасте от 14 до 25 лет должен составлять 8–10 часов в неделю. В настоящее время наблюдается значительное несоответствие между умственной и физической нагрузкой студентов, поскольку на предмет «Физическая культура», согласно учебному плану, предусматривается всего 4 академических часа в неделю, что составляет при любой организации учебных занятий лишь 30–35 % оптимального суточного объема движений. Поэтому важно находить дополнительные резервы увеличения двигательного режима студентов. И здесь большое значение имеет самостоятельная форма занятий физическими упражнениями.

Выбор направленности и формы самостоятельных занятий зависит, прежде всего, от мотивации человека. Формирование мотивов, переходящих в потребность регулярных занятий физическими упражнениями, происходит под воздействием различных факторов, влияющих на образ жизни человека, в том числе, традиции в семье, веяния моды, пропаганды ЗОЖ.

Целями самостоятельных занятий могут быть: активный отдых, укрепление и коррекция здоровья, повышение уровня физического развития и физической подготовленности, выполнение различных тестов, достижение спортивных результатов и т. д.

Конкретная направленность и организационные формы использования самостоятельных занятий зависят от пола, возраста, состояния здоровья, уровня физической и спортивной подготовленности занимающихся. Можно выделить гигиеническую, оздоровительно-рекреативную (рекреация — восстановление), общеподготовительную, спортивную, профессиональноприкладную и лечебную направленности:

*гигиеническая* — предполагает использование средств физической культуры для восстановления работоспособности и укрепления здоровья;

*оздоровительно-рекреативная* — предусматривает использование средств физической культуры после окончания рабочего дня, в выходные дни и в период каникул в целях послерабочего восстановления организма и профилактики переутомления и перенапряжения;

*общеподготовительная* — обеспечивает всестороннюю физическую подготовленность и поддержание ее в течение длительного периода времени на уровне требований и норм какой-либо системы тестов, например, на уров-

не контрольных тестов для оценки физической подготовленности учебной программы для студентов вузов Российской Федерации;

*спортивная* — имеет целью повышение спортивного мастерства занимающихся, участие в спортивных соревнованиях, достижение возможно высоких спортивных результатов;

*профессионально-прикладная* направленность предусматривает использование средств физической культуры и спорта в системе научной организации труда и для подготовки к профессиональной деятельности с учетом особенностей получаемой специальности;

*лечебное* направление заключается в использовании физических упражнений, закалывающих факторов и гигиенических мероприятий в общей системе лечебных мер по восстановлению здоровья или определенных функций организма, сниженных или утраченных в результате заболеваний или травмы.

## **5.2. Формы самостоятельных занятий**

Организационные формы самостоятельных занятий физическими упражнениями и спортом определяются их целью и задачами. Существуют три основные формы самостоятельных занятий: утренняя гигиеническая гимнастика, упражнения в течение учебного (рабочего) дня, самостоятельные тренировочные занятия в свободное время.

*Утренняя гигиеническая гимнастика* (УГГ) включается в распорядок дня в утренние часы после пробуждения от сна.

В комплекс УГГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхательные упражнения. Не рекомендуется выполнять упражнения статического характера, со значительными отягощениями, на выносливость (например, длительный бег до утомления).

При составлении комплексов и их выполнении рекомендуется физическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом в середине или второй половине комплекса.

Каждое упражнение следует начинать в медленном темпе и с небольшой амплитудой движений с постепенным ее увеличением. Между сериями из 2–3 упражнений (а для силовых упражнений — после каждого) выполняются упражнения на расслабление или медленный бег (20–30 с).

Дозировка физических упражнений, т. е. увеличение или уменьшение их интенсивности, обеспечивается: изменением амплитуды движений; ускорением или замедлением темпа; увеличением или уменьшением числа повторений упражнений; включением в работу большего или меньшего числа мышечных групп; увеличением или сокращением пауз для отдыха.

УГГ может сочетаться с самомассажем и закалыванием организма. Сразу же после выполнения комплекса УГГ рекомендуется сделать самомассаж

основных мышечных групп ног, туловища и рук и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

*Упражнения в течение учебного (рабочего) дня* обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения. Упражнения выполняются в перерывах между учебными занятиями. Обычно это — простые общеразвивающие упражнения (наклоны, повороты, круговые движения головы; круговые движения в плечевых, локтевых суставах и т. п.); изометрические (максимальное напряжение и расслабление мышц кистей, рук, ног, туловища); специальные для мышц глаз (движения глаз вправо-влево, вверх-вниз, круговые движения).

*Самостоятельные тренировочные занятия* можно проводить индивидуально и в группе. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Необходимо помнить, что самостоятельные занятия в одиночку можно проводить только на стадионах, спортивных площадках, в парках, в черте населенных пунктов. Самостоятельные индивидуальные занятия на местности или в лесу вне населенных пунктов во избежание несчастных случаев не допускаются. Выезд или выход для тренировок за пределы населенного пункта может проводиться группами из 3–5 человек и более. При этом должны быть приняты все необходимые меры предосторожности по профилактике спортивных травм, обморожения и т. д. Не допускается также отставание от групп отдельных занимающихся.

Выбор количества занятий в неделю зависит в значительной степени от цели самостоятельных занятий. Для поддержания физического состояния на достигнутом уровне достаточно заниматься два раза в неделю. Для его повышения — не менее трех раз, а для достижения заметных спортивных результатов — 4–5 раз в неделю и более. Тренироваться надо через 2–3 часа после приема пищи. Не рекомендуется тренироваться утром сразу после сна натошак, а также поздно вечером.

Тренировочные занятия, как правило, носят комплексный характер, т. е. должны способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма. Специализированный характер занятий требует более индивидуального подхода и предварительной подготовки, т. е. специального отбора тренировочных средств, нагрузок, места и времени занятий, консультаций со специалистами.

Самостоятельные тренировочные занятия проводятся по общепринятой структуре: подготовительная (разминка), основная и заключительная части.

### **5.3. Выбор видов спорта или систем физических упражнений**

Выбор индивидуального вида спорта, той или иной системы физических упражнений зависит, прежде всего, от мотивации человека. В большинстве случаев у юношей сильно выражено стремление добиться через занятия спортом самоутверждения, социального признания, хорошего развития физических качеств. У девушек, как правило, преобладает желание

иметь красивое телосложение. В целом мотивы, побуждающие к занятиям спортом вообще и к выбору одного из них, в частности, могут быть различны.

*Выбор видов спорта для укрепления здоровья, коррекции недостатков физического развития и телосложения.*

Занятия отдельными видами спорта, системами физических упражнений могут способствовать развитию определённых органов и систем организма. С помощью правильно подобранных физических упражнений можно улучшить многие показатели физического развития (масса тела, окружность грудной клетки, жизненная ёмкость лёгких).

При выборе вида спорта с целью коррекции недостатков физического развития и телосложения следует сформировать своё твёрдое представление об идеале телосложения, так как каждый вид спорта влияет различно на те или другие антропометрические показатели.

Наибольшие возможности, например, в избирательной коррекции отдельных недостатков телосложения, представляют регулярные занятия атлетической гимнастикой, шейпингом, аэробикой, гантельной гимнастикой, т. е. теми упражнениями, которые и направлены преимущественно на решение подобных задач.

*Выбор видов спорта, повышающих функциональные возможности организма.*

Для повышения функциональных возможностей организма, совершенствования деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем наиболее эффективно выбирать и самостоятельно заниматься циклическими видами спорта: бег, ходьба на лыжах, плавание, велосезда, катание на коньках.

*Выбор видов спорта и систем физических упражнений для активного отдыха.*

С этой точки зрения рекомендуется выбирать вид спорта или систему физических упражнений с учётом темперамента, психологической настроенности, эмоционального состояния.

Так, если человек легко отвлекается от работы, а затем быстро в неё включается, если он общителен с окружающими, эмоционален в спорах, для него предпочтительными будут игровые виды спорта или единоборства; если же он усидчив, сосредоточен в работе и склонен к однородной деятельности без постоянного переключения внимания, если способен в течение продолжительного времени выполнять физически тяжёлую работу, значит, ему подойдут занятия длительным бегом, лыжным спортом, плаванием, велоспортом; а если замкнут, необщителен, неуверен в себе или чрезмерно чувствителен к мнению окружающих, ему не стоит заниматься постоянно в группах.

*Психофизическая подготовка к будущей профессии и овладение жизненно необходимыми умениями и навыками.*

Выбор видов спорта, систем физических упражнений, в этом случае проводится, чтобы достичь лучшей специальной психофизической подготовленности к избранной профессии. Так, если ваша будущая профессия требует повышенной общей выносливости, то вы должны выбирать виды спорта, в наибольшей степени развивающих это качество (бег на длинные дистанции, лыжные гонки и т. п.). Если ваш будущий труд связан с длительным напряжением зрительного анализатора, освоите виды спорта и упражнения, тренирующие микро-мышцы глаза (настольный теннис, теннис, бадминтон).

#### **5.4. Особенности самостоятельных занятий избранным видом спорта**

Самостоятельные тренировочные занятия можно проводить с использованием различных видов спорта или систем физических упражнений. При этом, прежде всего, рекомендуются наиболее общедоступные виды спорта, в основном циклические, менее других требующие высокого уровня спортивной подготовленности, а также наиболее популярные игровые виды спорта, если занимающиеся уже обладают достаточным уровнем практических навыков в данном виде спорта.

*Оздоровительный бег* является одной из самых лучших и доступных форм занятий физической культурой. Благодаря естественности и простоте движений, возможностям проводить тренировки практически в любых условиях и в процессе занятий добиваться значительного расширения функциональных возможностей, бег является самым распространенным и массовым увлечением во многих странах мира.

Чтобы повысить эффективность занятий оздоровительным бегом, необходимо освоить рациональную технику, научиться правильно, дозировать продолжительность и скорость бега.

Ошибки в технике бега (нарушения в осанке, неправильная постановка стопы и др.) могут вызывать болезненные ощущения отдельных мышечных групп, сухожилий, суставов ног, спины. Чтобы избежать этого, необходимо правильное выполнение беговых движений. Лучшей техникой бега обладают те бегуны, которые используют постановку ноги на носок. Такая постановка увеличивает силу отталкивания за счет энергии упругой деформации в мышцах ног и снижает время опоры. Нога ставится на грунт мягким, загребающим движением. Если это вызывает трудности, можно осуществлять постановку стопы с пятки с последующим перекатом на носок. Нужно стремиться снизить горизонтальное торможение в фазе амортизации, то есть ставить ногу с «загребающим» движением ближе к проекции центра тяжести тела. Избегайте «натякания» на ногу или «ударной» постановки ноги. Беговой шаг должен быть легким, пружинящим, с минимальными вертикальными и боковыми колебаниями. Туловище при беге держится прямо или имеет незначительный наклон вперед, плечи опущены и расслаблены, руки без напряжения движутся вперед-назад. Продолжительность и скорость бега определяется в зависимости от уровня подготовки занимающихся и поставленных задач. Критериями дозировки физической нагрузки при занятиях оздоровительным бегом являются: продолжительность бега, скорость,

дистанция бега.

Под влиянием регулярных занятий бегом во всех система организма происходит функциональная перестройка. Активизация деятельности мышц при занятиях оздоровительным бегом приводит к повышению активности всех обменных процессов. Опыт показывает, что, тренируясь 3–4 раза в неделю даже с минимальным объемом нагрузок можно добиться существенного улучшения функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Проводить занятия на свежем воздухе зимой можно при температуре воздуха не ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . При более низкой температуре целесообразно провести занятие в помещении, заменив бег гимнастическими упражнениями и бегом на месте.

После каждого занятия через 10–15 минут желательно принять душ, который успокаивает нервную систему, очищает кожу, улучшает кровообращение. Не рекомендуется после занятий принимать холодный душ. Холодный душ без предварительного закаливания организма может вызвать простудные заболевания.

Заниматься бегом нельзя тем, кто страдает такими заболеваниями, как сердечная недостаточность, стенокардия, гипертоническая болезнь, сердечные пороки, бронхиальная астма, хронический бронхит и т. д. В любом случае необходимо посоветоваться с врачом.

Занятия *лыжным* спортом более сложны в организационном и методическом плане. К подготовленности занимающихся предъявляются повышенные требования. Главным критерием готовности к лыжным занятиям является физическое состояние организма, выражающееся в отсутствии медицинских противопоказаний для тренировок на холоде, а также владение некоторыми техническими навыками передвижения на лыжах. Для самостоятельных тренировочных занятий лыжным спортом, особенно начинающим, следует выбирать относительно ровные трассы, без больших перепадов высоты на подъемах и спусках. Основной направленностью самостоятельных оздоровительных занятий лыжным спортом является закаливание организма, развитие выносливости и, конечно же, совершенствование ранее изученной техники лыжных ходов.

Занятия *атлетической гимнастикой*, довольно популярные в последнее время, направлены на развитие силы, силовой выносливости и ловкости. Конечная цель таких занятий — формирование гармоничного и красивого телосложения. Хороший эффект дают силовые упражнения для целенаправленного воздействия на недостаточно развитые группы мышц, коррекцию фигуры (сутулость, опущенные плечи, впалая грудь, крыловидные лопатки, отвислый живот).

Атлетическая гимнастика включает упражнения с гантелями, гириями, амортизатором, штангой и другими отягощениями. Воздействуя на различные мышечные группы, упражнения с отягощениями способствуют гармоническому развитию мускулатуры тела, улучшают осанку.

Занятия атлетической гимнастикой рекомендуется проводить во второй половине дня. Вес отягощений выбирается таким образом, чтобы каждое упражнение можно было выполнять 8–10 раз подряд. Для развития абсолютной

силы в каком-либо движении вес отягощения увеличивается, а число повторений уменьшается. Для развития силовой выносливости, уменьшения жировых отложений применяются отягощения меньшего веса с большим числом повторений (16 и более). Наиболее целесообразно в тренировке вначале выполнять упражнения с малыми отягощениями, а в последующих подходах увеличивать вес, уменьшая число повторений. Упражнения следует выполнять ритмично без задержки дыхания, делая вдох в момент расслабления мышц. Интервал отдыха между упражнениями обычно составляет 1–2 минуты, в зависимости от скорости восстановления дыхания.

*Спортивные игры* оказывают разностороннее воздействие на занимающихся, улучшая их функциональное состояние, физическую подготовку и координацию движений. Для того чтобы тренировки в спортивных играх оказались более эффективными, необходимо соблюдать следующие правила. До начала игр следует проводить разминку, включающую медленный бег, общеразвивающие упражнения и упражнения для тех групп мышц, которые принимают наибольшую нагрузку в данной игре. Соблюдать все правила, связанные с техникой безопасности, обращая внимание на соответствие обуви, инвентаря, ровность покрытия площадки и др. требования.

## **5.5. Особенности самостоятельных занятий женщин**

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского у женского организма менее прочное строение костей, меньшее общее развитие мускулатуры, более широкий тазовый пояс и более мощная мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования

тренировки для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения

«березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8–12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8–10 месяцев.

## **ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРА И СПЕЦИАЛИСТА**

### **6.1. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста**

В рамках общей готовности выпускников вузов к профессиональной деятельности физическая готовность человека занимает равнозначное место наряду с духовной (идейной, гражданской, нравственной), специальнотрудовой (теоретической, технической, технологической) и психической (умственной, волевой, рефлексивно-эмоциональной).

Сегодня физическое здоровье является не просто желательным

качеством, а необходимым условием профессиональной деятельности специалиста: он должен обладать резервом физических и функциональных возможностей для своевременной адаптации к быстро меняющимся условиям производственной и внешней среды, объему и интенсивности труда, способностью к полному восстановлению в заданном лимите времени.

Физическое здоровье отражает такую степень физического развития человека, его двигательных навыков и умений, которая позволяет наиболее полно реализовать его творческие возможности. Более того, зачастую физическая подготовка человека, индивидуальный уровень его физической культуры определяют выбор будущей профессии.

На большинстве современных предприятий и учреждений обязательна хорошая физическая форма специалистов – необходимое условие при приеме на работу. Безусловно, первое, чего ждет работодатель, – это проявления высоких профессиональных качеств. Но помимо этого слабое здоровье специалиста потенциально неэкономично для финансового состояния предприятий и учреждений. Это относится к сотрудникам, страдающим различными заболеваниями, тяжело переносящим профессиональные (умственные, физические, психологические) нагрузки. Напротив, специалист, обладающий хорошей физической формой и функционально более подготовленный, имеет лучшую работоспособность. Его труд более эффективен, а в экстремальных условиях он способен проявить максимальные усилия.

С переходом к рыночным отношениям большинство предприятий и учреждений свободны в выборе работников. Работодатели при этом руководствуются соображениями экономической выгоды. Потеря значительных сумм на оплату больничных листов, а иногда и на оплату дорогого лечения сотрудников, стрессовые ситуации, возникающие из-за нервозности и некоммуникабельности отдельных специалистов, вынуждают работодателя избавляться от таких сотрудников. Практика показывает, что далеко не всегда трудовое законодательство может защитить неугодного работника.

Приведенные аргументы отнюдь не предрекают неудачную профессиональную карьеру молодым специалистам с ослабленным здоровьем или физическими недостатками, однако дают повод уже сегодня, в период обучения в вузе, серьезно задуматься о будущей профессиональной деятельности. Для этого нужно начать строить свою жизнь по-новому, положив в основу свободного времяпрепровождения занятия физическими упражнениями. Человек, ведущий физически активный, здоровый образ жизни в состоянии полноценно выполнять любые профессиональные обязанности, возлагаемые на него работодателем в рамках профессии.

Говоря о профессиональной деятельности выпускников высшей школы, мы представляем, прежде всего, служащих, занимающихся преимущественно интенсивной интеллектуальной деятельностью (с повышенным напряжением внимания, зрения), сопровождающейся малой подвижностью, что зачастую ведет к значительной психической напряженности и усталости. Образование, которое получают выпускники вузов, предполагает именно такую организационную форму их трудовой деятельности. В результате такой

характер труда выпускника высшей школы приводит к перегруженности одних функциональных систем организма и недогруженности других, что неблагоприятно сказывается на общей дееспособности специалиста. Обычно это умственное перенапряжение, с одной стороны, и снижение мышечного тонуса, застой лимфы в суставах опорно-двигательного аппарата – с другой. Для корректировки этих психофизиологических «перекосов» необходимы как профилактические мероприятия в рабочий период, так и специально выделяемое время в периоды досуга для активного восстановления сил и улучшения самочувствия.

## **6.2. Производственная физическая культура, ее цель и задачи**

*Производственная физическая культура (ПФК) — система методически обоснованных физических упражнений, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности.* Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время. При неблагоприятных условиях труда (повышенная запыленность, загазованность) мероприятия ПФК могут осуществляться только после работы.

Цель ПФК — способствовать укреплению здоровья и повышению эффективности труда. Эффективность труда можно повысить за счет расширения физиологически допустимых границ его интенсивности, а также за счет повышения индивидуальной производительности, на уровень которой также оказывает определенное влияние физическая подготовленность.

Задачи ПФК:

подготовить организм человека к оптимальному включению в профессиональную деятельность;

активно поддерживать оптимальный уровень работоспособности во время работы и восстанавливать его после ее окончания;

заблаговременно проводить акцентированную психофизическую подготовку к выполнению отдельных видов профессиональной деятельности;

профилактика возможного влияния на организм человека неблагоприятных факторов профессионального труда в конкретных условиях.

## **6.3. Методические основы производственной физической культуры**

Основа производственной физической культуры — теория активного отдыха. Великий русский ученый И. М. Сеченов показал, что для организма наиболее благоприятен такой режим работы, когда происходит смена нагрузки, перемена усилий и групп работающих мышц. Он экспериментально доказал, что работоспособность восстанавливается быстрее и полнее не в состоянии покоя или пассивного отдыха, а в активном состоянии, когда специально организованные движения выполняются другими, неутомленными частями тела.

В результате в утомленных функциональных системах усиливаются процессы восстановления и их работоспособность повышается.

В трудах другого великого русского физиолога И. П. Павлова мы находим объяснение того, как устойчивая работоспособность зависит от правильного чередования периодов работы и отдыха, о роли ЦНС в этом процессе.

Методическое обеспечение производственной физической культуры требует учитывать не только физические, но и психические нагрузки — умственную и нервно-эмоциональную напряженность труда, которая характеризуется степенью включения в работу высшей нервной деятельности и психических процессов. Чем большая нагрузка приходится на высшие отделы коры больших полушарий головного мозга, тем важнее переключить внимание работающих на другой вид деятельности.

Итак, методика ПФК находится в зависимости от характера и содержания труда и имеет «контрастный» характер:

чем больше физическая нагрузка в процессе труда, тем меньше она период активного отдыха, и наоборот;

чем меньше в активную деятельность включены большие мышечные группы, тем в большей степени они подключаются при занятиях различными формами ПФК;

чем больше нервно-эмоциональное и умственное напряжение в профессиональной деятельности, тем меньше оно должно быть в разнообразных физических упражнениях ПФК.

#### **6.4. Производственная физическая культура в рабочее время**

В рабочее время ПФК реализуется через производственную гимнастику.

*Производственная гимнастика* — это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Видами (формами) производственной гимнастики являются: вводная гимнастика, физкультурная пауза, физкультурная минутка, микропауза активного отдыха.

При построении комплексов упражнений необходимо учитывать:

1) рабочую позу (стоя или сидя), положение туловища (согнутое или прямое, свободное или напряженное);

2) рабочие движения (быстрые или медленные, амплитуда движения, их симметричность или асимметричность, однообразие или разнообразие, степень напряженности движений);

3) характер трудовой деятельности (нагрузка на органы чувств, психическая и нервно-мышечная нагрузка, сложность и интенсивность мыслительных процессов, эмоциональная нагрузка, необходимая точность и повторяемость движений, монотонность труда);

4) степень и характер усталости по субъективным показателям (рассеянное внимание, головная боль, ощущение болей в мышцах, раздражительность);

5) возможные отклонения в здоровье, требующие индивидуального подхода при составлении комплексов производственной гимнастики;

б) санитарно-гигиеническое состояние места занятий (обычно комплексы проводятся на рабочих местах).

*Вводная гимнастика.* С нее рекомендуется начинать рабочий день. Она проводится до начала работы и состоит из 5–8 общеразвивающих и специальных упражнений продолжительностью 5–7 мин.

Цель вводной гимнастики в том, чтобы активизировать физиологические процессы в тех органах и системах организма, которые играют ведущую роль при выполнении конкретной работы. Гимнастика позволяет легче включиться в рабочий ритм, сокращает период вработываемости, увеличивает эффективность труда в начале рабочего дня и снижает отрицательное воздействие резкой нагрузки при включении человека в работу.

В комплексе упражнений вводной гимнастики следует использовать специальные упражнения, которые по своей структуре, характеру близких действиям, выполняемым во время работы, имитируют их. С учетом сложных технологических и организационных особенностей ряда современных профессий вводную гимнастику невозможно проводить на рабочем месте, поэтому специфическую функцию вводной гимнастики может достаточно эффективно выполнить утренняя гигиеническая гимнастика.

*Физкультурная пауза.* Она проводится, чтобы дать срочный активный отдых, предупредить или ослабить утомление, снижение работоспособности в течение рабочего дня. Комплекс состоит из 7–8 упражнений, повторяемых несколько раз в течение 5–10 мин.

Место физкультурной паузы и количество повторений зависит от продолжительности рабочего дня и динамики работоспособности.

При обычном 7–8-часовом рабочем дне с часовым обеденным перерывом при «классической» кривой изменения работоспособности рекомендуется проводить две физкультурные паузы: через 2–2,5 ч после начала работы и за 1–1,5 ч до ее окончания. Комплекс упражнений физкультурной паузы подбирается с учетом особенностей рабочей позы, движений, характера, степени тяжести и напряженности труда.

Физкультурная пауза при благоприятных санитарно-гигиенических условиях может проводиться на рабочих местах. Целесообразно в комплекс упражнений физкультурной паузы для работающих у компьютера или с документами включать специальные упражнения для снятия утомления мышц глаз.



Рис. 3.1.  
Пальцевые повороты

*Пальцевые повороты.* Это упражнение — первый шаг на пути ликвидации напряженного состояния глаз.

Поставьте указательный палец какойнибудь руки перед своим носом (рис. 3.1). Мягко поворачивайте свою голову из стороны в сторону, смотря при этом мимо пальца, а не на него. Вам покажется, что палец двигается. Очень быстро ощущение движения можно добиться, если вы закроете глаза и будете делать повороты таким образом, чтобы кончик носа

каждый раз касался пальца во время прохождения мимо него.

Делайте эти повороты всегда по 20–30 раз, не забывая при этом о дыхании. Эти повороты обладают снимающим боль эффектом. Первый закон зрения — это движение. Когда глаз перемещается, он видит. Зрение глаза, который смотрит пристально, слабеет.

*Большие повороты.* Встаньте лицом к окну, расставив широко ступни ног (рис. 3.2). Затем, перенося вес тела на левую ногу, поверните голову и плечи к левой стене. После этого, перенося вес тела на правую ногу, поверните голову и плечи к правой стене. Обратите внимание на то, что при повороте к правой стене, окна проходят мимо вас влево, а при повороте к левой стене — вправо.

Во время поворотов считайте их количество. Чтобы достичь хорошей степени расслабления, надо сделать до 60 поворотов.

*Физкультурная минутка* относится к малым формам активного отдыха. Это наиболее индивидуализированная форма кратковременной физкультурной паузы, которая проводится, чтобы локально воздействовать на утомленную группу мышц. Она состоит из 2–3 упражнений и проводится в тече-

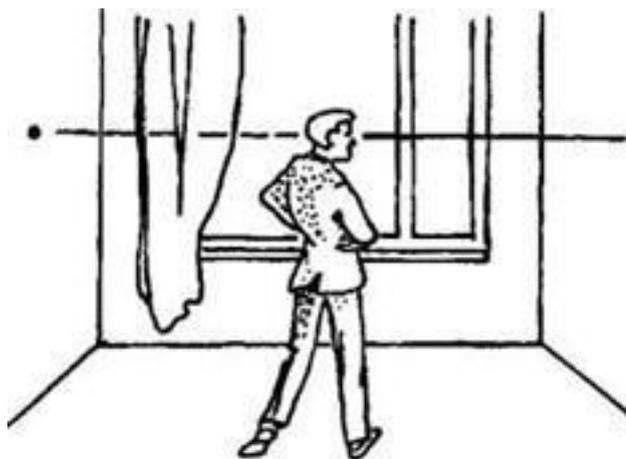


Рис. 3.2. Большие повороты

ние рабочего дня несколько раз по 1–2 мин.

Физкультминутки с успехом применяются, когда по условиям организации труда и его технологии невозможно сделать организованный перерыв для активного отдыха, т. е. в тех случаях, когда нельзя останавливать оборудование, нарушать общий ритм работы, отвлекать надолго внимание работающего. Физкультминутка может быть использована в индивидуальном порядке непосредственно на рабочем месте. Работающий человек имеет возможность выполнять физические упражнения именно тогда, когда ощущает потребность в кратковременном отдыхе в соответствии со спецификой утомления в данный момент. Для быстрого снятия зрительного утомления рекомендуется выполнить пальминг.

*Микропауза активного отдыха.* Это самая короткая форма производственной гимнастики, длящаяся всего 20–30 с.

Цель микропауз — ослабить общее или локальное утомление путем частичного снижения или повышения возбудимости центральной нервной системы. С этим связано снижение утомления отдельных анализаторных систем, нормализация мозгового и периферического кровообращения. В микропаузах используются мышечные напряжения и расслабления, которые можно многократно применять в течение рабочего дня. Используются приемы самомассажа.

## 6.5. Физическая культура и спорт в свободное время

Основные формы занятий физкультурой в свободное время:

утренняя гигиеническая гимнастика;

утренние или вечерние специально направленные занятия физическими упражнениями;

краткие занятия физическими упражнениями в обеденный перерыв;  
попутная тренировка;

физкультурно-спортивные занятия с целью активного отдыха и повышения функциональных возможностей, профессионально-прикладной физической подготовки.

*Утренняя гигиеническая гимнастика.* Комплекс несложных упражнений утренней гигиенической гимнастики («зарядки») позволяет легко и приятно перейти от утренней вялости к активному состоянию, быстрее ликвидировать застойные явления, возникающие в организме после ночного бездействия. Применительно к производственной физической культуре утренняя зарядка повышает возбудимость центральной нервной системы, постепенно активизирует основные функциональные системы организма и тем самым ускоряет вработываемость в трудовой процесс. Наблюдения за группой студентов, регулярно выполнявших утреннюю зарядку, и за теми, кто не делал ее, показали, что у первых период включения в качественный учебный труд составил 15 мин, у вторых — до 45 мин.

При составлении индивидуального комплекса следует позаботиться, чтобы он удовлетворял следующим требованиям:

упражнения должны соответствовать функциональным возможностям организма, специфике трудовой деятельности;

выполняться в определенной последовательности;

носить преимущественно динамический характер, выполняться без значительных усилий и задержки дыхания;

нагрузка должна постепенно возрастать с некоторым снижением к концу зарядки;

комплекс следует периодически обновлять, так как привычность упражнений снижает эффективность занятий.

Рекомендуется следующая примерная схема последовательности упражнений утренней гимнастики (для работников умственного труда):

1. Упражнения, способствующие постепенному переходу организма из заторможенного состояния в рабочее (ходьба, медленный бег, потягивание).

2. Упражнения, активизирующие деятельность сердечно-сосудистой системы (махи руками в разных направлениях, неглубокие выпады и т. п.).

3. Упражнения, укрепляющие мышцы тела, тренирующие дыхание, улучшающие мозговое кровообращение (вращение и наклоны головы, туловища, повороты вправо и влево, наклоны в сторону, прогибание назад).

4. Упражнения на развитие силовых возможностей.

5. Упражнения, способствующие подвижности суставов.

6. Упражнения для мышц брюшного пресса.

7. Упражнения для ног, включая приседание на одной ноге, подскоки.

8. Завершают утреннюю гигиеническую гимнастику упражнения на расслабление и восстановление дыхания (ходьба с движениями рук).

Продолжительность утренней гимнастики от 8–10 до 20–30 мин.

Практически здоровые люди в возрасте до 40 лет могут проводить такую зарядку в темпе, при котором пульс повышается до 150 уд/мин (после 50 лет — пульс до 140 уд/мин, для 60-летних — 120 уд/мин).

Однако далеко не все люди легко и безболезненно переносят в ранние утренние часы повышенные нагрузки. Для некоторых целесообразно

ограничиться минимумом упражнений, направленных на снятие утренней вялости, а более активные упражнения перенести на послерабочие вечерние часы.

*Утренние или вечерние специально направленные физические упражнения.* Занятия в виде специально подобранного комплекса упражнений проводятся с повышенной нагрузкой и имеют профилактическую направленность.

Благодаря физическим упражнениям можно повысить: быстроту и точность движений, координацию мелкой моторики, устойчивость и быстроту распределения внимания, силовую выносливость групп мышц, которые выдерживают основную рабочую нагрузку. Так, в этих целях, в комплекс специально направленных физических упражнений для работников интеллектуального вида труда рекомендуется включать броски, ведения, передача баскетбольного мяча (развивающие быстроту и точность движения); гантельную гимнастику для укрепления основных работающих мышц (рис. 3.3).

С помощью специально направленных упражнений снимаются неблагоприятные последствия малоподвижного, тяжелого физического, монотонного труда, работы в вынужденной неудобной позе, с повышенной нервноэмоциональной напряженностью, в неблагоприятных санитарногигиенических условиях (см. табл.).

*Краткие занятия физическими упражнениями в обеденный перерыв.*

Известный кардиолог профессор Н. Мухарлямов писал, что тем, у кого «сидячая» работа, в обед следует ограничиться чаем с бутербродом, а остальное время перерыва использовать для прогулки, игры в настольный теннис, легкой пробежки. Иными словами, вместо того чтобы приобретать калории, следует активно их расходовать, а полный обед лучше перенести на послерабочее время.

Во многих учреждениях в обеденный перерыв сотрудники с увлечением играют в настольный теннис. Это и есть часть производственной физической культуры, в которой присутствуют элементы повышенной двигательной активности и своеобразной гимнастики микромышц глаз, гимнастики зрительного анализатора.

Общая физическая нагрузка во время игры может быть весьма значительной, ведь за одну партию игрок выполняет 15–20 подач, от 60 до 150 ударов, 15–20 раз наклоняется за мячом.

*Попутная тренировка* — это по своей сути неорганизованное индивидуальное действие, направленное на повышение двигательной активности без существенных затрат дополнительного времени. Термин «тренировка» здесь весьма условен. Речь идет об использовании для дополнительной физической нагрузки обычных условий труда и быта. Сюда относится пешее передвижение вместо езды на транспорте по пути на работу и обратно.

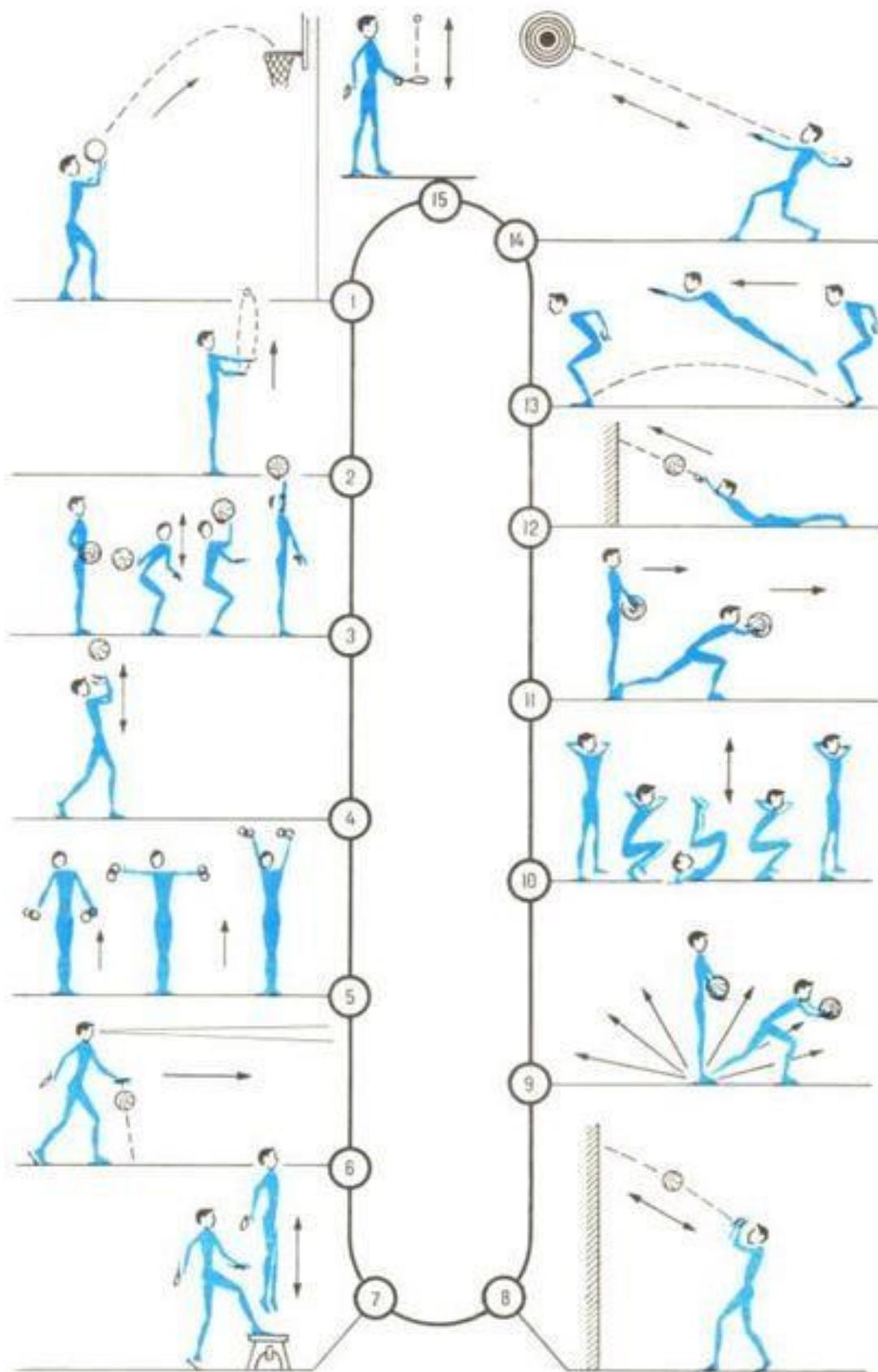


Рис. 3.3. Комплекс специальных физических упражнений для работников интеллектуального вида труда

Таблица 3.1

Направленность комплексов физических упражнений профилактического воздействия на самостоятельных и групповых занятиях  
(с использованием материалов Н. А. Мусаелова, Л. Н. Нифонтовой)

Негативные факторы профессионального труда	Направленность занятий и подбора упражнений
Тяжелый физический труд	Профилактика перенапряжения мышечного аппарата и отрицательного влияния на опорно-двигательный аппарат
Гипокинезия и гиподинамия	Развитие выносливости, силы, подвижности суставов, координации движений, ловкости
Неудобная или однообразная рабочая поза	Коррекция осанки, ликвидация застойных явлений в области малого таза и нижних конечностей, профилактика шейных остеохондрозов и пояснично-крестцовых радикулитов
Повышенная загруженность мышц кисти и предплечья	Профилактика перенапряжения мышц и нервномышечных заболеваний рук
Монотонность	Двигательная перемена деятельности, повышенная эмоциональность занятий
Повышенная нервноэмоциональная напряженность	Снятие нервной напряженности, стабилизация работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем, расслабление
Неблагоприятные санитарногигиенические условия	Улучшение функции дыхания в благоприятных условиях, повышение устойчивости к высоким, низким температурам и к их перепадам

Дополнительная физическая нагрузка очень важна для представителей малоподвижных видов труда (оптимальный расход энергии на мышечную работу составляет 1300–2200 ккал в сутки). Кроме того, как отмечают психологи, за время пешего передвижения у человека снижается нервноэмоциональное напряжение. Это особенно важно при возвращении домой после напряженного дня.

Чтобы активизировать работу крупных мышечных групп, имеющих недостаточную нагрузку, необходимо подниматься по лестничным маршам, эскалаторам метро. При подъеме по лестнице затрачивается значительно больше энергии, чем при ходьбе по ровной местности. Поднимаясь по обычной лестнице в среднем темпе, человек расходует 0,012 ккал/кг на 1 м подъема. Затраты энергии при спуске составляют одну треть затрат при подъеме. Поэтому следует взять за правило не пользоваться без особой нужды лифтом при подъеме хотя бы до четвертого этажа. Получить дополнительную физическую нагрузку помогают разнообразные бытовые и хозяйственные работы: уборка квартиры, мытье пола, работа на приусадебном участке и в личном хозяйстве. Все эти виды труда приравниваются к физическому труду умеренной тяжести.

Почти в любых условиях можно делать изометрические упражнения на отдельные группы мышц, совершенно не заметные для окружающих. Олимпийский чемпион доктор медицинских наук профессор А. Н. Воробьев в этой связи указывал: «Тренирует мышцы любая физическая нагрузка. Скажем, когда мне приходится ехать в поезде дальнего следования, делаю так называемые изометрические упражнения — с их помощью можно дать нагрузку на любую мышцу. В дополнение — приседания, отжимания».

*Физкультурно-спортивные занятия для активного отдыха и повышения функциональных возможностей.* Эти занятия предприятие или учреждения могут организовать для своих сотрудников. Место могут выбрать сами занимающиеся. Занятия проводятся с целью активного отдыха, общего оздоровления, повышения функциональных возможностей отдельных систем организма в следующих формах:

группы здоровья;

группы общей физической подготовки;

спортивные секции по видам спорта;

самостоятельные физкультурные занятия и спортивная тренировка индивидуальных видах спорта.

*Группы здоровья.* Цель занятий — укрепить защитные свойства организма к внешним факторам и условиям производства (профессиональной деятельности), повысить уровень общей подготовленности. В этих группах, как правило, занимаются мужчины от 40 и женщины от 35 лет, имеющие некоторые отклонения в состоянии здоровья. Методика проведения занятий требует строго дозировать физическую нагрузку с учетом индивидуальных особенностей состояния здоровья каждого занимающегося.

*Группы общей физической подготовки (ОФП).* Занятия в группах ОФП проводятся, чтобы обеспечить общую физическую подготовленность, обучить некоторым спортивным упражнениям, развить физические качества, необходимые для того или другого вида спорта, что позволяет в дальнейшем продолжить занятия в одной из спортивных секций.

Группы ОФП комплектуются главным образом из молодежи и людей среднего возраста (мужчины до 40, женщины до 35 лет). Занятия включают самые разнообразные упражнения и элементы из различных видов спорта. Широко используются спортивные игры.

*Занятия в спортивных секциях.* Они организуются для людей молодого и среднего возраста. Выбор вида спорта зависит от особенностей контингента работающих и конкретной деятельности учреждения или предприятия. Занятия проводятся по общепринятой методике спортивной подготовки и предполагают участие в соревнованиях.

Различные профессиональные группы избирают различные виды спорта и физические упражнения. Условия труда и быта, характер профессиональной деятельности и ряд других факторов накладывают свой отпечаток на особенности активного отдыха человека.

*Самостоятельные физкультурные занятия и спортивная тренировка.* Когда условия жизни не позволяют человеку заниматься в организованных группах и коллективах, он может делать это самостоятельно, в индивидуальном порядке. Желательно заниматься физкультурой, проконсультировавшись с врачом врачебно-физкультурного диспансера, с методистом-тренером или используя полученный ранее опыт занятий в учебных заведениях, армии или в спортивных секциях. Приобрести необходимые методические знания можно, изучая специальную литературу по методике физкультурных занятий и спортивной подготовке. Как правило, индивидуальной спортивной подготовкой занимаются лица, имеющие многолетний опыт спортивной тренировки.

### **6.6. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры**

Статистически доказано, что здоровый, физически подготовленный человек меньше подвержен случайным и профессиональным травмам в силу хорошей реакции, достаточных скоростно-силовых возможностей. У него более высокая устойчивость против заболеваний, проникающей радиации.

Основная задача физических упражнений профилактической направленности — повысить устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов труда. К ним относятся: перенапряжение, возникающее при тяжелом физическом труде; гипокинезия — ограничение количества и объема движений; монотония, связанная с выполнением одинаковых операций, с непрерывной концентрацией внимания (именно в этом состоянии, подобном полудреме, увеличивается вероятность травматизма); рабочая поза, которая становится причиной целого ряда неблагоприятных отклонений (заболевание органов малого таза, кифозы, сколиозы, ослабление мышц живота и др.); повышенная нервно-эмоциональная напряженность труда, вибрация и укачивание, неблагоприятные санитарно-гигиенические условия (запыленность, загазованность, плохое освещение).

Чтобы снизить эти неблагоприятные воздействия, в свободное время проводится так называемая профилактическая гимнастика. Это комплекс упражнений, подобранных для профилактики неблагоприятных влияний в процессе труда и снижения профессионального травматизма. Количество упражнений, темп их выполнения, продолжительность комплекса в каждом отдельном случае различные.

## **ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА**

### **7.1. Определение понятия профессионально-прикладной физической подготовки**

Принцип органической связи физического воспитания с практикой трудовой деятельности наиболее конкретно воплощается в профессионально-прикладной физической подготовке (ППФП).

Современный труд приводит к перегрузкам одних функциональных систем организма и недогрузкам других, что неблагоприятно сказывается на общей дееспособности человека.

Чтобы корректировать эти психофизиологические «перекосы», проводятся мероприятия в системе организации труда, в числе которых и направленное применение специально подобранных физических упражнений. Использование средств физической культуры и спорта в целях поддержания и повышения общей и профессиональной дееспособности человека в теории и практике физической культуры получило название профессионально-прикладная физическая подготовка.

*Профессионально-прикладная физическая подготовка* — это специально направленное и избирательное использование средств физической культуры и спорта для подготовки человека к определенной профессиональной деятельности.

Основное назначение ППФП — направленное развитие и поддержание на оптимальном уровне тех психических и физических качеств человека, к которым предъявляет повышенные требования конкретная профессиональная деятельность, а также выработка функциональной устойчивости организма к условиям этой деятельности и формирование прикладных двигательных умений и навыков.

Каждая профессия предъявляет к человеку специфические требования и часто очень высокие к его физическим и психическим качествам, прикладным навыкам. В связи с этим возникает необходимость профилирования процесса физического воспитания при подготовке студентов к трудовой деятельности, сочетания общей физической подготовки со специализированной — профессионально-прикладной физической подготовкой.

Геодезисту, геологу необходимо умение ориентироваться на местности. Он должен уметь подготовить ночлег, приготовить пищу в походных условиях. Правильная переправа через реку или поведение в горах, тайге — жизненно необходимые навыки. Занятия туризмом для таких специальностей будут подготовкой к профессиональной деятельности.

Чтобы реализоваться в профессиональной деятельности, работникам ряда инженерно-технических специальностей (инженер-радиоэлектронщик, инженер-механик и др.), нужно обладать целым рядом физических качеств. От них требуется умение дозировать небольшие по величине силовые напряжения при пользовании различными ручными и ножными органами управления (кнопками, рукоятками, рычагами, педалями), при работе с персональным компьютером, дисплейной техникой, осциллографом и т. д. Работа представителей умственного вида труда (экономисты, дизайнеры, конструкторы, юристы) часто характеризуется гиподинамией, длительным пребыванием в вынужденной позе (сидя, стоя) во время проектных работ, операторской деятельности. Все это говорит о необходимости развития статической выносливости мышц туловища, спины, испытывающих

наибольшие напряжения во время малоподвижной работы.

Профессиональная деятельность ряда современных инженернотехнических специальностей часто содержит операции, связанные с манипулированием небольшими предметами, инструментами. Они должны иметь способность выполнять быстрые, точные и экономные движения, обладать ловкостью и координацией движений рук, пальцев.

В профессиях инженера, менеджера, преподавателя, ученого важную роль играют психические качества. При напряженной умственной деятельности особенно необходимо внимание: способность одновременно воспринимать несколько объектов (объем внимания), выполнять несколько действий (распределение внимания), быстро переносить внимание с объекта на объект (концентрация внимания). Кроме того, требуются: оперативное мышление, оперативная и долговременная память, нервно-эмоциональная устойчивость, выдержка, самообладание.

Таким образом, профессиональная деятельность современных специалистов предъявляет к ним довольно жесткие требования, в том числе к физическим и психическим качествам и способностям. В процессе общей физической подготовки практически невозможно сформировать такой уровень психофизической подготовленности, который обеспечил бы высокопроизводительную профессиональную деятельность. Во многих случаях необходимы специальные занятия физическими упражнениями и спортом, то есть профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП).

В период подготовки к профессиональной деятельности, то есть во время учебы в вузе, необходимо создать психофизические предпосылки и готовность студента:

- к ускорению профессионального обучения;
- достижению высокопроизводительного труда в избранной профессии;
- предупреждению профессиональных заболеваний и травматизма, обеспечению профессионального долголетия;

- использованию средств физической культуры и спорта для активного отдыха и восстановления общей и профессиональной работоспособности в рабочее и свободное время;

- выполнению служебных и общественных функций по внедрению физической культуры и спорта в профессиональном коллективе.

## **7.2. Задачи ППФП**

Конкретные задачи ППФП студентов определяются особенностями их будущей профессиональной деятельности и состоят в том, чтобы:

- формировать необходимые прикладные знания; осваивать прикладные умения и навыки;
- воспитывать прикладные психофизические качества; воспитывать прикладные специальные качества.

*Прикладные знания* связаны с будущей профессиональной деятельностью. Студент получает прикладные знания на лекциях по учебной

дисциплине «Физическая культура», во время бесед и методических установок на учебно-тренировочных занятиях, путем самостоятельного изучения литературы.

*Прикладные умения и навыки* обеспечивают безопасность в быту и при выполнении профессиональных видов работ. Они формируются в процессе активных занятий физической культурой и спортом. Особая роль в этом принадлежит прикладным видам спорта: туризму, автоспорту, водным видам спорта и др.

*Прикладные физические качества* — быстрота, сила, выносливость, гибкость и ловкость — необходимы во многих видах профессиональной деятельности. Одни виды труда предъявляют повышенные требования к общей выносливости, другие — к скорости или ловкости, третьи — к силе отдельных групп мышц и т. п. Заблаговременное акцентированное формирование нужных прикладных физических качеств в процессе физического воспитания до профессионально требуемого уровня и является одной из задач ППФП.

*Прикладные психические качества* и свойства личности, необходимые будущему специалисту, могут формироваться и на учебно-тренировочных занятиях, и самостоятельно. На учебных занятиях по физической культуре, спортивной тренировке, при регулярных самостоятельных занятиях физическими упражнениями могут быть созданы также условия, при которых проявляются такие волевые качества, как настойчивость, решительность, смелость, выдержка, самообладание, самодисциплина.

Многие спортивные и особенно игровые моменты могут моделировать возможные жизненные ситуации в производственном коллективе при выполнении профессиональных видов работ. Воспитанная в спортивной деятельности привычка соблюдать установленные нормы и правила поведения (чувство коллективизма, выдержка, уважение к соперникам, трудолюбие, самодисциплина) переносятся в повседневную жизнь, в профессиональную деятельность. Сознательное преодоление трудностей в процессе регулярных занятий физической культурой и спортом, борьба с нарастающим утомлением, ощущениями боли и страха воспитывают волю, самодисциплину, уверенность в себе.

*Прикладные специальные качества* — это способность организма противостоять специфическим воздействиям внешней среды: холода и жары, укачивания в автомобиле, на море, в воздухе, гипоксии. Такие способности можно развивать путем закаливания, дозированной тепловой тренировки, специальными упражнениями, воздействующими на вестибулярный аппарат (кувырки, вращения в различных плоскостях), укреплением мышц брюшного пресса, упражнениями на выносливость, при которых возникает двигательная гипоксия и т. д.

Формировать специальные качества можно в процессе ППФП не только с помощью специально подобранных упражнений, но и при регулярных занятиях соответствующими прикладными видами спорта. Следует иметь в виду и особенности так называемой неспецифической адаптации человека. Установлено, что хорошо физически развитый и тренированный человек быстрее акклиматизируется в новой местности, легче переносит действие

низкой и высокой температуры, более устойчив к инфекциям, проникающей радиации и т. д.

### 7.3. Основные факторы, определяющие содержание ППФП

В различных сферах профессионального труда в настоящее время насчитывается несколько тысяч профессий, а специальностей — десятки тысяч.

Лишь сравнительно немногие из современных профессий требуют предельной или близкой к ней мобилизации физических способностей в процессе самой трудовой деятельности. В большинстве же видов профессионального труда, даже физического, требования к физическим возможностям далеко не максимальны.

Чтобы успешно подготовить себя к профессиональной деятельности, необходимо знать основные факторы, определяющие конкретное содержание ППФП (профессиограмму):

формы (виды) труда специалистов данного профиля; условия и характер труда;

режим труда и отдыха;

особенности динамики работоспособности специалистов в процессе труда и специфика их профессионального утомления и заболеваемости.

*Формы труда.* Основные формы труда — физический и умственный. Это разделение несколько условно, но необходимо, так как с его помощью легче изучать динамику работоспособности специалиста в течение рабочего дня. Кроме того, подобное разделение обеспечивает более эффективный подбор средств физической культуры и спорта в целях подготовки студента к предстоящей профессиональной деятельности. Например, для умственного труда важны различные качества внимания. Устойчивость в проявлении внимания развивают легкоатлетические упражнения (бег 15–20 м за указанное время, эстафеты, кроссовый бег по пересеченной местности и др.); спортивные игры; лыжная подготовка (спуски с гор с различными видами торможений, преодоление неровностей, ориентирование).

*Условия труда* — продолжительность рабочего времени, комфортность производственной сферы (температура, вибрация, шум, загрязненность и т. п.) Правильно подобранные средства ППФП в процессе физического воспитания способствуют повышению резистентности организма по отношению к неблагоприятным производственным факторам, содействуют увеличению адаптационных возможностей организма молодого специалиста. Выносливость и устойчивость к высокой температуре достигаются с помощью физических упражнений, сопровождающихся значительным теплообразованием: бег на 500, 1000 и 3000 м, интенсивное передвижение на лыжах, игра в футбол, баскетбол. Выносливость и устойчивость к низкой температуре обеспечивается с помощью физических упражнений, выполняемых в условиях низкой температуры в облегченной одежде, закаливание холодным воздухом и водой.

*Характер труда* — особенности двигательных рабочих операций, при

характеристике которых имеют в виду главным образом:

тип движений (поднимающие, опускающие, вращательные, ударные и пр.);  
амплитуду движений (малая, средняя, большая);

силовые характеристики движения (статическая, динамическая нагрузка, величина усилий);

особенности координации движений.

Так, например, при работе операторов на пультах управления довольно часто движения выполняются с очень малой амплитудой — меньше 2 см; при кнопочном управлении перемещение кнопки составляет от 2 до 12 мм с силой нажатия от 200 до 1600 г. Таким образом, двигательные действия оператора характеризуются микродвижениями, высокими требованиями к скорости двигательной реакции, точности движения, при постоянном напряжении внимания.

*Режим труда и отдыха.* Рациональным режимом труда и отдыха на любом предприятии считается такой режим, который оптимально сочетает эффективность труда, индивидуальную производительность, работоспособность и здоровье трудящихся.

При разработке соответствующих разделов ППФП необходимо знать и учитывать организационную структуру и особенности производственного процесса, а также проводить совместный анализ рабочего и нерабочего времени, поскольку между основным трудом и деятельностью человека в свободное время существует объективная связь.

#### **7.4. Средства ППФП студентов**

Было бы ошибкой считать, что адекватными средствами ППФП могут служить только упражнения, аналогичные по форме профессиональным трудовым действиям. Современная ППФП опирается на использование упражнений, позволяющих направленно мобилизовать именно те профессионально важные функциональные свойства организма, двигательные и сопряжённые с ними способности, от которых существенно зависит результативность профессиональной деятельности.

Средства ППФП студента специфичны и достаточно разнообразны.

К ним следует отнести:

прикладные физические упражнения и отдельные элементы различных видов спорта;

прикладные виды спорта (их целостное применение);

оздоровительные силы природы и гигиенические факторы;

вспомогательные средства, обеспечивающие качество учебного процесса ППФП.

*Прикладные физические упражнения* — упражнения, посредством которых вырабатывают двигательные умения и навыки, находящие применение в условиях профессиональной деятельности или в экстремальных ситуациях.

Для направленного воздействия на вестибулярные функции и воспитания способности поддерживать равновесие в усложнённых условиях (инженер-строитель, инженер электрических сетей) применяют упражнения на

повышенной (пониженной) опоре, малоустойчивой платформе, батуте, упражнения в равновесии, в лазании по вертикальной, наклонной и горизонтальной лестнице (рис. 4.1); для повышения устойчивости организма к кислородному голоданию (подводник, водолаз) — серийные скоростные упражнения в беге, плавании, нырянии, специальные упражнения с задержкой дыхания; для устойчивости к перегреванию (инженер-литейщик) — продолжительный бег в плотной одежде или в жаркую погоду, марш-броски и т. п.

При подготовке к ряду профессий довольно широко применяются естественные движения (ходьба, бег, прыжки, метания, лазание, передвижения на лыжах и т. д.). Это обусловлено тем, что в некоторых видах трудовой деятельности (геолог, монтажник, моряк и др.) совершенные навыки в естественных движениях имеют непосредственно прикладное значение. Углубленное овладение ими является непременным условием эффективной профессиональной деятельности.

*Прикладные виды спорта.* Каждый вид спорта способствует совершенствованию определённых физических и психических качеств. И если эти качества, умения и навыки, осваиваемые в ходе спортивного совершенствования, совпадают с профессиональными, то такие виды спорта считаются профессионально-прикладными.

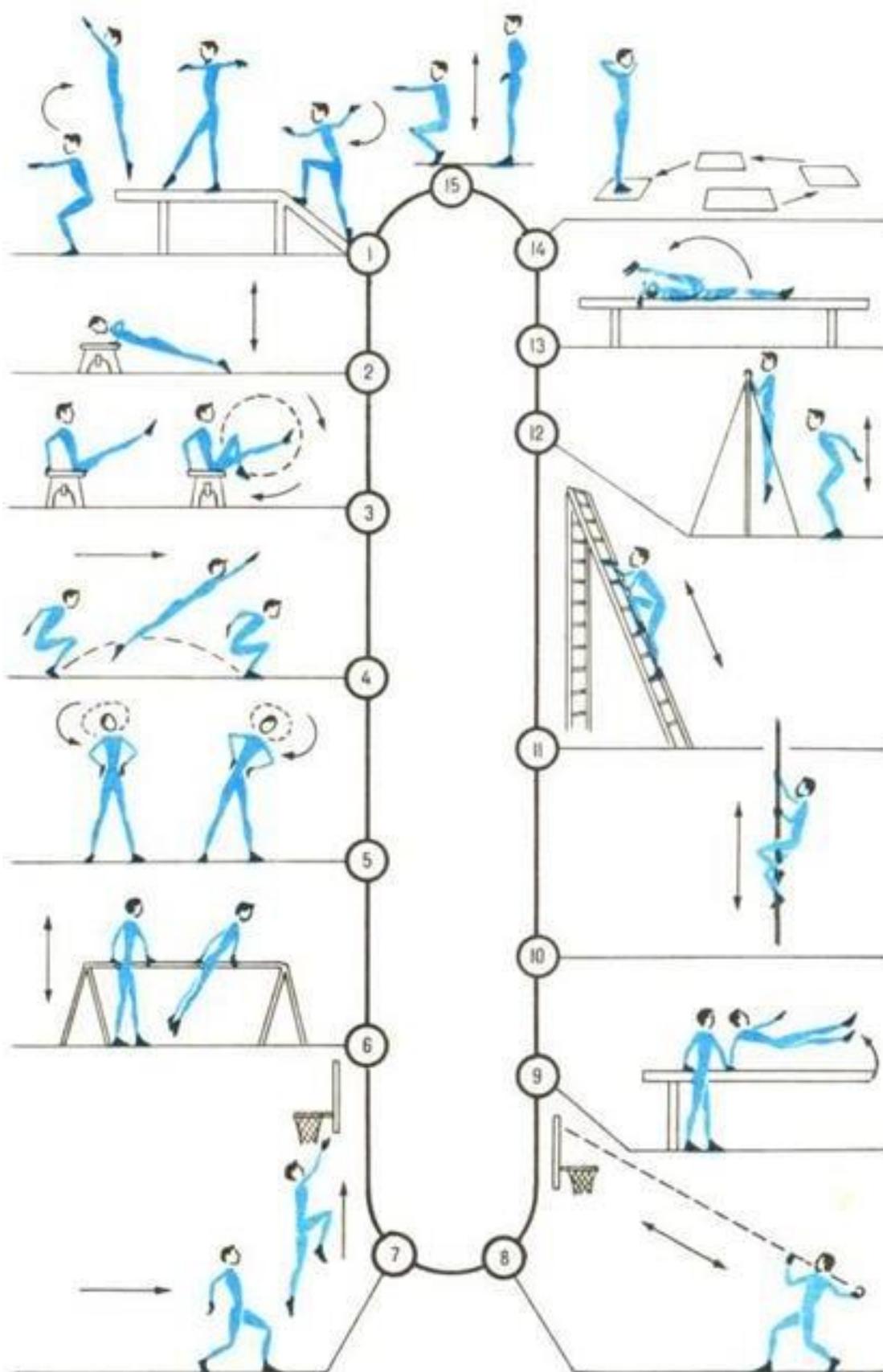


Рис. 4.1. Комплекс прикладных физических упражнений инженера-строителя

Немаловажен и опосредованный прикладной опыт занятий отдельными видами спорта. Применение средств физической культуры и спорта в профессиональной деятельности основывается на явлении «переноса» тренированности. И хотя упражнения, используемые ППФП, не копируют профессиональные движения, однако создают необходимую почву для успешного овладения профессиональными навыками. Так, например, некоторые категории инженерно-технических специальностей (инженер-строитель, инженер-механик) сталкиваются в своей профессиональной деятельности с подъемом и перемещением различных видов грузов. Знание основ техники поднятия тяжестей, приобретенных в процессе занятий силовыми видами спорта, в профессиональной деятельности будут иметь прикладную направленность и способствовать соблюдению правил безопасности. Инженер-строитель, ранее занимавшийся тяжелой атлетикой, никогда не станет тянуть вес вверх путём разгибания спины, что часто наблюдается в быту, так как при этом создаётся колоссальная нагрузка на межпозвоночные диски. Правильный подъём веса всегда начинают с активного разгибания ног, путём напряжения крупной передней группы мышц бедра (рис. 4.2).

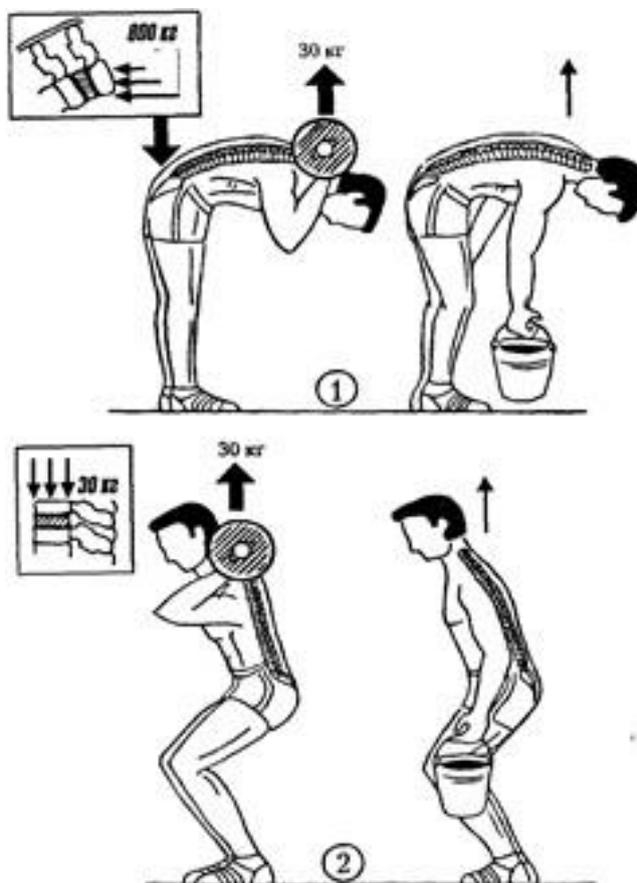


Рис. 4.2. Воздействие на межпозвоночные диски груза, поднимаемого различными способами (по Р. Хедману): 1 — неправильно; 2 — правильно

Для ряда профессий существуют специальные прикладные виды спорта. Для пожарных — это пожарно-прикладной спорт, содержание которого составляют наиболее важные навыки и качества, необходимые при борьбе с огнем: быстрое приведение средств пожаротушения в рабочее состояние; преодоление высоких стен, оконных проемов, лестничных маршей; имитация спасательных операций на большой высоте; пребывание в задымленном или загазованном помещении в условиях ограниченной видимости и другие упражнения.

Для водолазов, гидрологов, исследователей морских глубин прикладным видом спорта является подводный спорт — погружение на заданную глубину, размещение, поиск предметов, подъем различных предметов из воды.

Элементы состязательности, сопряжённые с повышенными физическими и психическими нагрузками, позволяют широко использовать спорт в процессе совершенствования профессионально-прикладной физической подготовки студентов. Однако занятия прикладными видами спорта не единственный метод решения всего комплекса вопросов ППФП студентов из-за недостаточной избирательности и неполного охвата задач подготовки будущего специалиста к любой конкретной профессии.

*Оздоровительные силы природы и гигиенические факторы* — обязательные средства ППФП студентов, особенно для воспитания специальных прикладных качеств, обеспечивающих продуктивную работу в различных географо-климатических условиях. С помощью специально организованных занятий можно достичь повышенной стойкости организма к холоду, жаре, солнечной радиации, резким колебаниям температуры воздуха. Это обучение приёмам закаливания организма и выполнения гигиенических мероприятий, а также мероприятия по ускорению восстановительных процессов в организме (специальные водные процедуры, различные бани и др.)

*Вспомогательные средства* ППФП, обеспечивающие её эффективность, — это различные тренажёры, специальные технические приспособления, с помощью которых можно моделировать отдельные условия и характер будущего профессионального труда.

## **7.5. Организация и формы ППФП в вузе**

Организация ППФП студентов в высших учебных заведениях предполагает использование специализированной подготовки в учебное и свободное время.

Для расширения психофизической подготовки с профессиональной направленностью в основном учебном отделении могут быть организованы специализированные учебные группы по ППФП, а в спортивном — учебные группы по прикладным видам спорта.

Студенты, занимающиеся в специальном учебном отделении, осваивают те элементы, которые доступны им по состоянию здоровья.

ППФП студентов на учебных занятиях проводится в форме теоретических и практических занятий.

Цель теоретических занятий — дать будущим специалистам прикладные знания, которые бы обеспечили сознательное и методически правильное использование средств физической культуры и спорта для подготовки к профессиональным видам труда. Учебный материал должен быть рассчитан не только на подготовку студента в личном плане, но и на его подготовку как будущего руководителя производственного или творческого коллектива. Для этого можно использовать теоретические и методико-практические, а также учебно-тренировочные занятия. Вопросы ППФП, связанные с техникой безопасности, целесообразнее объяснять именно во время практических занятий.

ППФП во внеучебное время необходима студентам, имеющим недостаточную общую и специальную физическую подготовленность. Формы ППФП в свободное время:

секционные занятия в вузе по прикладным видам спорта под руководством преподавателя-тренера;

самостоятельные занятия прикладными видами спорта в различных спортивных группах вне вуза (в туристических клубах и т. д.);

самостоятельное выполнение студентами заданий преподавателей кафедры физического воспитания.

Одна из форм ППФП — массовые оздоровительно-физкультурные и спортивные мероприятия, например, внутривузовские соревнования между учебными группами, курсами, факультетами.

## **ОСНОВЫ ОБЩЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ. СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА**

### ***8.1. Понятия общей и специальной физической подготовки***

*Физическая подготовка* — это педагогический процесс, направленный на воспитание физических качеств и развитие функциональных возможностей, создающих благоприятные условия обеспечения жизнедеятельности человека. Понятием «физическая подготовка» пользуются тогда, когда необходимо подчеркнуть прикладную направленность физического воспитания по отношению к трудовой, военной, спортивной и иной деятельности. Различают общую физическую подготовку (ОФП) и специальную физическую подготовку (СФП).

*Общая физическая подготовка* (ОФП) — это процесс совершенствования двигательных физических качеств, направленных на всестороннее и гармоничное физическое развитие человека. ОФП способствует повышению функциональных возможностей, общей работоспособности, является основой (базой) для специальной подготовки и достижения высоких результатов в выбранной сфере деятельности или виде спорта. Средствами ОФП являются физические упражнения (бег, плавание, спортивные и подвижные игры, лыжный спорт, велосезда, упражнения с отягощениями и др.), оздоровительные силы природы и гигиенические факторы. С общей физической

подготовкой связано достижение физического совершенства — уровня здоровья и всестороннего развития физических способностей, соответствующих спортивной, военной, профессиональной и иной деятельности.

Необходимость широкого разнообразия средств ОФП определяется тем, что в сферу занятий физическими упражнениями с общеподготовительной направленностью вовлекаются практически все слои населения — от младенческого до пожилого возраста.

Задачами ОФП являются: 1) укрепление и сохранение здоровья, совершенствование телосложения, гармоническое физическое развитие, поддержание общего уровня функциональных возможностей организма, многолетнее сохранение высокого уровня трудоспособности; 2) развитие всех основных физических качеств — силы, выносливости, гибкости, быстроты и ловкости;

3) создание базовой основы для специальной физической подготовленности к конкретным видам деятельности — трудовой, военной, бытовой и т. д.

Общая физическая подготовка — основная целевая задача педагогического процесса физического воспитания студенческой молодежи, ориентированной на укрепление здоровья, повышение общей работоспособности и эффективности учебного труда. Однако, следует помнить, что даже достаточно высокая общефизическая подготовленность зачастую не может обеспечить успеха в подготовке к конкретному виду профессии или виду спорта. В этих случаях необходима дополнительная специальная подготовка: в области спорта — специальная физическая подготовка, в профессиональной деятельности — профессионально-прикладная физическая подготовка.

*Специальная физическая подготовка (СФП)* характеризуется уровнем развития физических способностей, возможностей органов и функциональных систем, непосредственно определяющих достижения в избранном виде спорта.

## **8.2. Спортивная подготовка**

Физическая подготовка (как общая, так и специальная) осуществляется в процессе спортивной тренировки.

Термин «спортивная тренировка» в значительной мере совпадает по своему содержанию с термином «подготовка спортсменов». Вместе с тем, их необходимо различать. Подготовка спортсмена — понятие более широкое.

*Спортивная подготовка* — это целесообразное использование знаний, средств, методов и условий, позволяющее направленно воздействовать на развитие спортсмена и обеспечивать необходимую степень его готовности к спортивным достижениям. Спортивная подготовка включает физическую, техническую, тактическую, психическую стороны подготовки спортсмена.

*Спортивная тренировка* — это та часть подготовки спортсмена, которая построена на основе метода упражнения. Например, если спортсмен выполняет какие-либо физические упражнения, то это значит, что в ходе подготовки осуществляется спортивная тренировка. Если же он изучает особенности

соревновательной деятельности соперников путем просмотра видеозаписей, то в этом случае подготовка проводится, а тренировка — нет. Положительный эффект тренировки должен выражаться в повышенном уровне функциональных возможностей организма спортсмена, общей и специальной работоспособности. Функциональное состояние спортсмена, его тренированность — главный объект управления в процессе спортивной тренировки. В свою очередь, система подготовки спортсмена включает такие процессы как: соревнование, спортивную тренировку, материальное и информационное обеспечение условий подготовки.

В тренировочной, и особенно в соревновательной деятельности, ни одна сторона из сторон спортивной подготовки не проявляется изолировано. Они объединяются в сложный многофункциональный процесс, направленный на достижение наивысших спортивных результатов.

*Техническая подготовка* — обучение технике действий, выполняемых в соревнованиях или служащих средствами тренировки. В процессе технической подготовки спортсмен овладевает техникой избранного вида спорта, осваивает соответствующие двигательные умения и навыки, доводя их до возможно высокой степени совершенства.

*Тактическая подготовка* спортсмена предполагает усвоение теоретических основ спортивной тактики, практическое освоение тактических приемов, их комбинации, вариантов, воспитание тактического мышления и других способностей, определяющих тактическое мастерство.

*Психическая подготовка.* Основным содержанием психической подготовки является воспитание волевых способностей: целеустремленности, решительности и смелости, настойчивости и упорства, выдержки и самообладания, самостоятельности и инициативности. Психическая подготовка осуществляется в процессе тренировок с постепенно возрастающими трудностями в соревновательных условиях.

*Физическая подготовка.* Как уже указывалось выше, физическая подготовка разделяется на общую и специальную физическую подготовку. Каждый вид спорта предъявляет свои специфические требования к физической подготовленности спортсмена — уровню развития отдельных физических качеств, функциональных возможностей и телосложению. Поэтому имеются определенные различия в содержании и методике физической подготовки в том или ином виде спорта, у спортсменов различного возраста и квалификации. Соотношение ОФП и СФП в тренировочном процессе зависит от решаемых задач, возраста, квалификации и индивидуальных особенностей спортсмена, вида спорта, этапов и периодов тренировочного процесса. В процессе многолетней тренировки с ростом мастерства спортсмена, увеличивается удельный вес средств СФП и соответственно уменьшается объем средств ОФП. Эффективность тренировочного процесса можно определять по качеству таких понятий как: тренированность, подготовленность, спортивная форма.

*Тренированность* спортсмена характеризуется степенью функционального приспособления организма к предъявляемым тренировочным нагрузкам, формирующаяся в результате систематических физических упражнений способствующая повышению работоспособности.

Тренированность подразделяется на общую и специальную.

*Общая* тренированность формируется под воздействием упражнений общеразвивающего характера, повышающих функциональные возможности организма.

*Специальная* тренированность приобретается вследствие выполнения конкретного вида мышечной деятельности в избранном виде спорта.

Тренированность всегда ориентирована на конкретный вид специализации спортсмена и выражается:

в повышении уровня функциональных возможностей его организма, специфической и общей работоспособности,

в достигнутой степени совершенства спортивных умений и навыков.

*Подготовленность* — это комплексный результат физической, технической, тактической, психической подготовок спортсмена.

*Спортивная форма* — это высшая степень подготовленности спортсмена, характеризующаяся его способностью к одновременной реализации в соревновательной деятельности различных сторон подготовки спортсмена (технической, физической, тактической, психической). Спортивная форма связана с проявлением комплексного восприятия соревновательной деятельности в избранном виде спорта: «чувство воды», «чувство льда», «чувство мяча» и т. д.

### **8.3. Средства спортивной подготовки**

Основными специфическими средствами спортивной подготовки являются физические упражнения — соревновательные, специально подготовительные и общеподготовительные.

*Соревновательные* упражнения — это целостные двигательные действия (либо совокупность двигательных действий), которые являются средством соревновательной борьбы в избранном виде спорта и выполняются по возможности в соответствии с правилами соревнований по избранному виду спорта. Например, в тяжелой атлетике — отдельные упражнения двоеборья штангиста (рывок, толчок); в спортивном плавании — плавание определенных дистанций спортивными стилями (кроль на груди, баттерфляй, брасс, кроль на спине). Понятие «соревновательное упражнение» тождественно виду спорта.

*Специально подготовительные* упражнения — это упражнения, имеющие сходство с соревновательными упражнениями по структуре движения, ритмическим, временным и другим характеристикам. Например, для легкоатлета-бегуна это будет бег отрезков избранной дистанции; для игроков — игровые действия и комбинации. Другим примером могут служить упражнения, приближенные по форме к соревновательному действию: у лыжников гонщиков — упражнения на лыжероллерах; у гимнастов — упражнения на батуте и т. д.

В зависимости от направленности тренировочных занятий, специально подготовительные упражнения подразделяются на подводящие (для освоения формы, техники движений) и развивающие (для развития силы, выносливости, гибкости и других физических качеств) упражнения. К числу специально

подготовительных упражнений относятся и имитационные упражнения, которые максимально соответствует по координационной структуре характеру выполнения соревновательного упражнения.

*Общеподготовительные* упражнения являются преимущественно средствами общей подготовки спортсмена. С этой целью могут использоваться самые разнообразные общефизические упражнения, упражнения из смежных видов спорта.

Кроме тренировочных упражнений в спортивной тренировке широко используются естественно-оздоровительные средства: водные и воздушные процедуры, тренировочные занятия в различных погодных условиях, в условиях среднегорья и высокогорья. Они используются для повышения устойчивости организма к влиянию охлаждения, согревания, недостатку кислорода, т. е. для закаливания и укрепления здоровья спортсмена.

#### **8.4. Организация и структура отдельного тренировочного занятия**

Исходным целостным звеном, объединяющим в определенном порядке элементы спортивной тренировки, является структура отдельного тренировочного занятия (урочного и неурочного характера). Отдельное тренировочное занятие имеет типичные части: подготовительную (получившую в спортивной практике название «разминки»), основную и заключительную. Содержание отдельного тренировочного занятия определяется направленностью решаемых двигательных задач. Для спортивной практики не типично множество основных задач, намеченных на отдельное занятие. Повышенная сложность требований спортивного совершенствования обязывает контролировать усилия в каждом отдельном занятии на относительно небольшом круге заданий. Нередко основное содержание тренировочного занятия может составлять всего один вид двигательной деятельности, например, кроссовый бег. Подготовительная и заключительная части занятия в данном случае также строятся в значительной мере на содержании бега. При более разнообразном содержании занятий его структура усложняется, прежде всего, в основной части, где более сложным становится порядок сочетания различных упражнений, чередование нагрузок и отдыха. Тем не менее, структура тренировочного занятия в спорте, как правило, более монолитна, чем в других формах физического воспитания.

*Подготовительная часть учебно-тренировочного занятия или разминка.* Любая физическая тренировка должна начинаться с разминки. Это жесткое и необходимое условие методики проведения занятий, и оно вполне объяснимо. Физиологической предпосылкой, способствующей совершенствованию мышечной деятельности во время занятий физическими упражнениями, должна быть определенная степень возбудимости ЦНС, соматической и вегетативной нервных систем. Это состояние организма может быть достигнуто в первую очередь подготовительными, разминочными упражнениями.

Физиологический эффект разминки объясняется тем, что вегетативные органы и системы человека обладают определенной инертностью и не сразу начинают действовать на том функциональном уровне, который требуется для качественного обеспечения двигательной деятельности.

Сущность разминки заключается в повышении подвижности вегетативных органов и систем человека и возбудимости нервных процессов. Предварительная мышечная работа способствует ускорению физико-химических процессов обмена веществ, а именно в самой скелетной мускулатуре, что отражается на повышении внутренней температуры, облегчающей химические реакции.

В процессе разминки работоспособность повышается постепенно, примерно до уровня, необходимого в период основной работы. Другими словами, разминка решает задачу усиления деятельности организма и его отдельных систем для обеспечения вывода на необходимый уровень работоспособности. Она вызывает новую установку в работе внутренних органов, усиливает деятельность дыхательной системы, выражающуюся в изменении частоты и глубины дыхания, что, в свою очередь, ведет к увеличению легочной вентиляции и газообмена, повышает деятельность системы кровообращения, усиливает обмен веществ в мышцах опорно-двигательного аппарата. Все эти изменения ведут к плавному переходу организма от состояния покоя к готовности перенести определенную физическую нагрузку.

Кроме того, грамотно проведенная разминка дает еще один положительный результат: снижается риск травматизма во время выполнения основной физической нагрузки. Разминка сопровождается повышением температуры кожи и тела, а при этом уменьшается вязкость мышц, т. е. их внутреннее трение, повышается эластичность связок и сухожилий, что и является положительным фактором для предотвращения травм. Помимо этого, во время разминки достигается оптимальный уровень возбудимости именно тех центральных и периферических систем и звеньев двигательного аппарата, которые необходимы для выполнения предстоящего упражнения.

Возникает закономерный вопрос: как правильно построить вводную часть тренировочного занятия или предстартовую разминку к соревнованиям?

Большинство исследований по вопросам разминки и практический опыт тренеров говорят о том, что разминка должна состоять из двух взаимосвязанных частей — общей и специальной.

Задача первой части разминки — повысить функциональные возможности организма в целом на более высокий уровень работоспособности. При этом происходит своего рода «разогревание» организма. Поэтому она может быть почти схожей во всех видах спорта и состоять из ходьбы, медленного бега, комплекса общеразвивающих упражнений. Оптимальное время циклической части разминки 10–15 мин. Гимнастические движения должны быть составлены в виде комплекса последовательно выполняемых упражнений разной направленности.

Физиологически обоснованной является последовательность всевозможных движений, начиная с верхних частей тела и заканчивая нижними:

1. Наклоны, повороты, круговые движения головы.
2. Сгибание и разгибание, круговые движения, последовательно выполняемые кистями рук, локтевыми и плечевыми суставами.

3. Наклоны, повороты, круговые движения туловища.
4. Маховые движения ногами, приседания, выпады.

Каждое упражнение следует начинать в медленном темпе и с небольшой амплитудой движений с постепенным ее увеличением. После такого, либо подобного комплекса, можно приступать к специальной части разминки.

Специальная часть разминки должна быть тесно связана со специализацией избранного вида спорта. Ее задача сводится к установлению наиболее оптимальных взаимоотношений между структурой предстоящего движения и деятельностью ЦНС. Здесь происходит основная «настройка» организма на предстоящую работу. Упражнения, используемые в специальной части разминки, по своему содержанию должны быть максимально приближены к основным тренировочным или соревновательным.

*Основная часть учебно-тренировочного занятия* обеспечивает решение задач по обучению техники двигательных действий и воспитанию физических и личностных качеств.

Учебно-тренировочные занятия, направленные на повышение уровня *физической подготовленности* строятся на основе использования разнообразных физических упражнений — общеразвивающих, спортивных, отражающих специфику избранного вида спорта, упражнений из других видов спорта. Используются различные методы тренировки: равномерный, повторный, интервальный, круговой, соревновательный и игровой. Объем и интенсивность применяемых общеразвивающих, специально-подготовительных, соревновательных упражнений; количество повторений, серий, характер и продолжительность отдыха подбираются с учетом пола, возраста, состояния здоровья, уровня подготовленности, психофизического состояния, условий мест занятий.

Учебно-тренировочные занятия, направленные на *техническую подготовленность*, отличаются не высокой моторной (двигательной) плотностью занятий. Содержанием таких занятий является отработка основ, деталей техники, разучивание новых движений, совершенствование техники ранее разученных двигательных действий.

В спортивной тренировке наиболее распространены *смешанные* (комплексные) учебно-тренировочные занятия, направленные на решение задач обучения технике, воспитания физических и личностных качеств, контроль за уровнем физической подготовленности.

*Заключительная часть учебно-тренировочного занятия* предназначена для постепенного снижения нагрузки и, соответственно, восстановления организма. В этих целях используют малоинтенсивный бег, ходьба, дыхательные упражнения и упражнения на растягивание и расслабление. Хорошо заканчивать тренировку водными процедурами.

## **8.5. Физические нагрузки и их дозирование**

Основным фактором, определяющим степень воздействия мышечной деятельности на физическое развитие, является нагрузка физических упражнений.

*Нагрузка* физических упражнений (физическая нагрузка) — это определенная мера их влияния на организм занимающихся, а также степень преодолеваемых при этом субъективных и объективных трудностей. Два разных по уровню физической подготовленности студента, выполняя одинаковую мышечную работу, получают разную по величине нагрузку. То есть, нагрузка — это не сама работа, а ее следствие. Действием нагрузки является ответная реакция организма на выполненную работу. Одним из основных показателей соответствия нагрузки уровню подготовленности организма являются внешние признаки утомления (табл. 1).

Таблица 1  
Внешние признаки утомления

Признаки	Степень утомления		
	легкая	значительная	очень большая
Цвет кожи лица туловища	Небо льшее покраснение	Значи тельное покраснение	Резкое покраснение, побледнение, синюшность губ
Потливос ть	Небо льшая, чаще на лице	Большая, головы туловища	Очень сильная, выступлениесоли
Дыхание	Уча щенное ровное	Значительное учащение, периодически через рот	Резко учащенное, поверхностное, появление одышки
Движения	Не нарушены	Неуверенные	Покачивания, нарушения координации движений, дрожая- ние конечностей — тремор
Внимание	Безошиб очное	Неточность выполнения команд	Замедленное выполнениезаданий
Самочувс твие	Жалоб нет	Жалобы на усталость, сердцебиение, одышку и т. д.	Сильная усталость, боль в ногах, головокружение, шум в ушах, головная боль, тошнота и др.

Физические нагрузки в каждом конкретном случае должны быть оптимальными: недостаточные нагрузки — не эффективны, чрезмерные — наносят вред организму. Если нагрузка остается прежней и не изменяется, то ее воздействие становится привычным и перестает быть развивающим стимулом. Поэтому постепенное увеличение физической нагрузки является необходимым требованием занятий физическими упражнениями.

По своему характеру нагрузки подразделяются на тренировочные и соревновательные; по величине — умеренные, средние, высокие или предельные нагрузки; по направленности — способствующие совершенствованию отдельных физических качеств (скоростных, силовых, координационных и др.).

*Тренировочные нагрузки* характеризуются рядом физических и физиологических показателей. К физическим показателям нагрузки относятся

количественные признаки выполняемой работы (амплитуда движений, количество повторений, темп выполнения, степень сложности упражнения и др.). Физиологические параметры характеризуют уровень мобилизации функциональных резервов организма (увеличение ЧСС, ударного объема крови, минутного объема).

*Дозирование* физической нагрузки, регулирование интенсивности их воздействия на организм связаны со следующими факторами, которые необходимо учитывать:

*количество повторений упражнения:* чем большее число раз повторяется упражнение, тем больше нагрузка, и наоборот;

*амплитуда движений:* с увеличением амплитуды нагрузка на организм возрастает;

*исходное положение:* положение, из которого выполняется упражнение, существенно влияет на степень физической нагрузки. К ним относятся: изменение формы и величины опорной поверхности при выполнении упражнений (стоя, сидя, лежа), применение исходных положений, изолирующих работу вспомогательных групп мышц (с помощью гимнастических снарядов и предметов), усиливающих нагрузку на основную мышечную группу и на весь организм, изменения положения центра тяжести тела по отношению к опоре;

*темп выполнения упражнений:* темп может быть медленным, средним, быстрым. В циклических упражнениях, например, большую нагрузку дает быстрый темп, в силовых — медленный темп;

*продолжительность и характер пауз отдыха между упражнениями.* Более продолжительный отдых способствует более полному восстановлению организма. По характеру паузы отдыха могут быть пассивными и активными. При активных паузах, когда выполняются легкие упражнения разгрузочного характера или упражнения в мышечном расслаблении, восстановительный эффект повышается.

Учитывая вышеперечисленные факторы, можно уменьшать или увеличивать суммарную физическую нагрузку в одном занятии и в серии занятий на продолжительном периоде времени.

Совокупность физических параметров нагрузки, их комбинации определяют в целом интенсивность и объем тренировочной нагрузки.

Наиболее информативным и широко используемым показателем интенсивности физических нагрузок является *частота сердечных сокращений*. В основе определения интенсивности тренировочной нагрузки по частоте сердечных сокращений лежит связь между ними — чем больше нагрузка, тем больше частота сердечных сокращений.

Относительная рабочая частота сердечных сокращений ( $\%ЧСС_{max}$ ) — это выраженное в процентах отношение частоты сердечных сокращений во время нагрузки и максимальной частоты сердечных сокращений для данного человека. Приблизительно  $ЧСС_{max}$  можно рассчитать по формуле:

$$ЧСС_{max} = 220 - \text{возраст человека (лет)}$$

При определении интенсивности тренировочных нагрузок по частоте сердечных сокращений используются два показателя: пороговая и пиковая частота сердечных сокращений. Пороговая частота сердечных сокращений —

это наименьшая интенсивность, ниже которой тренировочного эффекта не возникает. Пиковая частота сердечных сокращений — это наибольшая интенсивность, которая не должна быть превышена в результате тренировки. Примерные показатели частоты сердечных сокращений у здоровых людей, занимающихся спортом могут быть пороговая — 75 % и пиковая — 95 % от максимальной частоты сердечных сокращений. Чем ниже уровень физической подготовленности человека, тем ниже должна быть интенсивность тренировочной нагрузки.

Индивидуальные зоны интенсивности нагрузок определяются по частоте сердечных сокращений (рис. 1.1).

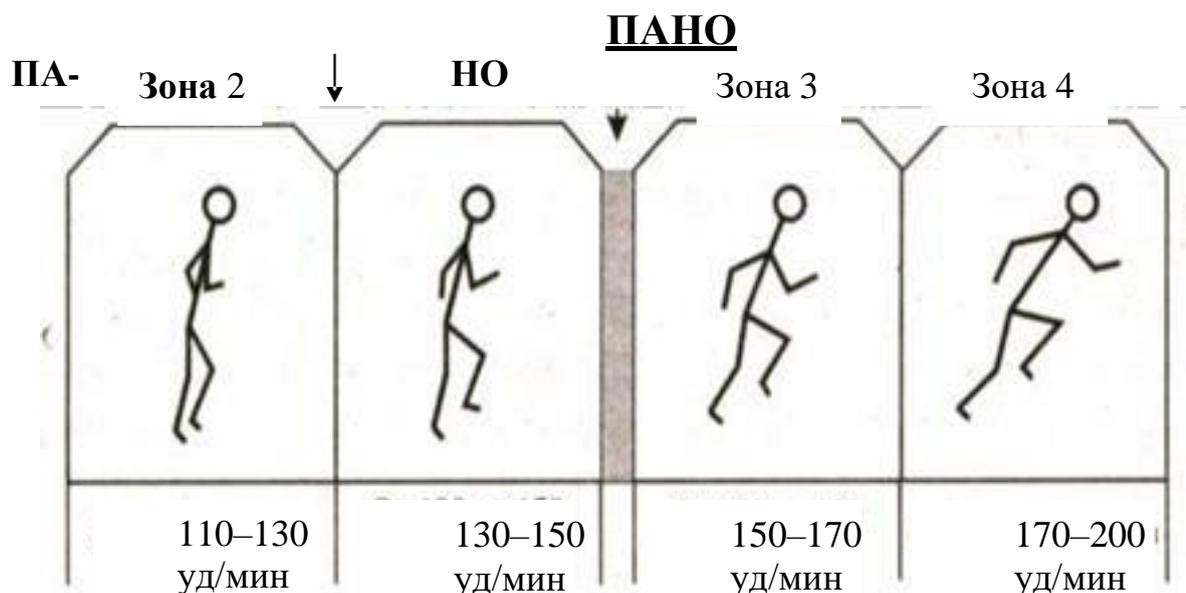


Рис. 1.1. Зоны интенсивности нагрузок по ЧСС:

1 — зона умеренной интенсивности; 2 — зона средней интенсивности; 3 — зона большой интенсивности; 4 — зона высокой или предельной интенсивности; ПАНО — порог анаэробного обмена

*Первая зона* — ЧСС 100–130 уд/мин, зона умеренной интенсивности нагрузок, характеризуется аэробным процессом энергетических превращений (без кислородного долга). Работа в этой зоне интенсивности считается легкой и может выполняться долго. Тренировочный эффект может обнаружиться лишь у слабо подготовленных студентов; начинающих заниматься; у лиц со слабым здоровьем, особенно имеющих сердечно-сосудистые и дыхательные заболевания. Спортсменами может применяться в целях разминки, для восстановления или активного отдыха.

*Вторая зона* — ЧСС 130–150 уд/мин, зона средней интенсивности нагрузок, характеризующаяся также аэробным процессом энергообеспечения мышечной деятельности. Она стимулирует восстановительные процессы, улучшает обменные процессы, совершенствует аэробные способности, развивает общую выносливость. Как тренировочная зона наиболее типична для начинающих спортсменов. Работа в этой зоне может выполняться от одного до

нескольких часов (длительный кроссовый бег, длительное непрерывное плавание, марафонские дистанции и др.).

*Третья зона* — ЧСС 150–170 уд/мин, зона большой интенсивности — смешанная, аэробно-анаэробная. В этой зоне включаются анаэробные (бескислородные) механизмы энергообеспечения мышечной деятельности. Считается, что 150 уд/мин — это порог анаэробного обмена (ПАНО). Однако, у слабо подготовленных занимающихся ПАНО может наступить и при частоте сердечных сокращений 130–140 ударов в минуту, тогда как у хорошо тренированных спортсменов ПАНО может «отодвинуться» к границе 160–170 ударов в минуту. Тренировочная работа в этой зоне может проходить в зависимости от подготовленности от 10–15 минут до часа и более (в практике спорта высших достижений). Она содействует развитию и совершенствованию специальной выносливости, требующей высоких аэробных способностей.

*Четвертая зона* — 170–200 уд/мин, зона высокой или предельной интенсивности нагрузок, анаэробно-аэробная. В четвертой зоне совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения на фоне значительного кислородного долга. В связи с высокой интенсивностью нагрузки продолжительность ее короткая (от 3–5 до 30 мин).

В целом продолжительность занятий в той или иной зоне интенсивности нагрузок зависит от уровня подготовленности.

## **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕБНОГО ТРУДА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. СРЕДСТВА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В РЕГУЛИРОВАНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

### **9.1. Психофизиологические характеристики интеллектуальной деятельности**

Обучение в высшей школе — сложный и достаточно длительный процесс, имеющий ряд характерных особенностей и предъявляющий высокие требования к пластичности психики и физиологии молодых людей. Учебный процесс студентов — это умственный труд, к которому принято относить работы, связанные с приемом и переработкой информации и требующие преимущественно напряжения сенсорного аппарата, памяти, активации процессов мышления, эмоциональной сферы.

Для большинства современных профессий интеллектуальной деятельности характерны ускоренный темп, резкое увеличение объема и разнородности информации, дефицит времени для принятия решений, а также возрастание социальной значимости этих решений и личной ответственности. Характерной особенностью данного вида труда является сильное возбуждение головного мозга и вегетативной нервной системы и в то же время малое участие мышечной системы. В процессе умственного труда основная нагрузка приходится на центральную нервную систему, обеспечивающую протекание психических процессов — восприятия, внимания, памяти, мышления, эмоции.

Выявлено отрицательное воздействие на организм пребывания в «сидячей позе», характерной для умственного труда. В таком положении кровь скапливается в сосудах, расположенных ниже сердца. Уменьшается объем циркулирующей крови, что ухудшает кровоснабжение ряда органов, в том числе и мозга. Ухудшается венозное кровообращение. Когда мышцы не работают, вены переполняются кровью, движение ее замедляется, нарушается деятельность циркуляторного аппарата кровообращения. Все это приводит к функциональному напряжению, нарушению питания клеток головного мозга, снижению работоспособности и, в целом, может быть причиной возникновения заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем.

## 9.2. Работоспособность и влияние на нее различных факторов

*Работоспособность* — это способность человека выполнять конкретную деятельность в рамках заданных временных лимитов и параметров эффективности. С одной стороны, она отражает возможности биологической природы человека, служит показателем его дееспособности, с другой — выражает его социальную сущность, являясь показателем успешности овладения требованиями какой-то конкретной деятельности.

В процессе учебной деятельности работоспособность студента определяется воздействием разнообразных внешних и внутренних факторов не только по отдельности, но и в их сочетании. Эти *факторы* можно разделить на следующие группы: 1) *физиологического* характера — состояние здоровья студента, состояние сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и других систем; 2) *физического* характера — степень и характер освещенности помещения, температура воздуха, уровень шума и другие; 3) *психического* характера — самочувствие, настроение, мотивация и др.; 4) *социального* характера — условия мест занятий, условия проживания, питания и др.

Существуют общие закономерности изменения работоспособности на протяжении учебного дня, в начале которого студент не сразу «входит в учебу», когда даже самая привычная учебная деятельность выполняется с некоторым затруднением, а работоспособность повышается постепенно.

*Первый* период динамики работоспособности получил наименование периода *вработывания*. В течение этого периода наблюдается некоторое рассогласование между учебными требованиями и функциональным состоянием организма студента. Чем рассогласование больше, тем длительнее период вработывания.

*Второй* период — *оптимальной (устойчивой)* работоспособности — характеризуется полной мобилизацией (физиологической, психической, организационной) организма на выполнение учебной деятельности. Этот период в норме должен быть самым длительным.

*Третий* период — *полной компенсации* — характеризуется появлением начальных признаков утомления, которые компенсируются волевыми усилиями или положительной мотивацией к выполнению учебных заданий.

*Четвертый* период — *неустойчивой компенсации* — характеризуется

нарастанием утомления; волевые усилия уже не могут обеспечить поддержание работоспособности. Требуется отдых и восстановление.

Снижение работоспособности в результате учебной деятельности и закономерно наступающее утомление является нормальной реакцией человека. С физиологической точки зрения *утомление* — это функциональное состояние организма, вызванное умственной или физической работой. Состояние утомления усиливается во время работы и уменьшается в процессе отдыха (активного, пассивного и сна).

При утомлении деятельность внешних органов чувств или заметно повышается, или до крайности ослабевает; снижается сила памяти — быстро исчезает из памяти то, что незадолго до этого было усвоено. Наступление утомления не всегда обнаруживается в одновременном ослаблении всех сторон умственной деятельности. В связи с этим условно различают местное и общее утомление. Так, снижение эффективности в одном виде учебного труда может сопровождаться сохранением его эффективности в другом виде. Например, устав заниматься вычислительными операциями, можно успешно заниматься чтением. Но может быть и такое состояние общего утомления, при котором необходим отдых, сон.

Процесс утомления может характеризоваться субъективным симптомом — усталостью. Ощущение усталости считается одним из наиболее чувствительных показателей утомления. Усталость характеризуется тяжестью в голове и конечностях, общей слабостью, разбитостью, вялостью и недомоганием.

Однако выраженность усталости не всегда соответствует степени утомления. То есть, она не может служить объективным показателем работоспособности. В основе этого несоответствия, в первую очередь, лежит разная эмоциональная настройка работающего на выполняемую работу. Например, при высокой мотивации работающего, выполняющего приятную и социально-значимую работу, усталость не возникает у него в течение длительного времени. И, наоборот, при бесцельной, неинтересной работе усталость может возникнуть, когда объективно утомление или вовсе еще не наступило, или выраженность его далеко не соответствует степени усталости.

Наряду с основным фактором (учебной нагрузкой), существует ряд дополнительных причин способствующих наступлению утомления. Эти причины сами по себе не вызывают утомление, однако, сочетаясь с действием основного фактора, вызывают более раннее и выраженное его проявление. К числу дополнительных причин можно отнести:

факторы внешней среды (температура, влажность, газовый состав, барометрическое давление и др.);

факторы, связанные с нарушением режимов труда и отдыха;

факторы, обусловленные изменением привычных суточных биоритмов, и выключение сенсорных раздражений;

социальные факторы, мотивация и др.

В определенной мере работоспособность в учебной деятельности зависит от свойств личности студента, особенностей нервной системы, темперамента. Высокая работоспособность обеспечивается только в том

случае, если жизненный ритм молодого человека правильно согласуется с естественными биологическими ритмами. Чем точнее совпадает начало учебно-трудовой деятельности с подъемом жизненно важных функций организма, тем продуктивнее будет учебный труд.

Различают студентов с устойчивой стереотипностью изменения работоспособности. Студенты, отнесенные к «утреннему» типу, так называемые жаворонки. Для них характерно то, что они встают рано, с утра бодрые, жизнерадостные, приподнятое настроение сохраняют в утренние и дневные часы. Наиболее работоспособны с 9 до 14 ч. Вечером их работоспособность заметно снижается. Студенты «вечернего» типа — «совы» — наиболее работоспособны с 18 до 24 ч. Они поздно ложатся спать, часто не высыпаются, нередко опаздывают на занятия; в первой половине дня заторможены. Очевидно, период снижения работоспособности студентов обоих типов целесообразно использовать для отдыха, обеда, если же необходимо заниматься, то наименее трудными дисциплинами. Для «сов» целесообразно с 18 ч устраивать консультации и занятия по наиболее сложным разделам программы.

Наблюдения показали, что у студентов, которые по оптимуму работоспособности относятся к группе утренних, в 1,5 раза чаще возникает гипертония, чем в группе вечерних. Объясняется это тем, что у «жаворонков» утром организм быстрее и активнее перестраивается с отдыха на работу — уже в 6 ч у этих студентов больше выбрасывается в кровь адреналина, норадреналина, которые поднимают артериальное давление. У студентов вечерней группы внутренние механизмы, влияющие на повышение давления, работают медленнее.

Есть еще и третья группа студентов — аритмики, они занимают промежуточное положение между «жаворонками» и «совами», но все же они ближе к «жаворонкам».

### **9.3. Средства физической культуры в обеспечении работоспособности студента**

Принято считать, что физические упражнения являются одним из лучших «лекарств» от утомления и повышения работоспособности.

Дело в том, что импульсы от опорно-двигательного аппарата резко повышают тонус клеток коры головного мозга за счет улучшения в них обменных процессов. Одновременно существенно возрастает выброс в кровь гормонов эндокринными железами, что также усиливает обменные процессы во всех органах. Наконец, при активной работе мышц быстро улучшается кровообращение, а с ним — дыхание, работа печени и почек по выведению из крови токсичных шлаков, угнетающе действующих на нервные клетки.

В начале учебного дня, проведя утреннюю гигиеническую гимнастику, можно обеспечить ускоренный переход организма к бодрому работоспособному состоянию. Во время сна центральная нервная система человека находится в состоянии отдыха от дневной активности. При этом снижена физиологическая активность организма, которая после пробуждения

начинает повышаться постепенно, иногда слишком медленно. Человек может ощущать вялость, сонливость, порой беспричинную раздражительность, что негативно сказывается на его работоспособности. Выполнение физических упражнений вызывает потоки нервных импульсов от работающих мышц и суставов и приводит центральную нервную систему (ЦНС) в активное, деятельное состояние. Соответственно активизируется и работа внутренних органов, обеспечивая человеку повышение работоспособности и давая ему ощутимый прилив бодрости.

В течение учебного дня рекомендуется применять физкультминутки и физкультпаузы в целях снятия физического утомления и продления времени высокой работоспособности.

*Физкультминутка* выполняется в течение 1–2 мин и состоит из 2–3 упражнений, которые подбираются специально для тех групп мышц, в которых ощущается усталость. Первое упражнение обычно заключается в распрямлении спины, отведении спины назад. Следующие упражнения — наклоны, повороты, маховые движения.

Для снятия утомления мышц глаз можно выполнить двухминутный *пальминг* (погружение) (рис. 2.1). Для этого надо принять удобное, расслабленное положение, закрыть глаза ладонями рук (положение перевернутой буквы У). Правильное исполнение пальминга включает овладение его физической и психической сторонами. Мягко закройте глаза и прикройте их чашеобразно сложенными ладонями рук крестнакрест так, чтобы мизинцы наложились друг на друга. Пальцы скрестите на лбу. Никакого напряжения в руках, веках и бровях.



Рис. 2.1. Пальминг

Пальминг считается легчайшим способом достижения расслабления. С психической стороны необходимо видение абсолютно черного поля перед глазами. Черного поля не надо сознательно добиваться, оно само появится автоматически, как только будет достигнута необходимая для этого степень расслабления тела и психики. Если человек способен правильно контролировать свои мысли, свою психическую деятельность, добиться видения черного удастся практически мгновенно.

Пальминг дает глазам отдых. Отдых расслабляет мышцы глаз и одновременно активизирует нервные клетки глаз. Желательно делать пальминг понемногу, но часто.

Хорошо снимает зрительное утомление частое моргание. Оно увеличивает приток слезной жидкости, расслабляюще действующей на глазное яблоко и мышцы.

*Физкультпауза* применяется при более сильном утомлении. Выполняется обычно 5–7 упражнений, которые могут вызвать эффект восстановления работоспособности в результате смены вида деятельности. Примерное содержание комплекса физкультпаузы: 1-е упражнение — потягивание; 2-е упражнение — для мышц туловища, рук, ног; 3-е упражнение — то же, но динамично; 4-е упражнение — приседание, прыжки; 5-е упражнение — маховые движения; 6-е упражнение — на расслабление мышц рук; 7-е упражнение

— на внимание.

*Учебные занятия по физическому воспитанию* имеют важную роль в повышении работоспособности студентов.

Структура организации учебного процесса в вузе оказывает воздействие на организм студента, изменяя его функциональное состояние, влияя на работоспособность.

В режиме учебного дня в период вработывания (нулевая и первая учебная пара) предпочтительно использовать физические нагрузки с ЧСС 110–130 уд/мин и моторной плотностью до 65–80 % или с ЧСС 130–160 удар/мин при моторной плотности 50–65 %. Такой режим занятий сокращает период вработывания в учебном труде, стимулирует период высокой работоспособности, способствует его сохранению до конца учебного дня. Занятия с ЧСС выше 160 уд/мин рекомендуется использовать на последних часах учебного расписания.

При двух занятиях в неделю наибольший уровень умственной работоспособности наблюдается при сочетании занятий с ЧСС 130–160 уд/минс интервалами занятий 1–3 дня. Использование двух занятий в неделю с ЧСС свыше 160 уд/мин ведет к значительному снижению умственной работоспособности, особенно для нетренированных.

Для лиц с ослабленным здоровьем, а также для студентов с высоким уровнем тренированности в данные режимы должны быть внесены соответствующие изменения.

*Физические упражнения во внеучебное время* играют особую роль в развитии общей выносливости и, как следствие, — повышении работоспособности. В этих целях обычно применяются упражнения

циклического характера: бег, плавание, ходьба на лыжах и т. д.

*Оздоровительный бег* является самым доступным и эффективным средством поддержания и повышения работоспособности. Общее влияние бега на организм связано с изменениями функционального состояния ЦНС, компенсацией недостающих энергозатрат, функциональными сдвигами в системе кровообращения. Кроме того, тренировка в беге на развитие выносливости является незаменимым средством разрядки и нейтрализации отрицательных эмоций, которые вызывают хроническое нервное перенапряжение, что в свою очередь ведет к повышению риска инфаркта миокарда в результате избыточного поступления в кровь гормонов надпочечников — адреналина и норадреналина. Особенно полезен в этом отношении вечерний бег, который снимает отрицательные эмоции, накопленные за день, и «сжигает» избыток адреналина, выделяемого в результате стрессов. Таким образом, бег является лучшим природным транквилизатором, более действенным, чем лекарственные препараты.

Оздоровительный бег оптимальной дозировки в сочетании с водными процедурами является лучшим средством борьбы с неврастенией и бессонницей. Трехкратная олимпийская чемпионка по легкой атлетике Татьяна Казанкина охарактеризовала эффект такого сочетания как «выбивание психологического стресса физическим».

Успокаивающее влияние бега усиливается действием гормонов гипофиза — *эндорфинов*, которые выделяются в кровь при беге на выносливость. В процессе физической нагрузки их содержание в крови возрастает в пять раз по сравнению с состоянием покоя, и повышенная их концентрация удерживается в течение нескольких часов после завершения тренировки. Эндорфины вызывают состояние своеобразной эйфории, ощущение радости, физического и психического благополучия, подавляют чувство голода и боли, в результате чего резко улучшается настроение. Психиатры широко используют циклические упражнения при лечении депрессивных состояний, независимо от их причины.

В результате более полноценного отдыха центральной нервной системы повышается не только физическая, но и умственная работоспособность. Многие ученые отмечают повышение творческой активности и плодотворности научных исследований после начала занятий оздоровительным бегом (даже в пожилом возрасте).

*Плавание.* Регулярные занятия плаванием благоприятно влияют на центральную нервную систему, процессы восстановления и повышения работоспособности. Это, прежде всего, связано со спецификой водной среды. Плывущий в воде человек находится почти в невесомом состоянии, находясь в горизонтальном положении. Эти необычные условия способствуют тому, что функции организма протекают иначе, чем в вертикальном положении, когда человек стоит или передвигается по земле. При плавании на центры головного мозга воздействует целый поток новых раздражителей, вызванных движениями в полувесомости, горизонтальным положением тела, глубоким дыханием, давлением воды на область грудной клетки и кожный покров тела и др. На все эти раздражители из соответствующих центров

головного мозга посылаются новые ответные реакции. А те центры головного мозга, которые активно функционировали в наземных условиях, в это время отдыхают, восстанавливаются. Поэтому после плавания с оптимальной нагрузкой человек чувствует себя обновленным, бодрым, способным продолжать учебную или другую деятельность. Регулярные занятия плаванием способствуют улучшению сна, содействуют формированию уравновешенного и сильного типа нервной деятельности.

*Лыжный спорт.* Ходьба на лыжах по своим функциональным характеристикам относится к циклическим аэробным упражнениям и оказывает эффект схожий с оздоровительным бегом и плаванием. Занятия на свежем воздухе, в общении с природой, оказывают положительное влияние на нервную систему, нормализуют процессы торможения и возбуждения, «успокаивают» организм после напряженной умственной деятельности.

## **ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ**

### **10.1. Методические принципы физического воспитания**

Систематическое воздействие физических упражнений на организм человека может быть успешным в том случае, когда методика их применения (система средств и способов) согласуется с основными правилами, закономерностями процесса физического воспитания. Знание и соблюдение этих закономерностей, или иначе принципов, позволяет эффективно овладеть конкретным двигательным навыком и развить то или иное физическое качество (силу, выносливость, гибкость и т. д.). И, наоборот, — не знание принципов или их неумелое применение существенным образом тормозит успешность обучения движением, затрудняет формирование физических качеств.

Основными принципами методики обучения и воспитания (методическими принципами), которыми необходимо руководствоваться в процессе построения занятий физическими упражнениями, являются принципы сознательности и активности, наглядности, доступности и индивидуализации, систематичности, динамичности.

*Принципы сознательности и активности* предусматривают формирование осмысленного отношения и устойчивого интереса студентов к занятиям физическими упражнениями. Это, в свою очередь, возможно только при творческом сотрудничестве преподавателя и студента. Педагогическое мастерство, профессионализм преподавателя заключается в доведении до сознания студентов конкретного смысла и значения выполняемых заданий, объяснением не только того, что и как выполнять, но и почему предлагается именно это, а не другое упражнение, почему его следует выполнять так, а не иначе, как оно влияет на те или иные функции организма. Совместный анализ удачного или не удачного выполнения упражнений, поиск ошибок в технике движений, причин их возникновения и путей устранения способствует формированию у студентов сознательного и активного отношения к процессу

обучения, приучает их к самоанализу, самооценке, самоконтролю двигательной деятельности, развивает интерес и стремление к самосовершенствованию.

Путь к физическому совершенству — прежде всего большой напряженный труд. Здесь неизбежны и утомительные упражнения, и «скучные» задания, интерес к которым проявляется лишь на основе глубокого понимания студентами важности и необходимости в процессе становления гармонически развитой личности. Именно на этой основе формируется устойчивое стремление преодолевать трудности, проявлять инициативность, самостоятельность, творческую активность в процессе физического совершенствования.

*Принцип наглядности.* Этот принцип в физическом воспитании обеспечивается комплексным использованием многообразных форм наглядности: показ двигательного действия преподавателем или подготовленным студентом, просмотр учебных видеофильмов, наглядных пособий, рисунков, схем, зрительных и слуховых ориентиров и др. Применение различных форм и средств наглядности способствуют формированию точного образа двигательного действия или двигательного задания (модели деятельности) в целом.

*Принцип доступности и индивидуализации.* Этот принцип обязывает строго учитывать возрастные особенности, пол, уровень подготовленности, индивидуальные различия в физических и психических способностях студентов. Доступность упражнений или нагрузок не означает полное отсутствие трудности при их выполнении, а предполагает постоянное и последовательное преодоление их путем мобилизации физических и духовных сил занимающихся. Мера доступности изменяется в зависимости от степени технической, физической и функциональной подготовленности студента: что было недоступно на одном этапе обучения, становится в дальнейшем легко выполнимым. В соответствии с этим должны изменяться и предъявляемые требования.

*Принцип систематичности* — это, прежде всего, регулярность занятий, рациональное распределение нагрузок и отдыха. Если за учебным или тренировочным занятием последует слишком большой перерыв, то это приведет к снижению уровня работоспособности. Систематичность или непрерывность процесса обучения и воспитания заключается в том, что положительный эффект каждого последующего занятия должен как бы «наслаиваться» на «следы» предыдущего, закрепляя и углубляя их. В итоге эффект ряда занятий

«суммируется» — возникает кумулятивный эффект системы занятий, то есть относительно стойкие адаптационные перестройки функционального характера, которые составляют основу физической подготовленности, тренированности и стабильных двигательных навыков.

*Принцип динамичности* предусматривает целенаправленное повышение требований к двигательной деятельности студентов за счет обновления и усложнения применяемых физических упражнений, методов обучения, условий занятий, а также величины нагрузки — ее объема и интенсивности. Без этого нельзя обеспечить развитие физических, волевых качеств, освоить новые формы двигательных умений и навыков, совершенствовать

деятельность функциональных систем организма.

Рассмотренные принципы отражают различные закономерности и стороны целостного процесса физического воспитания. Они составляют не сумму, а единство принципиальных методических положений, взаимно обусловленных и дополняющих друг друга. Отступление от одного из принципов может разладить весь сложный процесс физического воспитания и сделать безрезультативным большой труд преподавателя и студента.

## 10.2. Средства физического воспитания

К средствам физического воспитания относятся физические упражнения, оздоровительные силы природы и гигиенические факторы (рис. 3.1). Основным специфическим средством физического воспитания являются физические упражнения, вспомогательными средствами — оздоровительные силы природы и гигиенические факторы.



Рис. 3.1. Средства физического воспитания

*Физические упражнения* — это двигательные действия, направленные на решение задач физического воспитания. Число разработанных и используемых в различных видах спорта физических упражнений (циклических, ациклических, динамических, статических, аэробных, анаэробных и др.) велико. Они различны по форме, содержанию, направленности (рис. 3.2).

Соблюдение *гигиенических правил* в процессе физического воспитания усиливает положительный эффект физических упражнений. Требования гигиены к режиму нагрузок и отдыха, питания и внешних условий занятий (чистота, освещенность, вентиляция мест занятий) способствуют эффективности проводимых физических упражнений.

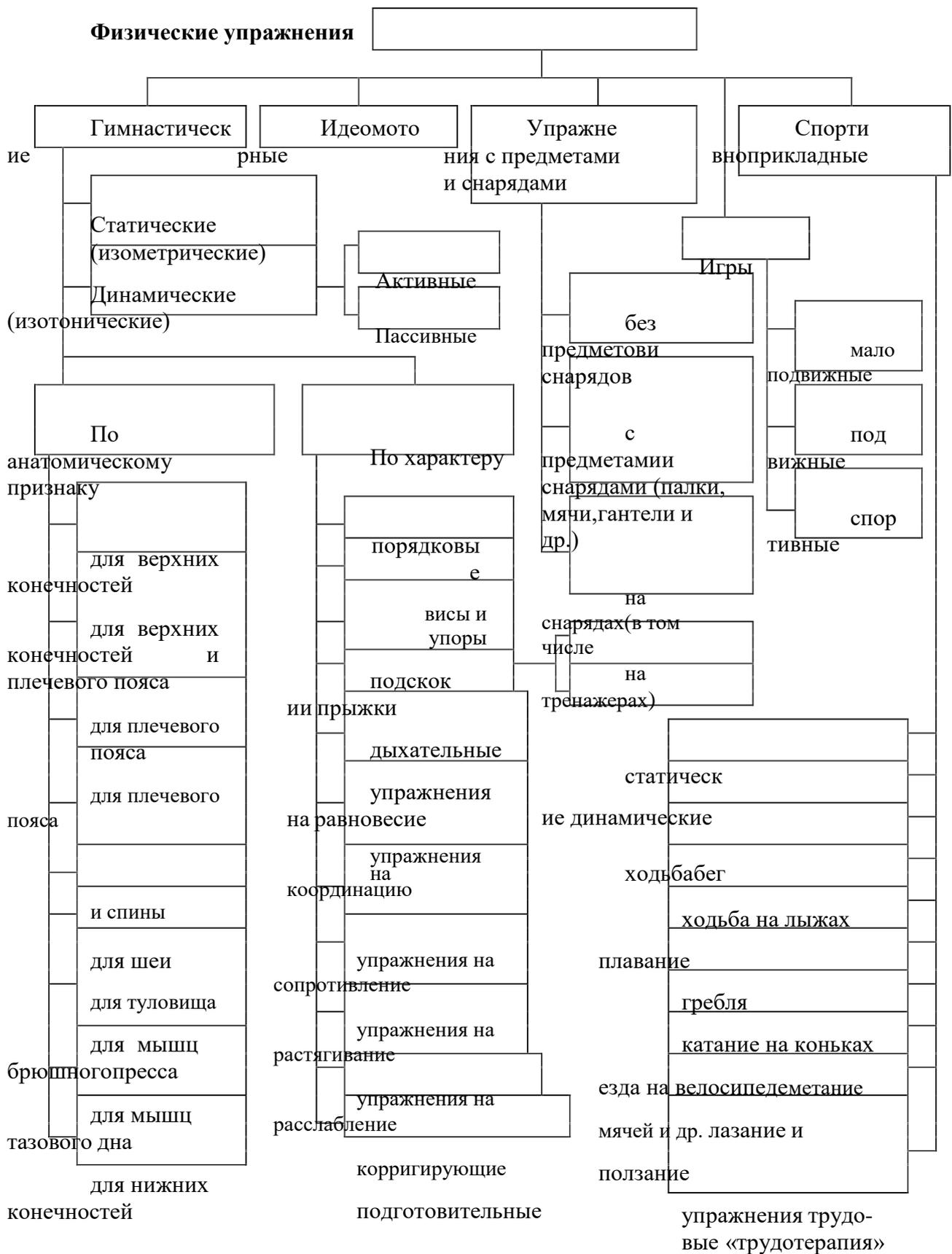


Рис. 3.2. Классификация физических упражнений

### 10.3.

### Методы физического воспитания

В физическом воспитании применяются общепедагогические (применяемые во всех случаях обучения и воспитания) и специфические (характерные только для физического воспитания) методы.

Из *общепедагогических* методов, широко используемых в физическом воспитании, следует выделить словесные методы. Практически вся деятельность в процессе обучения и воспитания связана с использованием метода словесного воздействия: сообщают знания, дают задания, руководят их выполнением, анализируют и оценивают результаты, управляют поведением занимающихся. К словесным методам относятся: лекции, беседы, рассказ, объяснения, указания, распоряжения и команды, словесные оценки, комментарии, замечания и многое другое. Применение того или иного словесного метода зависит от возраста занимающихся, этапа обучения двигательному действию, уровня физической и интеллектуальной подготовленности.

К *специфическим* методам физического воспитания относятся методы строго регламентированного упражнения, игровой и соревновательный методы.

Сущность методов *строго регламентированного упражнения* заключается в том, что каждое физическое упражнение выполняется в строго задан-

ной форме и точно обусловленной физической нагрузкой. Методы строго регламентированного упражнения обладают большими педагогическими возможностями. Они позволяют: 1) строго регламентировать нагрузку по объему и интенсивности, управлять ее динамикой в зависимости от психофизического состояния студента; 2) точно дозировать интервалы отдыха между частями нагрузки, не вызывая перенапряжения функциональных систем организма;

3) избирательно воспитывать физические качества; 4) эффективно осваивать технику физических упражнений.

В практике физического воспитания все методы строго регламентированного упражнения подразделяются на две группы: методы обучения технике двигательного действия и методы воспитания физических качеств.

*Обучение технике* двигательного действия может осуществляться как при разучивании его по частям, так и при целостном его выполнении. Метод обучения двигательному действию *по частям* (метод расчлененного упражнения) предполагает разучивание сложного по структуре двигательного действия по фазам или элементам с последовательным их объединением по мере освоения в целостное физическое упражнение. Обычно применяется на начальном этапе обучения.

Метод *целостного* обучения применяется на любом этапе обучения. Сущность его состоит в том, что техника двигательного действия осваивается с самого начала в целостной структуре.

### *Методы воспитания физических качеств*

Методы строгой регламентации, применяемые для воспитания физических качеств, представляют собой различные комбинации нагрузок и отдыха. Основными параметрами регулирования и дозирования нагрузки в любом из методов являются: интенсивность, длительность, количество повторений упражнения, интервалы и характер отдыха.

*Равномерный* метод характеризуется тем, что при его применении занимающиеся выполняют физические упражнения непрерывно с относительно постоянной интенсивностью. С увеличением интенсивности работы длительность ее уменьшается, и наоборот. Наиболее типичными примерами построения учебно-тренировочного занятия с использованием равномерного метода являются: длительный непрерывный бег, плавание, бег на лыжах, катание на коньках, велоезда. Интенсивность выполнения упражнений, как правило, умеренная (при ЧСС 130–170 уд/мин), продолжительность — от 15 до 90 мин и более. Тренировочное занятие с равномерной нагрузкой способствует совершенствованию сердечно-сосудистой и дыхательной систем, развитию общей и специальной выносливости, воспитанию волевых качеств.

*Переменный* метод характеризуется направленным изменением нагрузки в процессе тренировочного занятия (скорости, темпа, величины усилий и т. д.). Применяются упражнения как с убывающей, так и с увеличивающейся (прогрессирующей) нагрузкой. Прогрессирующая нагрузка (например, последовательное однократное поднятие штанги весом 40–50–60–70–80 кг с полными интервалами отдыха между подходами; пробегание отрезков 200+400+800+1200 м) способствует повышению функциональных возможностей организма, развивает специальную выносливость. Убывающая (нисходящая) нагрузка (например, пробегание отрезков в следующем порядке: 800+400+200+100 м с жесткими интервалами отдыха между ними) позволяет достигать больших объемов нагрузки тренировочного занятия, что важно при воспитании выносливости.

*Повторный* метод характеризуется многократным выполнением упражнения через интервалы отдыха, в течение которого происходит достаточно полное восстановление работоспособности. Например, сгибание и разгибание рук в упоре лежа 20–25 раз, повторить 3–4 серии с отдыхом до достаточно полного восстановления; повторное пробегание отрезков 400 м х 6 раз. В первом случае развивается силовая выносливость, во втором — специальная беговая выносливость.

*Интервальный* метод, также как и повторный, характеризуется многократным повторением упражнения, но уже с интервалами отдыха не до полного восстановления, а жестко регламентированными интервалами. Пауза отдыха устанавливается с таким расчетом, чтобы перед началом очередного повторения упражнения пульс был в пределах 120–140 уд/мин (при рабочем пульсе 160–180 уд/мин), то есть каждая новая нагрузка дается в стадии неполного восстановления. Например, пробегание отрезков 30 м 10 раз через

1,5 мин отдыха. Данное упражнение развивает скоростную выносливость. Если выполнить эту же работу (30 м x 10 повт.), а интервалы отдыха увеличить до почти полного восстановления (как в повторном методе), то мы обеспечим развитие не скоростной выносливости, а, в большей степени, — скорости.

*Круговой* метод представляет собой последовательное выполнение специально подобранных физических упражнений, воздействующих на различные мышечные группы и функциональные системы. Для каждого упражнения определяется место или «станция» (рис. 3.3). Обычно круг составляет 8–10 станций. На каждой из них студент выполняет упражнение (например, подтягивание, приседание, отжимание, прыжки, упражнение на пресс и т. д.) и проходит круг от одного до трех раз. Используется для развития и совершенствования всех физических качеств.

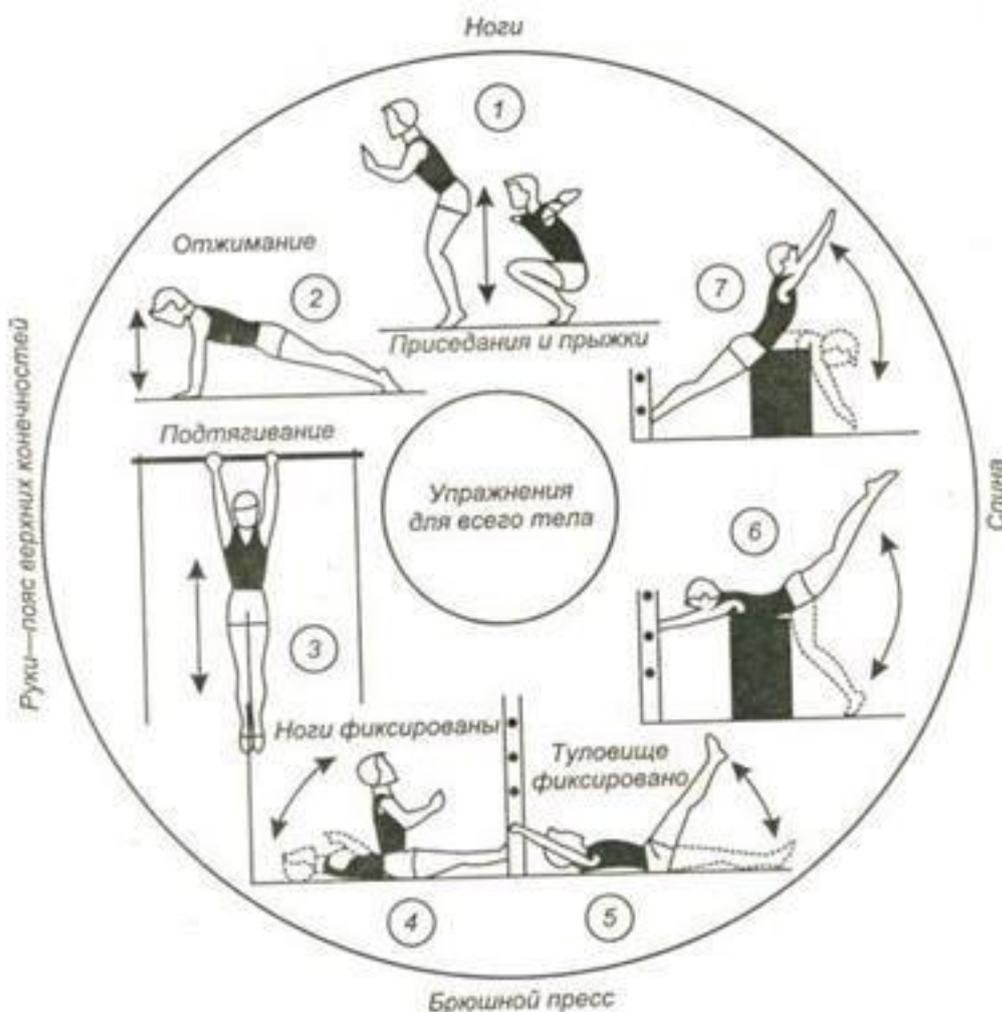


Рис. 3.3. Метод круговой тренировки

*Игровой* метод — это метод использования физических упражнений в игровой форме. Он характеризуется отсутствием жесткой регламентации действий, наличием вероятностных условий их выполнения. Игровой метод

используется для комплексного совершенствования двигательной деятельности в усложненных или облегченных условиях, развития таких качеств и способностей, как быстрота реакции, координация движений, пространственная ориентация. Соблюдение условий и правил игры содействует воспитанию нравственных качеств: чувства взаимопомощи и сотрудничества, коллективизма, самостоятельности, инициативности, сознательной дисциплинированности и другие ценные личностные качества. Присущий игровому методу фактор эмоциональности способствует формированию устойчивого интереса и положительного отношения к занятиям физическими упражнениями.

*Соревновательный* метод — это выполнение физических упражнений в форме соревнований. Основная черта соревновательного метода — сопоставление сил занимающихся в условиях организованного соперничества за первенство или высокое спортивное достижение. Фактор соперничества создает особый эмоциональный и физиологический фон, который значительно усиливает воздействие физических упражнений и способствует максимальному проявлению функциональных возможностей организма. Обязательным условием соревновательного метода является подготовленность студентов к выполнению тех физических упражнений, в которых они должны соревноваться.

#### **10.4. Основы обучения движениям**

*Обучение* в процессе физического воспитания обеспечивает одну из его сторон — физическое образование, содержанием которого является системное освоение человеком рациональных способов управления своими движениями, приобретение необходимого в жизни фонда двигательных умений, навыков, знаний.

При овладении техникой какого-либо двигательного действия вначале возникает умение его выполнять, затем по мере дальнейшего разучивания умение постепенно переходит в навык. Умение и навык отличаются друг от друга главным образом степенью освоенности, т. е. способами управления со стороны сознания человека.

*Двигательное умение* — это такая степень владения техникой двигательного действия, которая характеризуется сознательным управлением движения, неустойчивостью и не стабильностью выполнения. Дальнейшее совершенствование двигательного действия при многократном повторении способствует переходу умения в навык. Это достигается постоянным уточнением, повторением и коррекцией движения. В результате появляется слитность, устойчивость движения, а главное — автоматизированный характер управления движением.

*Двигательный навык* — это оптимальная степень владения техникой двигательного действия, характеризующаяся автоматизмом (минимальный

контроль со стороны сознания) управления движений, высокой прочностью и надежностью выполнения.

Обучение двигательным действиям — это длительный, последовательный и многоэтапный процесс.

Цель первого этапа обучения (*этап начального разучивания*) — сформировать основы техники изучаемого движения и добиться его выполнения в общих чертах.

Обучение начинается с создания первоначального представления двигательного действия посредством рассказа, объяснения, демонстрации техники (показ двигательного действия преподавателем, использования плакатов, рисунков и др.). Создание первоначального представления завершается пробными попытками выполнить двигательное действие. Если двигательное действие сложное — разучивают по частям, несложное по технике двигательное действие разучивают в целом. Освоение движений может протекать без ошибок и с появлением их. На этапе начального разучивания наиболее типичные ошибки — это лишние, ненужные движения, закрепощенность движений, нарушение ритма и согласованности выполнения двигательного действия. С первых повторений физического упражнения необходимо обязательно исправлять двигательные ошибки, так как при многократном выполнении они закрепляются, автоматизируются.

Цель второго этапа обучения (*этап углубленного разучивания*) — совершенствование двигательного умения. В процессе второго этапа обучения осваиваются детали движения при их раздельном выполнении, а затем в целостном движении.

Эффективность обучения на этом этапе во многом зависит от правильного подбора методов, приемов и средств обучения. Уточнение, корректировка техники двигательного действия при углубленном разучивании предпочтительно осуществлять при целостном его выполнении. Эффективно выполнять двигательные действия в усложненных вариантах, в соревновательных условиях (на лучшее исполнение техники двигательного действия). На этом этапе изменяются методы словесного воздействия. Ведущими становятся анализ и разбор техники, обсуждение основ и деталей техники, самоанализ индивидуальной техники.

Цель третьего этапа обучения (*этап формирования двигательного навыка*) — совершенствование двигательного навыка. В процессе многократного повторения разучиваемого двигательного действия отдельные его движения становятся все более привычными, осваиваются и постепенно автоматизируются его координационные механизмы и двигательные умения переходят в навык.

Основные задачи третьего этапа обучения — добиться стабильности и автоматизма выполнения двигательного действия, довести до необходимой степени совершенства индивидуальные черты техники. На этом этапе увеличится количество повторений в обычных и новых, непривычных условиях,

в сочетании с другими двигательными действиями, при различных внешних помехах, в соревновательной и игровой деятельности. Этот этап может длиться очень долго, так как изменение уровня развития физических качеств, требует коррекции техники самого движения.

## **10.5. Развитие физических качеств**

Одной из основных задач, решаемой в процессе физического воспитания, является обеспечение оптимального развития физических качеств. Физическими качествами принято называть врожденные морфофункциональные качества, благодаря которым возможна физическая активность и целесообразная двигательная деятельность человека. К основным физическим качествам относят силу, быстроту, выносливость, гибкость, ловкость.

**Сила** — способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему посредством мышечных напряжений. Развитие силы сопровождается утолщением и ростом мышечных волокон.

Средствами развития силы являются физические упражнения с повышенным отягощением (сопротивлением): упражнения с весом внешних предметов (гири, разборные гантели, штанга с набором дисков разного веса, вес партнера и т. д.); упражнения с преодолением собственного веса тела (подтягивание в висе, отжимание в упоре, удержание равновесия в упоре, в висе и т. д.); упражнения с использованием спортивных тренажеров; упражнения с использованием внешней среды (бег и прыжки по рыхлому песку, бег и прыжки в гору, бег против ветра и т.д.); упражнения с использованием сопротивления упругих предметов (эспандеры, резиновые жгуты, фитомячи и т. д.).

Силовые упражнения в отдельном занятии могут занимать всю основную часть, если воспитание силы является главной задачей учебного занятия. В других случаях, силовые упражнения выполняются в конце основной части занятия, но не после упражнений на выносливость. Силовые упражнения хорошо сочетаются с упражнениями на растягивания и расслабление. Величину отягощения обычно дозируют весом отягощения, количеством повторений в одном подходе, числом подходов (серий).

Для развития силы применяют различные методы.

*Метод максимальных усилий* — выполнение упражнений с предельными и околопредельными отягощениями. При одном подходе выполняется 1–3 повторения, 5–6 подходов с отдыхом 4–8 мин. Данный метод связан с развитием «взрывной силы», совершенствованием межмышечной и внутримышечной координации. В тренировке начинающих не используется.

*Метод динамических усилий* способствует созданию максимального силового напряжения посредством работы с непредельным отягощением с максимальной скоростью. Это обеспечивается применением малых и средних отягощений. Выполняется 3–6 серий по 15–20 повторений, отдых 2–4 мин. Данный метод способствует развитию скоростно-силовых качеств.

*Метод повторных (непредельных) усилий* предусматривает использование непредельных отягощений с предельным числом повторений («до отказа»). Вес непредельного отягощения подбирается с учетом подготовленности занимающегося. Обычно это выполнение упражнений с отягощением 30–70

% от максимального, 3–6 серий по 4–12 повторений, отдых 2–4 мин. Серийные повторение такой работы с непредельным отягощением содействуют сильной активизации обменно-трофических (питательных) процессов в мышечной и других системах организма, способствуют повышению общего уровня функциональных возможностей систем и органов, эффективному наращиванию мышечной массы.

*Метод круговой тренировки* обеспечивает комплексное воздействие на различные мышечные группы. Упражнения проводятся по «станциям» и подбираются таким образом, что каждая последующая серия включала в работу новую группу мышц.

*Быстрота* — комплекс функциональных свойств организма, определяющих скоростные характеристики движений, а также двигательной реакции. Средствами развития быстроты являются соревновательные специальные упражнения, выполняемые с максимальной скоростью, скоростно-силовые упражнения, подвижные и спортивные игры. Упражнения выполняют повторно в максимально быстром темпе в облегченных или затруднённых условиях. Длительность выполнения упражнения небольшая.

*Выносливость* — это способность противостоять физическому утомлению в процессе мышечной деятельности. Различают два вида выносливости: общую и специальную.

*Общая выносливость* — способность выполнять работу с невысокой интенсивностью в течение продолжительного времени за счет аэробных источников энергообеспечения. Средствами развития общей (аэробной) выносливости являются упражнения, вызывающие максимальную производительность сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В практике физического воспитания применяют самые разнообразные по форме физические упражнения циклического и ациклического характера; продолжительный бег, бег по пересеченной местности, бег на лыжах, бег на коньках, езда на велосипеде, плавание, игры и игровые упражнения и др. Основными методами развития общей выносливости являются: 1) равномерный метод с умеренной и переменной интенсивностью нагрузок; 2) повторный метод; 3) метод круговой тренировки; 4) игровой и соревновательный методы.

*Специальная выносливость* — это способность эффективно выполнять работу в определенной трудовой или спортивной деятельности. Средством развития специальной выносливости (скоростной, силовой, координационной, скоростно-силовой и т. д.) являются специально подготовительные упражнения, максимально приближенные по форме, структуре и особенностям воздействия на функциональные системы организма, собственно соревновательные упражнения и общеподготовительные средства.

*Ловкость* — способность быстро, точно, экономно решать двигательные задачи. Основным средством воспитания ловкости являются: физические упражнения повышенной координационной сложности и содержащие элементы новизны. Сложность физических упражнений можно увеличить за счет изменения пространственных, временных и динамических параметров, а также за счет внешних условий, изменяя порядок расположения снарядов, их вес, высоту; изменяя площадь опоры или увеличивая ее подвижность в упражнениях на равновесие и т. п.; комбинируя двигательные навыки; сочетая ходьбу с прыжками, бег и ловлю предметов; выполняя упражнения по сигналу или за ограниченное время.

Упражнения, направленные на развитие ловкости, эффективны до тех пор, пока они не будут выполняться автоматически. Затем они теряют свою ценность, так как любые, освоенные до навыка и выполняемые в одних и тех же постоянных условиях двигательные действия на стимулируют дальнейшее развитие ловкости.

Таким образом, развитию ловкости способствуют систематическое разучивание новых усложненных движений, применение упражнений, требующих мгновенной перестройки двигательной деятельности: спортивные, подвижные игры, единоборства.

*Гибкость* — способность выполнять упражнения с большой амплитудой. Гибкость зависит от эластичности мышц, связок, суставных сумок; связана с фактором наследственности, на нее влияют возраст, регулярные занятия физическими упражнениями.

Для развития гибкости применяют упражнения на растягивание мышц, мышечных сухожилий и суставных связок с постепенно возрастающей амплитудой. Среди упражнений на растягивание различают активные, пассивные и статические.

Активные движения с полной амплитудой (махи руками и ногами, рывки, наклоны и вращательные движения туловищем) можно выполнять без предметов и с предметами (гимнастические палки, обручи, мячи и т. д.).

Пассивные упражнения на гибкость включают: движения, выполняемые с помощью партнера; движения, выполняемые с отягощениями; движения, выполняемые с помощью резинового эспандера или амортизатора; пассивные движения с использованием собственной силы (притягивание туловища к ногам, сгибание кисти одной руки другой рукой и т. п.).

Статические упражнения, выполняемые с помощью партнера, собственного веса тела или силы, требуют сохранения неподвижного положения с предельной амплитудой в течение определенного времени (6–9 сек). После этого следует расслабление, а затем повторение упражнения.

Упражнения для развития гибкости рекомендуется проводить путем активного выполнения движений с постепенно увеличивающейся амплитудой, использования пружинящих «самозахватов», покачиваний, маховых движений.

Основные правила применения упражнений в растягивании: не допускаются болевые ощущения, движения выполняются в медленном темпе, постепенно увеличиваются их амплитуда и степень применения силы партнера.

## **СПОРТ. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ВЫБОР ВИДОВ СПОРТА ИЛИ СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ**

### **11.1. Определение понятия «спорт»**

*Спорт* — это сложное социальное явление, один из видов физической культуры общества, исторически сложившейся в форме соревновательной деятельности, специальной подготовки к ней, а также специфических межличностных отношений, норм и достижений, возникающих в процессе этой деятельности.

Принципиальной отличительной чертой спорта от других видов занятий физическими упражнениями является наличие соревновательной деятельности. И физкультурник, и спортсмен могут использовать в своих занятиях и тренировках одни и те же физические упражнения (например, бег), но при этом спортсмен всегда сравнивает свои достижения в физическом совершенствовании с успехами других спортсменов в очных соревнованиях. Занятия физкультурника направлены на личное совершенствование безотносительно к достижениям в этой области других занимающихся.

Спорт — эффективное средство для совершенствования человека, для преобразования его духовной и физической природы; действенный фактор воспитания и самовоспитания.

Занятия спортом, участие в соревнованиях — это прекрасные возможности нравственного воспитания спортсменов. Спорт даёт ни с чем не сравнимую возможность проверить человека в самых острых бескомпромиссных ситуациях, раскрыть все стороны его характера, выявить его жизненное кредо.

Систематические занятия спортом содействуют формированию таких черт характера, как сила воли, смелость, самообладание, решительность, настойчивость, уверенность в своих силах, выдержка, дисциплинированность и др.

В ходе спортивной борьбы раскрываются такие черты нравственного облика спортсмена, как благородство, честность, уважение к сопернику, способность подчинить своё поведение нормам спортивной этики.

Фэйр Плэй (англ. — честная игра) — массовое спортивное движение, в котором спортсмены, тренеры, болельщики, вообще все, кто связан со спортом должны придерживаться основного принципа — *не стремиться к победе любой ценой*, на спортивной площадке сохранять честь и благородство. По предложению Российского комитета Фэйр Плэй в 1993 году приз «Трофей Пьера де Кубертена за благородный жест» присужден нашей великой лыжнице Раисе Сметаниной. Среди лауреатов награды Фэйр Плэй — трехкратный олимпийский чемпион борец Александр Карелин, бесстрашная альпинистка раз выручавшая товарищей в самую трудную минуту Екатерина Иванова,

олимпийский чемпион по теннису Евгений Кафельников, передавший крупную сумму своих призовых денег семьям погибших в авиакатастрофе.

Занятие спортом и присутствие на спортивных соревнованиях, в ходе которых спортсмены демонстрируют физически совершенные и гармоничные движения, а также красивые, благородные поступки, развивают у людей чувство прекрасного, воспитывают у них эстетические вкусы, чувства, идеалы, потребности. Многие люди приобщаются к спорту не только потому, что они руководствуются какими-то утилитарными целями — укрепить здоровье, установить рекорд и т. п., в значительной степени их привлекает возможность получить эстетическое удовольствие от спортивных занятий, от возможности постоянно созерцать прекрасное и создавать его в виде совершенных по красоте движений, грациозного до виртуозности владения собственным телом, движениями и т. д.

При занятиях спортом возрастают показатели умственной работоспособности; восприятие, мышление и др.

Рассматривая роль спорта в умственном воспитании, следует учитывать его воздействие на интеллектуальные и познавательные возможности человека. Занимаясь физическими упражнениями, в процессе тренировки и соревнований, человек глубже познаёт закономерности, которым подчиняются формирование физического совершенства, развитие физических качеств, овладение умениями и навыками, приобретает важные знания о структуре и функциях организма, о причинах и механизме физического развития, о личной и общественной гигиене и т. д. Систематические занятия физической культурой и спортом укрепляют нервную систему, благотворно сказываются на общем самочувствии человека, стимулируют бодрость и жизнерадостность. По данным научных исследований, те, кто систематически занимаются физической культурой и спортом, болеют значительно меньше тех, кто к ним не причастен. Спорт, как ничто другое, помогает бороться с такими губительными, особенно для молодёжи, пороками, как курение, алкоголизм и наркомания.

Спорт является мощным средством профилактики различных заболеваний и, следовательно, фактором, гарантирующим достаточно высокий уровень физической готовности.

## **11.2. Массовый спорт. Спорт высших достижений**

Современный спорт подразделяется на массовый, спорт высших достижений и профессиональный спорт.

*Массовый спорт* — составная часть спорта, основным содержанием которого является рациональное использование человеком двигательной деятельности в качестве фактора подготовки к жизненной практике, оптимизации своего физического состояния и развития.

Массовый спорт даёт возможность миллионам людей совершенствовать свои физические качества и двигательные возможности, укреплять здоровье и продлевать творческое долголетие, а значит, противостоять нежелательным воздействиям на организм современного производства и условий повседневной жизни.

Цель занятий различными видами массового спорта — укрепить здоровье, улучшить физическое развитие, подготовленность и активно отдохнуть. Это связано с решением ряда частных задач: повысить функциональные возможности отдельных систем организма, скорректировать физическое развитие и телосложение, повысить общую и профессиональную работоспособность, овладеть жизненно необходимыми умениями и навыками, приятно и полезно провести досуг, достичь физического совершенства.

К элементам массового спорта значительная часть молодёжи приобщается ещё в школьные годы, а в некоторых видах спорта в дошкольном возрасте. Именно массовый спорт имеет наибольшее распространение в студенческих коллективах.

Особенности массового спорта определяются тем, что спортивная деятельность строится в зависимости от иной деятельности, доминирующей в жизни (учебной, трудовой), и потому занимает подчиненное место в индивидуальном выборе образа жизни; затраты времени и сил на спортивные занятия довольно жёстко ограничены, что объективно сдерживает и уровень спортивных достижений.

Ныне действующая программа по учебной дисциплине «Физическая культура» для студентов высших учебных заведений позволяет практически каждому студенту приобщиться к массовому спорту. Это можно сделать как учебное, так и в не учебное время.

*Спорт высших достижений* — составная часть спорта, представляющая систему организованной подготовки спортсменов высокой квалификации и проведения соревнований с целью достижения максимальных результатов.

Цель спорта высших достижений принципиально отличается от цели массового. Это достижение максимально возможных спортивных результатов или побед на крупнейших спортивных соревнованиях.

Спорт высших достижений предполагает систематические, многолетние, целенаправленные тренировки и соревнования, в процессе которых решаются задачи достижения максимальных результатов.

Деятельность в сфере спорта высших достижений превращается в основную на многие годы, и очень часто такие спортсмены становятся «профессионалами». Это направление спортивного движения по самой природе своей

— удел немногих. Спортсмены такого уровня составляют всего лишь сотые доли процента от общего числа занимающихся спортом. Спорт высших достижений проторяет пути к спортивным вершинам, делая их в какой-то мере доступнее для многих, вооружая массовый спорт передовым опытом.

Спорт высших достижений характеризуется постоянным прогрессивным ростом уровня спортивных результатов и установлением всё новых и новых, иногда феноменальных, рекордов — «рекордов века».

Высокие результаты достигаются интенсификацией учебнотренировочного процесса. Известно, что спортивный успех — это талант, помноженный на труд, труд до самоотречения, до самопожертвования. Действительно, нагрузка ведущих спортсменов мира в подготовительном периоде составляет, например, у бегунов — до 500 км, лыжников — 1000 км в месяц; пловцов — 20 км в день; тяжелоатлеты измеряют нагрузки тоннами; велосипедисты имеют до 365 тренировочных дней в году; в спортивных играх — до 100 матчей в год и т. д.

Такие нагрузки неизбежно приводят к быстрой сменяемости поколений, омолаживанию некоторых видов спорта (женская спортивная гимнастика, фигурное катание, женское плавание). Отсюда возникает проблема поиска талантов, набора и отбора, работы со спортивным резервом (специализированные детско-юношеские спортивные школы олимпийского резерва).

*Профессиональный спорт* — предпринимательская деятельность, целью которой является удовлетворение интересов профессиональных спортивных организаций, спортсменов, избравших спорт своей профессией, и зрителей. Спортсмен-профессионал — спортсмен, для которого занятия спортом являются основным видом деятельности и который получает в соответствии с контрактом заработную плату и иное денежное вознаграждение за подготовку к спортивным соревнованиям и участие в них.

Для оценки достигаемых в любом виде спорта результатов разработана Единая всероссийская спортивная классификация (ЕВСК). Она является нормативным документом, определяющим требования, условия и порядок присвоения спортивных званий и разрядов в Российской Федерации. Структура ЕВСК предусматривает присвоение III, II, I юношеских разрядов, III, II, I разрядов и разряд «кандидат в мастера спорта» (КМС). Спортивных званий в ЕВСК два — мастер спорта России (МС) и мастер спорта России международного класса (МСМК). За особо выдающиеся спортивные достижения спортсмену присваивается звание «Заслуженный мастер спорта России». Для присвоения разрядов и званий в одних видах спорта необходимо выполнить разрядные нормативы и требования, в других — только разрядные требования. Они устанавливаются с учетом особенностей развития вида спорта, пола и возраста спортсменов. Разрядные нормативы выражены в мерах длины, веса и времени, а разрядные требования — в очках, баллах, занятом месте на соревнованиях, количестве побед над соперником, достижении определенного рейтинга. В действующую ЕВСК периодически вносятся коррективы, в связи с прогрессивными изменениями в уровне подготовки спортсменов, модернизацией спортивного инвентаря, повышением качества спортивных сооружений и соревновательных трасс.

Спорт высших достижений характерен высочайшим уровнем медикобиологического обеспечения: сеть врачебно-физкультурных диспансеров, институтов травматологии, постоянно действуют комплексные научные группы, группы допинг-контроля и пр. Получило развитие использование более 30 видов нетрадиционных стимулирующих анаболических средств гормонального характера, изготовленных на основе мужских гормонов, которые, как правило, способствуют наращиванию мышечной массы и развивают силовые показатели.

Большие резервные возможности человеческого организма могут раскрываться с помощью специальных приёмов психологической подготовки спортсмена.

В целом, спорт высших достижений немыслим без использования современных достижений человеческого общества, применяемых в науке и технике, современных технологий и материаловедения, медицины и фармакологии, кибернетики и биомеханики, психологии и педагогики и т. д.

### **11.3. Студенческий спорт**

Студенческий спорт — составная часть спорта, культивируемая в высших учебных заведениях, интегрирующая массовый спорт и спорт высших достижений.

Возрастные особенности студенческой молодежи, специфика учебного труда и быта студентов, особенности их возможностей и условий занятий физической культурой и спортом позволяют выделить в особую категорию студенческий спорт.

Организационные особенности студенческого спорта:

доступность и возможность заниматься спортом в часы обязательных учебных занятий по дисциплине «Физическая культура» (элективный курс в основном учебном отделении, учебно-тренировочные занятия в спортивном учебном отделении);

возможность заниматься спортом в свободное от учебных академических занятий время в вузовских спортивных секциях и группах, а также самостоятельно;

возможность систематически участвовать в студенческих спортивных соревнованиях доступного уровня (в учебных зачетных соревнованиях, во внутрии вневузовских соревнованиях по избранным видам спорта).

Вся эта система даёт возможность каждому практически здоровому студенту сначала ознакомиться, а затем выбрать вид спорта для регулярных занятий.

Во многих вузах функционируют спортивные секции по различным видам спорта, в которых занимаются студенты курса спортивного совершенствования. Финансовые возможности, региональные и природно-климатические условия не всегда позволяют вузу культивировать большинство видов спорта

на уровне специализированных спортивных секций. И все же, согласно статистическим данным, почти в каждом российском вузе работают не менее 15–17 спортивных секций и клубов, где студенты занимаются легкой атлетикой, лыжными видами спорта, различными видами спортивных единоборств, водными видами спорта, гимнастикой и акробатикой. В любом вузе развиваются какие-либо из игровых видов спорта.

Студенты-спортсмены, входящие в группы высшего спортивного мастерства краевого или областного уровня, в составы сборных команд краев, областей или сборных команд России среди юниоров, молодежи, взрослых, часто проходят подготовку в системе учебно-тренировочных сборов. В таких условиях для спортсменов создаются все необходимые условия для восстановления после тренировочных нагрузок. Сюда входит сбалансированное питание, хорошие бытовые условия, восстановительные процедуры (сауна, массаж). На таких тренировочных сборах спортсмены ежедневно находятся под наблюдением спортивного врача и малейшие отклонения в состоянии спортсмена фиксируются и устраняются.

Несмотря на значительные временные и энергетические затраты на тренировки, студенты-спортсмены, имея более высокую общую работоспособность, могут практически не отставать от своих сокурсников по освоению дисциплин учебной программы. Они легче переключаются с одного вида деятельности на другой, психологически более устойчивы к стрессовым ситуациям. В конечном итоге подавляющее большинство студентов-спортсменов проходят полный курс обучения в вузе и получают высшее образование.

#### **11.4. Студенческие спортивные соревнования**

Спортивные соревнования — одна из наиболее эффективных форм организации массовой оздоровительной и спортивной работы. Без участия в них нет спорта, нет воспитания спортсмена.

Вся система студенческих спортивных соревнований построена на основе принципа «от простого к сложному», т. е. от внутривузовских зачётных соревнований в учебной группе, на курсе (зачастую по упрощённым правилам) к межвузовским и т. д. до международных студенческих соревнований.

Внутривузовские спортивные соревнования включают в себя зачётные соревнования внутри учебных групп, учебных потоков на курсе, соревнования между курсами факультетов, между факультетами (рис. 4.1). На первых этапах внутривузовских соревнований может участвовать каждый спортсмен, вне зависимости от уровня его спортивной подготовленности.

В межвузовских соревнованиях (первенства района, города, области, края, республики) обычно участвуют и соревнуются сильнейшие студенты — спортсмены лично или в составе сборных команд вуза. Целевые задачи межвузовских соревнований могут быть самыми различными: выяснить спортив-

ное преимущество вуза; установить личные контакты между будущими коллегами по профессии (товарищеские встречи).

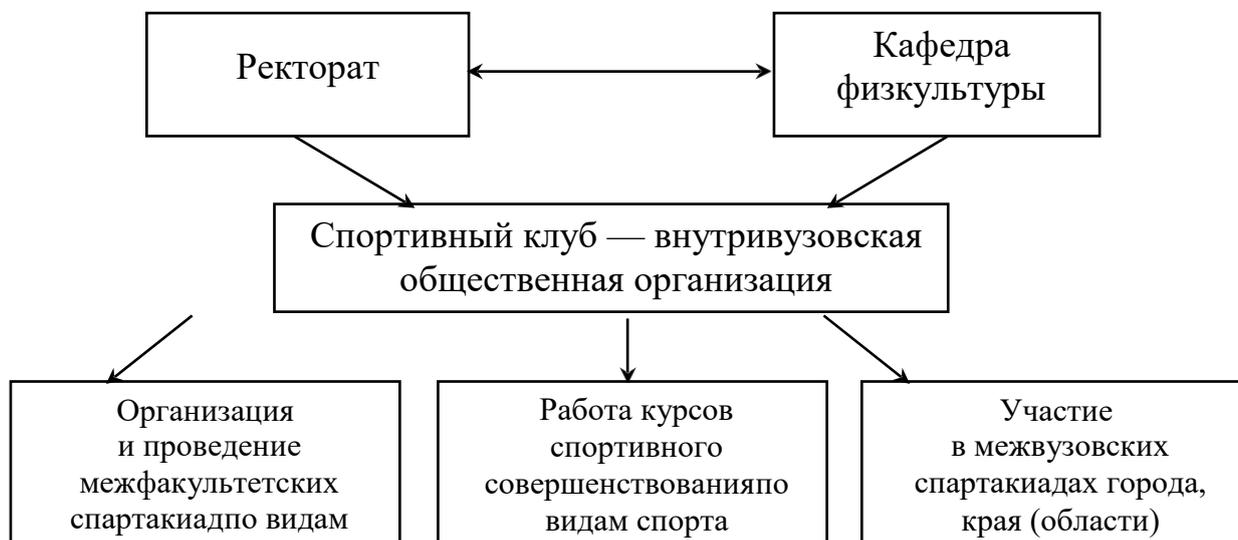


Рис. 4.1. Внутривузовская спортивная деятельность

Студенческие соревнования разного уровня служат хорошим показателем работы отдельных спортивных секций. А областные и краевые межвузовские спартакиады являются оценкой общего развития спорта в отдельном вузе. В программе таких студенческих спартакиад насчитывается более 20 видов спорта. Обычно им предшествуют межфакультетские спартакиады вузов. Последние, в свою очередь, являются финалом внутривузовских соревнований, в которых любой студент вуза может принять участие.

Координацию учебно-тренировочной деятельности курсов спортивного совершенствования и участия спортсменов в студенческих соревнованиях осуществляют спортивные клубы — внутривузовские общественные организации. От работы этих клубов во многом зависит спортивная жизнь студентов в учебном заведении. Ректорат и кафедра физической культуры оказывают спортклубу материальную и методическую поддержку в работе отдельных спортивных секций, в организации и проведении соревнований.

Важную роль в организации межвузовских соревнований играет общественное объединение студентов и сотрудников высших учебных заведений – Российский студенческий спортивный союз (РССС), созданный в 1993 году (рис. 4.2). Он призван консолидировать усилия всех причастных к студенчеству организаций в развитии физкультурно-оздоровительной работы и студенческого спорта. Российский студенческий спортивный союз устанавливает и поддерживает международные студенческие спортивные связи, являясь коллективным членом Международной федерации университетского спорта (ФИСУ). По результатам студенческих соревнований, проводимых РССС,

определяются составы команд студентов на международные соревнования. Самыми значимыми международными студенческими соревнованиями являются Всемирные студенческие игры, которые называются универсиадой. Всемирные студенческие игры проводятся один раз в два года: каждый нечетный год — летние и каждый четный год — зимние.



Рис. 4.2. Межвузовская спортивная деятельность

Спортивные успехи студентов становятся не только их личным достижением, но и достоянием вуза, в котором они обучаются, что, безусловно, поддерживает престиж высшего учебного заведения. Студенты-спортсмены России успешно выступают и на официальных международных стартах. Так, в составе олимпийской сборной России в Лиллехаммере (1994) было около 75 % студентов.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Директор по учебно-методическому комплексу

С.А.Упов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### ЕН.01 МАТЕМАТИКА

Специальность

### 15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Математики

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

*(подпись)*

Сурнев В.Б.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 05.09.2022

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

горно-механического факультета

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*

Осипов П. А.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 13.09.2022

*(Дата)*

Екатеринбург

## Практические работы по математике

1. Вычисление пределов функций. Первый и второй замечательные пределы.
2. Нахождение предела функции. Первый и второй замечательные пределы.
3. Производная сложной функции. Исследование функции одной переменной и построение графиков.
4. Контрольная работа «Применение дифференциального исчисления к исследованию функций».
5. Нахождение неопределенных интегралов. Вычисление определенных интегралов.
6. Вычисление определителей.
7. Решение систем линейных уравнений методом Крамера. Контрольная работа.
8. Решение задач по теме «Множества». Формулы алгебры логики.
9. Вычисление вероятностей случайных событий. Формула полной вероятности.
10. Вычисление числовых характеристик.
11. Контрольная работа «Основы теории вероятностей и математической статистики»
12. Тригонометрическая форма комплексного числа.
13. Действия с комплексными числами в различных формах.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО МАТЕМАТИКЕ**

Практическое занятие - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ.

Дидактическая цель практических работ - формирование у студентов профессиональных умений, а также практических умений, необходимых для изучения последующих учебных дисциплин, а также подготовка к применению этих умений в профессиональной деятельности.

Так, на практических занятиях по математике у студентов формируется умение решать задачи, которое в дальнейшем должно быть использовано для решения профессиональных задач по специальным дисциплинам.

В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться информационными источниками, работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления.

*Задачи, которые решаются в ходе практических занятий по математике:*

- 1) расширение и закрепление теоретических знаний по математике, полученных в ходе лекционных занятий;*
- 2) формирование у студентов практических умений и навыков, необходимых для успешного решения задач по математике;*
- 3) развитие у студентов потребности в самообразовании и совершенствовании знаний и умений в процессе изучения математики;*
- 4) формирование творческого отношения и исследовательского подхода в процессе изучения математики;*
- 5) формирование профессионально-значимых качеств будущего специалиста и навыков приложения полученных знаний в профессиональной сфере.*

**Практическое занятие №1.** Вычисление пределов функций. Первый и второй замечательные пределы.

**Тема:** Вычисление пределов функций.

**Цель:** приобретение базовых знаний в области фундаментальных разделов математики. Проверка усвоения знаний по вычислению пределов функций. Повторить и систематизировать знания по данной теме.

**Задачи:**

- развитие творческого профессионального мышления;
- овладение языком науки, навыки оперирования понятиями;
- овладение умениями и навыками постановки и решения задач;
- углубление теоретической и практической подготовки;
- развитие инициативы и самостоятельности студентов.
- закрепление вычислительных навыков;
- продолжить работу над математической речью.
- формирование навыков самостоятельной работы, работы с учебником, навыки самостоятельного добывания знаний;
- развитие умения выделять главное при работе с текстом;
- формирование самостоятельности мышления, мыслительных операций: сравнение, анализ, синтез, обобщение, аналогия;
- показать обучающимся роль систематической работы по углублению и повышению прочности знаний, по культуре выполнения заданий;
- развитие творческих способностей учащихся.

**Обеспечение практической работы:**

Теоретический материал методической рекомендации к практической работе.

А.А.Дадаян Математика. М:Форум-Инфа 2008.

Омельченко В.П., Э.В. Курбатова. Математика, – Серия: Среднее профессиональное образование. - Ростов-на-Дону «Феникс»,2008-380с.

Индивидуальные карточки с вариантом практической работы.

**Ход практического занятия.**

- 1.Формулирование темы занятия, пояснение связи темы с другими темами учебной дисциплины;
- 2.Проверка готовности обучающихся к занятию;
- 3.Проведение непосредственно занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины:

Изучить теоретический материал по теме «Вычисление пределов функций».

Рассмотреть примеры решения типовых заданий.

Выполнить самостоятельную работу по вычислению пределов функций с использованием первого и второго замечательного пределов.

Ответить на контрольные вопросы.

## Теоретические сведения и методические рекомендации по решению задач.

### 1. Изложение теоретического материала.

Чтобы вычислить предел функции в точке, надо:

1) Подставить вместо переменной  $x$  то, к чему  $x$  стремится.  
2) Если после выполнения пункта 1) получим неопределенность вида  $\left[\frac{0}{0}\right]$ , то надо числитель и знаменатель дроби разложить на множители и сократить дробь, или числитель и знаменатель домножить на сопряженное и после этого сократить дробь. Заметим, что дробь всегда будет сокращаться, если в выражении  $x \rightarrow a$  стрелку заменить на минус:  $(x-a)$ .

3) Если после выполнения пункта 1) получим неопределенность вида  $\left[\frac{\infty}{\infty}\right]$ , то надо числитель и знаменатель дроби разделить на старшую степень неизвестного, или слагаемое с самой большой степенью в числителе разделить на слагаемое с самой большой степенью в знаменателе и взять предел от результата деления.

4) Если после выполнения пункта 1) получим неопределенность вида  $\left[\frac{0}{0}\right]$ , связанная с значениями тригонометрических функций, надо воспользоваться первым замечательным пределом.

**Определение.** Первым замечательным пределом называется предел

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}.$$

Первый замечательный предел равен 1 :

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1.$$

5) **Определение:** Вторым замечательным пределом называется предел

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n.$$

Число  $e$ , заданное этим пределом, играет очень большую роль как в математическом анализе, так и в других разделах математики. Число  $e$  называют *основанием натуральных логарифмов* ( $\log_e N = \ln N$ ).

**Теорема.** Вторым замечательным пределом существует. Его значение  $e$  -- число, лежащее между  $2\frac{3}{7}$  и 3.

Более подробное изучение числа  $e$  показывает, что  $e$  -- иррациональное число, несколько первых десятичных знаков которого таковы:

$$e = 2,7182818285\dots$$

### 2. Закрепление изученного материала.

#### Пример 1

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x-6}{x-1} = \frac{2-6}{2-1} = -4$$

Мы воспользовались правилом 1) и подставили вместо x то, к чему x стремиться, т.е. x=2.

### Пример 2

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2+x-6}{x-2} = \left[ \frac{0}{0} \right] = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-2)(x+3)}{x-2} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x+3}{1} = \frac{2+3}{1} = 5$$

### Пример 3

$$\lim_{x \rightarrow 5} \frac{x-5}{\sqrt{x+4}-3} = \left[ \frac{0}{0} \right] = \lim_{x \rightarrow 5} \frac{(x-5)(\sqrt{x+4}+3)}{(\sqrt{x+4}-3)(\sqrt{x+4}+3)} = \lim_{x \rightarrow 5} \frac{(x-5)(\sqrt{x+4}+3)}{(\sqrt{x+4}-3)^2-3^2} =$$

$$\lim_{x \rightarrow 5} \frac{(x-5)(\sqrt{x+4}+3)}{(x+4-9)} = \lim_{x \rightarrow 5} \frac{(x-5)(\sqrt{x+4}+3)}{(x-5)} = \lim_{x \rightarrow 5} (\sqrt{x+4}+3) = 3+3=6$$

### Пример 4

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x^2+x-6}{2x^2+7x-2} = \left[ \frac{\infty}{\infty} \right] = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{4x^2}{x^2} + \frac{x}{x^2} - \frac{6}{x^2}}{\frac{2x^2}{x^2} + \frac{7x}{x^2} - \frac{2}{x^2}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4 + \frac{1}{x} - \frac{6}{x^2}}{2 + \frac{7}{x} - \frac{2}{x^2}} = \frac{4 + \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} - \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6}{x^2}}{2 + \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{7}{x} - \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2}{x^2}} = \frac{4}{2} = 2$$

### Пример 5

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 6x}{\sin 3x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\frac{\sin 6x}{6x} \cdot 6}{\frac{\sin 3x}{3x} \cdot 3} = \frac{6 \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 6x}{6x}}{3 \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{3x}} = \frac{6}{3} = 2$$

### Пример 6

$$a) \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{4x}\right)^{7x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{4x}\right)^{4x \cdot \frac{7x}{4x}} = e^{\frac{7}{4}}$$

$$б) \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{2}{x}\right)^x = [1^\infty] = \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \left(1 + \frac{2}{x}\right)^{\frac{x}{2}} \right)^2 = e^2$$

$$в) \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{4}{x}\right)^{\frac{x}{3}} = [1^\infty] = \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \left(1 + \frac{4}{x}\right)^{\frac{x}{4}} \right)^{\frac{4}{3}} = e^{\frac{4}{3}}$$

$$г) \lim_{x \rightarrow 2} (2x-3)^{\frac{1}{x-2}} = [1^\infty] = \lim_{x \rightarrow 2} (1+2x-4)^{\frac{1}{2x-4} \cdot \frac{2x-4}{x-2}} = \lim_{x \rightarrow 2} e^{\frac{2(x-2)}{x-2}} = e^2$$

## 3. Закрепление знаний, умений и навыков.

Выполнить практическую работу по вычислению пределов функций.

Практическая работа №1.

Вариант 1

Вычислите предел функции:

$$1. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 - 4x - 2}{x^2 + 6x - 5}$$

Практическая работа №1.

Вариант 2

Вычислите предел функции:

$$1. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 + 4x - 2}{-6x^2 + x - 5}$$

$$2. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 5x + 1}{3x^3 - 5x + 1}$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x^2 + 6x - 7}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\sin 5x}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\operatorname{ctg} 2x}{5x}$$

$$6. \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x-3}{x+2} \right)^x$$

$$7. \lim_{x \rightarrow 2} \left( 1 + \frac{1}{x} \right)^x$$

$$8. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 6x}{5x}$$

$$9. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{6x+1}{4x^2}$$

$$10. \lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{2}{x} \right)^{\frac{1}{3}x}$$

$$2. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^2 - 5x - 8}{3x^4 - 5x^2 + 7}$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x + 2x - 3}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{4x}{\operatorname{tg} 5x}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\operatorname{ctg} 4x}{5x}$$

$$6. \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x-3}{x+3} \right)^x$$

$$7. \lim_{x \rightarrow 3} \left( 1 + \frac{1}{x} \right)^x$$

$$8. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{\operatorname{tg} 5x}$$

$$9. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{5x+4}{2x^2}$$

$$10. \lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{5}{x} \right)^x$$

## Практическая работа № 2.

**Тема:** Нахождение производной функции. Исследование функции одной переменной и построение графика.

**Цель:** Проверить на практике знание понятия производной функции, умение находить производные элементарных функций, сложных функций, обратных функций, пользуясь таблицей производных и правилами дифференцирования, понятием сложная и обратная функция, умение применять производную для исследования функций.

### Обеспечение практической работы:

Теоретический материал методической рекомендации к практической работе.

Учебник. Богомолов Н.В. «Математика». – М.: Дрофа, 2010.

А.А.Дадаян Математика. М:Форум-Инфа 2008.

Индивидуальные карточки с вариантом практической работы.

### 1. Теоретический материал и примеры нахождения производной функции.

**Определение:** Производной функции  $f(x)$  ( $f'(x)$ ) в точке  $x$  называется предел отношения приращения функции к приращению аргумента при приращении аргумента стремящемся к нулю:

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta f}{\Delta x} = f'(x)$$

### Производные элементарных функций.

f(x)	f'(x)
c - const	0
$x^\alpha$	$\alpha x^{\alpha-1}$
$e^x$	$e^x$
$a^x$	$a^x \ln a$
$\ln x$	$\frac{1}{x}$
$\log_a x$	$\frac{1}{x \ln a}$
$\sin x$	$\cos x$
$\cos x$	$-\sin x$
$\operatorname{tg} x$	$\frac{1}{\cos^2 x}$

### Правила дифференцирования.

Если у функций f(x) и g(x) существуют производные, то

1.  $C' = 0$

2.  $(u+v)' = u' + v'$

3.  $(uv)' = u'v + v'u$

4.  $(C \cdot u)' = C \cdot u'$ , где  $C = \text{const}$

5.  $\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - v'u}{v^2}$

6. Производная сложной функции:

$$f'(g(x)) = f'(g) \cdot g'(x)$$

### 2. Примеры.

1. Найти значение производной функции:  $y = 3x^2 + 2^x - 4x + 8$ .

Решение:

По правилу нахождения производной алгебраической суммы функций (формула 2):

$$y' = (3x^2 + 2^x - 4x + 8)' = (3x^2)' + (2^x)' - (4x)' + (8)' = 3 \cdot 2x + 2^x \cdot \ln 2 - 4 \cdot 1 + 0 = 6x + 2^x \cdot \ln 2 - 4$$

2. Найти значение производной функции:  $y = x^6(\sin x + 4)$ .

Решение:

Функция представляет собой произведение двух множителей:  $u = x^6, v = \sin x + 4$ . По формуле 3:

$$y' = (x^6(\sin x + 4))' = (x^6)'(\sin x + 4) + x^6(\sin x + 4)' = 6x^5(\sin x + 4) + x^6 \cdot \cos x.$$

3. Найти значение производной функции:  $y = \frac{3x-5}{4e^x-3}$ .

Решение:

Функция представляет собой частное двух выражений:  $u = 3x - 5, v = 4$

$$e^x - 3. \quad \text{По формуле 5: } y' = \left( \frac{3x-5}{4e^x-3} \right)' = \frac{(3x-5)' \cdot (4e^x-3) - (4e^x-3)' \cdot (3x-5)}{(4e^x-3)^2} =$$

$$\frac{3(4e^x-3) - 4e^x(3x-5)}{(4e^x-3)^2}$$

4.  $y = \sin\left(4x - \frac{\pi}{6}\right)$  в точке  $x_0 = \frac{\pi}{12}$

Решение. Найдем производную данной функции по правилу дифференцирования сложной функции (формула 6):

$$y' = \left( \sin\left(4x - \frac{\pi}{6}\right) \right)' = \left(4x - \frac{\pi}{6}\right)' \cdot \cos\left(4x - \frac{\pi}{6}\right) = 4 \cos\left(4x - \frac{\pi}{6}\right)$$

$$y'\left(\frac{\pi}{12}\right) = 4 \cos\left(4 \cdot \frac{\pi}{12} - \frac{\pi}{6}\right) = 4 \cos \frac{\pi}{6} = 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3}$$

5. Если  $y = 3 \cdot \frac{1}{\sqrt{x}}$ , то  $y' = \left(3 \cdot \frac{1}{\sqrt{x}}\right)' = 3(x^{-1/2})' = -\frac{3}{2} x^{-3/2} = -\frac{3}{2x\sqrt{x}}$ .

6.  $y = x^3 - 3x^2 + 5x + 2$ . Найдем  $y'(-1)$ .

$y' = 3x^2 - 6x + 5$ . Следовательно,  $y'(-1) = 14$ .

7. Если  $y = \ln x \cdot \cos x$ , то  $y' = (\ln x)' \cos x + \ln x (\cos x)' = 1/x \cdot \cos x - \ln x \cdot \sin x$ .

8.  $y = \frac{x^3}{\cos x}, y' = \frac{(x^3)' \cos x - x^3 (\cos x)'}{\cos^2 x} = \frac{3x^2 \cos x + x^3 \sin x}{\cos^2 x}$ .

Пусть дана функция. Для её исследования нужно:

1) Найти её область определения. Если это не слишком сложно, то полезно найти также область значений. (Однако, во многих случаях, вопрос нахождения откладывается до нахождения экстремумов функции.)

2) Выяснить общие свойства функции, которые помогут в определении её поведения: не является ли функция чётной либо нечётной, не является ли она периодической.

3) Выяснить, как ведёт себя функция при приближении аргумента к граничным точкам области определения, если такие граничные точки имеются. Если функция имеет точки разрыва, то эти точки тоже проверить на наличие вертикальных асимптот функции. Найти наклонные асимптоты.

4) Найти точки пересечения графика с осями координат, что состоит в простом вычислении значения функции при условии:

С осью OX:  $y=0$ ;

С осью OY:  $x=0$ .

Нахождение точек пересечения с осью может привести к необходимости решить сложное алгебраическое уравнение, что, быть может,

<i>№ ва рианта</i>	<i>Найти производную функции у:</i>	<i>№ вари анта</i>	<i>Найти производную функции у:</i>
1	1. $y=6x^5-3\cos x + 8x - 9$ 2. $y=e^x(5x+7)$ 3. $y=\frac{\ln x}{\sin x}$ 4. $y=3^{x^3}$ 5. $y=\sqrt{\sin 2x}$	6	1. $y=-6x^4-7\cos x + x - 11$ 2. $y=e^{x-3}(x+17)$ 3. $y=\frac{6-2\ln x}{\sin 2x}$ 4. $y=9^{10-x^5}$ 5. $y=\sqrt{\sin(6x-5)}$
2	1. $y=-7x^3-1$ $3\operatorname{ctg} x + x - 5$ 2. $y=4^x(5x+7\ln x)$ 3. $y=\frac{x-9}{\sin x}$ 4. $y=\ln(6x-3)$ 5. $y=\sqrt[4]{(3x-7)^3}$	7	1. $y=-7x^3-1$ $3\operatorname{ctg} x + x - 5$ 2. $y=4^x(5x+7\ln x)$ 3. $y=\frac{x-9}{\sin x}$ 4. $y=\ln(6x-3)$ 5. $y=\sqrt[4]{(3x-7)^3}$
3	1. $y=4x-3\operatorname{tg} x+6x-8$ 2. $y=e^x \cdot \cos x$ 3. $y=$ 4. $y=(6x-9)^{11}$ 5. $y=\sqrt[8]{(\sin x)^5}$	8	1. $y=-5x+2\operatorname{ctg} x+3x-2$ 2. $y=8^x \cdot \cos(-4x)$ 3. $y=\frac{5x-4}{15-2^x}$ 4. $y=(2x-7)^{14}$ 5. $y=\sqrt[9]{(\sin x)^3}$
4	1. $y=7x-9x^8+12$ 2. $y=x^5 \cdot (7\cos x - 8)$ 3. $y=\frac{\operatorname{tg} x}{5\ln x+7}$ 4. $y=\sqrt{\log_4(5x-8)}$ 5. $y=6^{\cos 4x}$	9	1. $y=-5x-7x^8+10$ 2. $y=\sqrt{x} \cdot (4\cos x - 3)$ 3. $y=\frac{\operatorname{ctg} x}{\cos x+4}$ 4. $y=\sqrt{\sin(2x^3-4)}$ 5. $y=15^{3-2\cos 5x}$
5	1. $y=6\ln x-3,6\cos x + 4$ 2. $y=(3x-4) \cdot 12^{x-9}$ 3. $y=\frac{5\operatorname{ctg} x}{e^x}$ 4. $y=(x^3-7x+5) \cdot \cos 4x$ 5. $y=\sqrt[4]{5x-4x^3}$	10	1. $y=16x-0,6\cos x + 4\ln x$ 2. $y=(7x-9) \cdot 2^{4x-9}$ 3. $y=\frac{5\operatorname{tg} x-3x+5}{e^x}$ 4. $y=(-5x^3-x) \cdot \cos 8x$ 5. $y=\sqrt[9]{15x-4x^{11}}+\operatorname{tg} x^4$

удастся сделать лишь приближённо. Отыскав корни функции и точки разрыва, мы можем определить знак функции на каждом из интервалов

между этими точками. Это можно сделать либо вычислив значение функции в какой-нибудь из точек интервала, либо применив метод интервалов.

5) Найти промежутки монотонности. Для этого находят производную и решают неравенство:

$f'(x) > 0$ . На промежутках, где это неравенство выполнено, функция возрастает. Там, где выполнено неравенство  $f'(x) < 0$ , функция убывает.

Найдя интервалы монотонности, мы можем сразу определить точки локального экстремума: там, где возрастание сменяется убыванием, располагаются локальные максимумы, а там, где убывание сменяется возрастанием - локальные минимумы.

6) Нахождение интервалов выпуклости и вогнутости ведётся с помощью второй производной. Найдя  $f''(x)$ , мы определяем знаки  $f''(x)$  на интервалах:

если  $f''(x) > 0$ , то кривая графика функции вогнута;

если  $f''(x) < 0$  кривая графика функции выпуклая.

Заодно определяем точки перегиба как те точки, в которых функция меняет направление выпуклости (и непрерывна).

7) Нахождение точек пересечения графика с асимптотой и дополнительных точек. Этот пункт не носит обязательного характера, однако нахождение таких точек придаёт исследованию функции и построенному её графику законченность и полноту.

Заметим, что получающиеся в процессе исследования функции точки на осях координат и на графике полезно сразу же наносить на чертёж. Это помогает по ходу дела уяснять вид графика.

### 3. Выполните самостоятельно:

#### 4. Выполните самостоятельно:

<p>Вариант №1 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y = x^3 - 3x^2 + 4</math></p> <p>2. <math>y = \frac{5-2x}{x^2-4}</math></p>	<p>Вариант №2 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y = \frac{1}{3}x^3 - x^2 - 3x + \frac{1}{3}</math></p> <p>2. <math>y = \frac{x}{x^2-1}</math></p>
<p>Вариант №3 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y = -x^3 + 3x^2 - 2</math></p> <p>2. <math>y = \frac{x^2}{x^2-1}</math></p>	<p>Вариант №4 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y = -x^3 + 3x^2 - 2</math></p> <p>2. <math>y = \frac{x^2}{x^2-1}</math></p>
<p>Вариант №5 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y = x^3 - 12x + 6</math></p> <p>2. <math>y = \frac{2x}{x^2+1}</math></p>	<p>Вариант №6 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y = x^3 - 12x^2 - 9x + 1</math></p> <p>2. <math>y = \frac{1}{x^2+1}</math></p>

<p>Вариант №7 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y=x^3 - 6x^2 + 9x - 3</math></p> <p>2. <math>y=\frac{2x}{x^2+1}</math></p>	<p>Вариант №8 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y=x^3 - 12x^2 - 9x + 1</math></p> <p>2. <math>y=\frac{x^2}{x^2+1}</math></p>
<p>Вариант №9 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y=x^3 + 9x^2 + 24x + 12</math></p> <p>2. <math>y=\frac{x^2}{6x+18}</math></p>	<p>Вариант №10 Исследовать функцию на монотонность и экстремум:</p> <p>1. <math>y=\frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{2}x^2 - 2x - \frac{1}{3}</math></p> <p>2. <math>y=\frac{x^2}{x-2}</math></p>

### 5. Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте правила нахождения производной суммы, произведения, частного.
2. Как найти производную сложной функции?
3. Как применяется производная функции для исследования функции на монотонность, экстремум?

### *Практическая работа №3 «Применение дифференциального исчисления к исследованию функций»*

<p>Вариант №1 Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=x^3 - 3x^2 + 4</math></p> <p>4. <math>y=\frac{5-2x}{x^2-4}</math></p>	<p>Вариант №2 Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=\frac{1}{3}x^3 - x^2 - 3x + \frac{1}{3}</math></p> <p>4. <math>y=\frac{x}{x^2-1}</math></p>
<p>Вариант №3 Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=-x^3 + 3x^2 - 2</math></p> <p>4. <math>y=\frac{x^2}{x^2-1}</math></p>	<p>Вариант №4 Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=-x^3 + 3x^2 - 2</math></p> <p>4. <math>y=\frac{x^3}{x^2-1}</math></p>
<p>Вариант №5 Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=x^3 - 12x + 6</math></p> <p>4. <math>y=\frac{2x}{x^2+1}</math></p>	<p>Вариант №6 Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=x^3 - 12x^2 - 9x + 1</math></p> <p>4. <math>y=\frac{1}{x^2+1}</math></p>
Вариант №7	Вариант №8

<p>Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=x^3 - 6x^2 + 9x - 3</math></p> <p>4. <math>y=\frac{2x}{x^2+1}</math></p>	<p>Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=x^3 - 12x^2 - 9x + 1</math></p> <p>4. <math>y=\frac{x^2}{x^2+1}</math></p>
<p>Вариант №9</p> <p>Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=x^3 + 9x^2 + 24x + 12</math></p> <p>4. <math>y=\frac{x^2}{6x+18}</math></p>	<p>Вариант №10</p> <p>Исследовать функцию и построить график:</p> <p>3. <math>y=\frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{2}x^2 - 2x - \frac{1}{3}</math></p> <p>4. <math>y=\frac{x^2}{x-2}</math></p>
<p>Вариант №11</p> <p>Исследовать функцию и построить график:</p> <p>1. <math>y=\frac{1}{3}x^3 - x^2 - 3x + \frac{1}{3}</math></p> <p>2. <math>y=\frac{x^2}{x^2-3}</math></p>	<p>Вариант №12</p> <p>Исследовать функцию и построить график:</p> <p>5) <math>y=-x^3 + 3x^2 + 9x - 2</math></p> <p>6) <math>y=\frac{x^2-1}{3x+5}</math></p>

#### **Практическая работа № 4.**

**Тема:** Вычисление неопределённых интегралов.

Вычисление определённых интегралов различными методами.

**Цель:** Проверить на практике знание понятия неопределённого и определённого интегралов, умение вычислять табличные интегралы, умение вычислять определённый интеграл методом введения новой переменной и по частям.

#### **Обеспечение практической работы:**

Теоретический материал методической рекомендации к практической работе.

Учебник. Богомолов Н.В. «Математика». – М.: Дрофа, 2010.

А.А.Дадаян Математика. М:Форум-Инфа 2008.

Индивидуальные карточки с вариантом практической работы.

**1. Теоретический материал и примеры вычисления неопределённого интеграла методом введения новой переменной.**

### 1.1 Неопределённый интеграл и непосредственное интегрирование.

Непосредственное интегрирование – это нахождение неопределённых интегралов с использованием таблицы интегралов и свойств неопределённого интеграла:

$$1. \int (f(x) \pm g(x)) dx = \int f(x) dx \pm \int g(x) dx$$

$$2. \int kf(x) dx = k \int f(x) dx, \text{ где } k = \text{const}$$

#### Таблица интегралов

	$\int 0 \cdot dx = C$	1	$\int \operatorname{ch} x dx = \operatorname{sh} x + C$
	$\int 1 \cdot dx = x + C$	2	$\int \frac{dx}{\operatorname{sh}^2 x} = -\operatorname{cth} x + C$
	$\int x^\alpha dx = \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1} + C$ ( $\alpha \neq -1$ ).	3	$\int \frac{dx}{\operatorname{ch}^2 x} = \operatorname{th} x + C$
	$\int \frac{1}{x} dx = \int \frac{dx}{x} = \ln x  + C$	4	$\int \frac{1}{x^2 + a^2} dx = \int \frac{dx}{x^2 + a^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C$
	$\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C$ ; $\int e^x dx = e^x + C$	5	$\int \frac{dx}{x^2 - a^2} = \frac{1}{2a} \ln \left  \frac{x-a}{x+a} \right  + C$
	$\int \sin x dx = -\cos x + C$	6	$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \operatorname{arc} \sin \frac{x}{a} + C = -\operatorname{arc} \cos \frac{x}{a} + C$
	$\int \cos x dx = \sin x + C$	7	$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + \alpha}} = \ln \left  x + \sqrt{x^2 + \alpha} \right  + C$
	$\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\operatorname{ctg} x + C$	8	$\int \sqrt{x^2 + \alpha} dx = \frac{x}{2} \sqrt{x^2 + \alpha} + \frac{\alpha}{2} \ln \left  x + \sqrt{x^2 + \alpha} \right  + C$
	$\int \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tg} x + C$	9	$\int \sqrt{a^2 - x^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2} \operatorname{arcsin} \frac{x}{a} + C$
0	$\int \operatorname{sh} x dx = \operatorname{ch} x + C$	0	$\int \frac{dx}{\sin x} = \ln \left  \operatorname{tg} \frac{x}{2} \right  + C$ ; $\int \frac{dx}{\cos x} = \ln \left  \operatorname{tg} \frac{x + \pi/2}{2} \right  + C$

## 1.2 Замена переменной в неопределённом интеграле (интегрирование подстановкой).

Пусть  $\int f(x)dx = F(x) + C$ . Тогда  $\int f(t(x))t'(x)dx = F(t(x)) + C$ . Здесь  $t(x)$  - дифференцируемая монотонная функция.

При решении задач замену переменной можно выполнить двумя способами.

1. Если в подынтегральной функции удаётся сразу заметить оба сомножителя, и  $f(t(x))$ , и  $t'(x)$ , то замена переменной осуществляется подведением множителя  $t'(x)$  под знак дифференциала:  $t'(x)dx = dt$ , и задача сводится к вычислению интеграла  $\int f(t)dt$ . Например,

$$\int \operatorname{tg} x dx = \int \frac{\sin x}{\cos x} dx = -\int \frac{-\sin x dx}{\cos x} = -\int \frac{d(\cos x)}{\cos x} = \int \frac{dt}{t},$$

где  $t = \cos x$   $= -\ln |\cos x| + C$  (аналогично находится интеграл от  $\operatorname{ctg} x$ );

$$\int e^{\sin x} \cos x dx = \int e^{\sin x} d \sin x = \int e^t dt, \text{ где } t = \sin x$$

$$= e^{\sin x} + C.$$

2. Замена переменной можно осуществлять формальным сведением подынтегрального выражения к новой переменной.

### Пример 1.

$\int e^{\sin x} \cos x dx$  имеет смысл перейти к переменной (сделать подстановку)  $t = \sin x$ . Выражаем все множители подынтегрального выражения через переменную  $t$ :

$$x = \arcsin t, dx = \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}}; \cos x = \sqrt{1-\sin^2 x} = \sqrt{1-t^2}$$

; в результате  $\int e^{\sin x} \cos x dx =$

$$= \int e^t \sqrt{1-t^2} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}} = \int e^t dt = e^t + C =$$

(возвращаемся к исходной переменной)

$$= e^{\sin x} + C.$$

Другие примеры:

$\int \frac{dx}{\sqrt{x-5}(1+\sqrt[3]{x-5})}$ . Подынтегральная функция содержит два множителя, ни один из которых не является производной другого, поэтому подводить их под знак дифференциала бесполезно. Попытаемся ввести новую переменную,

такую, чтобы корни извлекались:

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x-5}(1+\sqrt[3]{x-5})} = \left| \begin{array}{l} x-5 = t^6; t = \sqrt[6]{x-5}; \\ x = t^6 + 5; dx = 6t^5 dt \end{array} \right| =$$

$$\int \frac{6t^5 dt}{t^3(1+t^2)} = 6 \int \frac{t^2 dt}{t^2+1} = 6 \int \frac{(t^2+1-1) dt}{t^2+1} =$$

$$= 6 \left( \int dt - \int \frac{dt}{t^2+1} \right) = 6(t - \operatorname{arctg} t) + C = 6(\sqrt[6]{x-5} - \operatorname{arctg} \sqrt[6]{x-5}) + C$$

### Пример 2.

$$\int \sqrt{a^2 - x^2} dx$$

(интеграл №19 из табл.). Здесь

подынтегральная функция состоит из единственного множителя; можно опять попытаться сделать такую замену переменной, чтобы корень извлёкся. Структура подкоренного выражения подсказывает эту замену:  $x = a \sin t$  (или

$$x = a \cos t, \quad a > 0); \quad \int \sqrt{a^2 - x^2} dx = \left| \begin{array}{l} x = a \sin t, \quad dx = a \cos t dt, \\ \sqrt{a^2 - x^2} = a \sqrt{1 - \sin^2 t} = a \cos t \end{array} \right| = a^2 \int \cos^2 t \cdot dt$$

Интеграл свёлся к интегралу от квадрата косинуса. При интегрировании чётных степеней синуса и косинуса часто применяются формулы, выражающие  $\sin^2 t$  и  $\cos^2 t$  через косинус двойного угла:

$$\sin^2 t = \frac{1 - \cos 2t}{2}; \quad \cos^2 t = \frac{1 + \cos 2t}{2}$$

Поэтому

$$a^2 \int \cos^2 t \cdot dt = a^2 \int \frac{1 + \cos 2t}{2} dt = \frac{a^2}{2} (\int dt + \int \cos 2t dt) = \frac{a^2}{2} \left( t + \frac{1}{2} \int \cos 2t \cdot d2t \right) =$$

$$= \frac{a^2}{2} \left( t + \frac{1}{2} \sin 2t \right) + C = \frac{a^2}{2} \left( t + \frac{1}{2} \sin 2t \right) + C = \frac{a^2}{2} (t + \sin t \cos t) + C = \left| \begin{array}{l} \sin t = \frac{x}{a}; \quad \cos t = \\ \sqrt{1 - \sin^2 t} = \frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{a} \end{array} \right| =$$

$$= \frac{a^2}{2} \arcsin \frac{x}{a} + \frac{1}{2} x \sqrt{a^2 - x^2} + C$$

**Пример 3.**

$$\int \frac{\sqrt{\ln x + 6}}{x} dx = \left| \begin{array}{l} t = \ln x + 6 \\ dt = t' \cdot dx = (\ln x + 6)' dx = \frac{dx}{x} \end{array} \right| = \int \sqrt{t} dt = \int t^{\frac{1}{2}} dt = \frac{2t^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} + C = \frac{2(\ln x + 6)^{\frac{3}{2}}}{3} + C$$

+C

**1.3 Интегрирование по частям:**

Производится по формуле:  $\int u dv = uv - \int v du$

**Пример 4.**

$$\int x \cos x dx = \left| \begin{array}{l} u = x \\ dv = \cos x dx \\ du = u'(x) \cdot dx = x' dx = dx \\ v = \int \cos x dx = \sin x \end{array} \right| = x \cdot \sin x - \int \sin x dx = x \cdot \sin x - (-\cos x) + C$$

$$\sin x - \int \sin x dx = x \cdot \sin x - (-\cos x) + C$$

**Пример 5.**

$$\int (3x - 2)e^{2x-5} dx = \left| \begin{array}{l} u = 3x - 2 \\ dv = e^{2x-5} \\ du = u'(x) \cdot dx = 3 dx \\ v = \int e^{2x-5} dx = \frac{1}{2} e^{2x-5} \end{array} \right| =$$

$$\frac{1}{2} (3x - 2)e^{2x-5} - \frac{3}{2} \int e^{2x-5} dx = \frac{1}{2} (3x - 2)e^{2x-5} - \frac{3e^{2x-5}}{4} + C$$

**Пример 6.**

$$\int \ln x dx = \left| \begin{array}{l} u = \ln x \\ dv = dx \\ du = u'(x) \cdot dx = \frac{1}{x} dx \\ v = \int dx = x \end{array} \right| = x \ln x - \int x \cdot \frac{1}{x} dx = x \ln x - \int 1 dx = x \ln x - x + C.$$

## 2. Определенный интеграл, его свойства и вычисление

2.1. Определенный интеграл вычисляется по формуле Ньютона-Лейбница:

$$\int_a^b f(x) dx = F(x) \Big|_a^b = F(b) - F(a)$$

( $a$  и  $b$  - соответственно верхний и нижний пределы интегрирования, они пишутся и читаются снизу вверх, а в формулу подставляются сверху вниз!)

Основные свойства определенного интеграла:

1. При перестановке пределов интегрирования изменяется знак интеграла:

$$\int_a^b f(x) dx = - \int_b^a f(x) dx$$

2. Отрезок интегрирования можно разбивать на части:

$$\int_a^b f(x) dx = \int_a^c f(x) dx + \int_c^b f(x) dx$$

3. Определенный интеграл от алгебраической суммы функций равен алгебраической сумме их определенных интегралов.

4. Постоянный множитель можно выносить за знак интеграла.

Пример 1.

$$\int_2^3 3x^2 dx = x^3 \Big|_2^3 = 3^3 - 2^3 = 27 - 8 = 19.$$

2.2 Вычисления определённого интеграла методом введения новой переменной.

$$\int_a^b f(x) dx = \int_{t(a)}^{t(b)} u(t) dt$$

Пример 2.

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x)^3 \sin x dx = \left| \begin{array}{l} t = \cos x \\ dt = -\sin x dx \\ t_{\text{верхнее}} = \cos \frac{\pi}{2} = 0 \\ t_{\text{нижнее}} = \cos 0 = 1 \end{array} \right| = - \int_1^0 t^3 dt = - \frac{t^4}{4} \Big|_1^0 = \frac{1^4}{4} - \frac{0^4}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1^4}{4} - \frac{0^4}{4} = \frac{1}{4}$$

Пример 3.

$$\int_0^1 \frac{3x dx}{4-x^2} = \left| \begin{array}{l} t=4-x^2 \\ dt=(4-x^2)' dx = -2x dx \\ t_{\text{верхнее}} = 4-1 = 3 \\ t_{\text{нижнее}} = 4-0 = 4 \end{array} \right| = -\frac{3}{2} \int_4^3 \frac{dt}{t} = -\frac{3}{2} \ln t \Big|_4^3 = -\frac{3}{2} (\ln 3 - \ln 4) =$$

$$\frac{3}{2} \ln \frac{3}{4}$$

1.3 Вычисление определенного интеграла по частям:

Используем формулу:

$$\int_a^b u dv = uv \Big|_a^b - \int_a^b v du$$

Пример 4.

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (x-1) \cos x dx = \left| \begin{array}{l} u=(x-1) \quad du=dx \\ dv=\cos x \quad v=\int \cos x dx = \sin x \end{array} \right| = (x-1) \sin x \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} -$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin x dx = (x-1) \sin x \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} + \cos x \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right) \sin \frac{\pi}{2} - (0-1) \sin 0 +$$

$$\cos \frac{\pi}{2} - \cos 0 = \frac{\pi}{2} - 1 - 1 = \frac{\pi}{2} - 2;$$

Пример 5.

$$\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{6x}{\sin^2 x} dx = \left| \begin{array}{l} u=6x; \quad du=6 dx \\ dv=\frac{dx}{\sin^2 x}; \quad v=\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\operatorname{ctg} x \end{array} \right| = -6x \operatorname{ctg} x \Big|_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{ctg} x dx = -6 \cdot$$

$$\frac{\pi}{2} \operatorname{ctg} \frac{\pi}{2} - 6 \cdot \frac{\pi}{6} \operatorname{ctg} \frac{\pi}{6} + \ln |\sin x| \Big|_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} = \pi \sqrt{3} + \ln |\sin \frac{\pi}{2}| - \ln |\sin \frac{\pi}{6}| = \pi \sqrt{3} + \ln 1 - \ln \frac{1}{2} = \pi \sqrt{3} + 0 + \ln 2 = \pi \sqrt{3} + \ln 2$$

### 3. Выполните практическую работу:

#### 1) Найдите неопределенный интеграл:

№1	№2	№3
1. $\int \frac{\sqrt[5]{\operatorname{ctg} x} dx}{\sin^2 x}$	1. $\int \cos \frac{x}{8} dx$	1. $\int 7^x \cos 7^x dx$
2. $\int (3,8 \sin x - 5 \cos \frac{x}{2}) dx$	$\int (5^x + 12)^5 5^x dx$	2. $\int (x+4) \cos x dx$
3. $\int x e^{3x} dx$	3.	3. $\int \sin 5x dx$
4. $\int \sin \frac{x}{8} dx$	4. $\int \frac{dx}{x \ln^2 x}$	4. $\int \frac{x e^x + 2x^2 - 1}{5x} dx$
5. $\int (8x+5)^{10} dx$	5. $\int x \cdot \sin(5x-1) dx$	5. $\int 4 \sin^2 \frac{x}{6} \cos \frac{x}{6} dx$

<p><i>№4</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>	<p><i>№5</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>dx</p> <p>4.</p> <p>5. <math>\int \cos 5^x \cdot 5^x</math></p> <p>dx</p> <p>i.</p>	<p><i>№6</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>
<p><i>№7</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>+5x+1)dx</p> <p>3.</p> <p>i.</p> <p>ii.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>	<p><i>№8</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>dx</p> <p>4.</p> <p>5.</p> <p>dx</p>	<p><i>№9</i></p> <p>1.</p> <p>2. <math>\int \frac{\ln^4 x}{3x} dx</math></p> <p>3. <math>\int (5 - x) \cos 3x dx</math></p> <p>4. <math>\int \frac{dx}{x\sqrt{x}}</math></p> <p>5. <math>\int \frac{6}{\sin^2(3x-8)}</math></p>

<p><i>№10</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>	<p><i>№11</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>	<p><i>№12</i></p> <p>1. <math>\int \frac{e^x}{3x^2} dx</math></p> <p>2. <math>\int (\cos 5</math></p> <p>3. <math>\int \frac{5^x}{3\sqrt{5^x+}}</math></p> <p>4. <math>\int (1 - x</math></p> <p>5. <math>\int x \sin</math></p> <p><math>\int \frac{6^x}{1+36^x} dx</math></p>
<p><i>№13</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>	<p><i>№14</i></p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>	<p><i>№15</i></p> <p>1. <math>\int \frac{3\sqrt{x}}{\sqrt{x}} dx</math></p> <p>2. <math>\int \frac{\cos \frac{x}{2}}{2} dx</math></p> <p>3. <math>\int \frac{\operatorname{tg}^5 x dx}{12 \cos^2 x}</math></p> <p>4. <math>\int (\cos 2x + e^{3x}) dx</math></p> <p>5. <math>\int (2x\sqrt{x} + x^2 - 4) dx</math></p> <p><math>\int 2 \ln x dx</math></p> <p>4. <math>\int (2x - 1) e^{3x} dx</math></p> <p>5. <math>\int \frac{\sqrt[3]{\arcsin 3x}}{\sqrt{1-9x^2}} dx</math></p> <p><math>\int \frac{x dx}{\sqrt{x^2+144}}</math></p> <p><math>\int \frac{e^{\operatorname{ctg} x}}{\sin^2 x} dx</math></p>

2) Вычислите определенный интеграл.

Вариант 1	Вариант 2
1. $\int_0^1 \frac{x^2 dx}{2+x^2}$ 2. $\int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{\sqrt{1+\operatorname{tg}x}}{\cos^2 x} dx$ 3. $\int_1^2 \frac{2^x dx}{1-2^x}$	1. $\int_1^e \frac{\sin \ln x}{5x} dx$ 2. $\int_1^2 \frac{2^x dx}{1+4^x}$ 3. $\int_0^{\frac{1}{2}} e^{\sin x \pi} \cos \pi x dx$
Вариант 3	Вариант 4
1. $\int_{-1}^2 (3x^2 + 4x - 1) dx$ 2. $\int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{\sqrt{3+\operatorname{ctg}x}}{\sin^2 x} dx$ 3. $\int_{-1}^0 (2x + 3)e^{-x} dx$	1. $\int_{-1}^2 (3x^2 + 4x - 1) dx$ 2. $\int_{-1}^0 \frac{x^2}{1-4x^2} dx$ 3. $\int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} (2 - x) \sin 3x dx$

Подведение итогов практической работы.

### 3. Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте правила непосредственного интегрирования.
2. В каких случаях применяется способ интегрирования подстановкой?
3. Назовите формулу для интегрирования по частям. Что надо принять за  $u$ , а что за  $dv$ ?
4. Что такое определенный интеграл. Напишите формулу Ньютона-Лейбница.

### Практическое занятие №5.

#### Тема: Вычисление определителей.

**Цель:** приобретение базовых знаний в области фундаментальных разделов математики. Проверка усвоения знаний по вычислению определителей, выполнению операций над матрицами. Повторить и систематизировать знания по данной теме.

#### Задачи:

- развитие творческого профессионального мышления;
- познавательная мотивация;
- овладение языком науки, навыки оперирования понятиями;
- овладение умениями и навыками постановки и решения задач;
- углубление теоретической и практической подготовки;
- развитие инициативы и самостоятельности студентов.

#### Обеспечение практической работы:

Теоретический материал методической рекомендации к практической работе.

А.А.Дадаян Математика. М:Форум-Инфа 2008. Омельченко В.П., Э.В. Курбатова. Математика, – Серия: Среднее профессиональное образование. - Ростов-на-Дону «Феникс»,2008-380с.

Щипачев В.С. Основы высшей математики. - М.: Высшая школа, 2009 - 480с.

Омельченко В.П., Э.В. Курбатова. Математика, – Серия: Среднее профессиональное образование. - Ростов-на-Дону «Феникс»,2008-380с.

Индивидуальные карточки с вариантом практической работы.

### **Ход практического занятия.**

1.Формулирование темы занятия, пояснение связи темы с другими темами учебной дисциплины;

2.Проверка готовности студентов к занятию;

3.Проведение непосредственно занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины:

- Изучить теоретический материал по теме «Выполнение операций над матрицами. Вычисление определителей».

- Рассмотреть примеры решения типовых заданий.

-Выполнить самостоятельную работу по вычислению определителей, выполнению действий над матрицами.

- Ответить на контрольные вопросы.

### **Теоретические сведения и методические рекомендации по решению задач.**

**Определение.** Матрицей из  $m$  строк,  $n$  столбцов называется прямоугольная таблица чисел  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} = \{ a_{ij} \}$ ;  $a$  - элемент матрицы;  $i$ -

номер строки;  $i=1, \dots, m$ ;  $j$ -номер столбца,  $j=1, \dots, n$ ;  $m, n$  – порядки матрицы. При  $m=n$   $A_{mn}$  - квадратная матрица.

**Определение.** Определителем  $n$ -го порядка, соответствующим матрице  $A_{nn}$ , называется число  $\Delta = \sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} M_{1j} = a_{11} A_{11} + \dots + A_{1j} + \dots + a_{1n} A_{1n}$ .

Для вычисления определителя можно использовать элементы произвольной строки или столбца.

**Определение.** Алгебраическим дополнением  $A_{ij}$  элемента  $a_{ij}$  называется число, равное  $A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$ .

**Определение.** Дополнительным минором  $M_{ij}$  элемента  $a_{ij}$  матрицы  $A_{nn}$  называется определитель матрицы  $n-1$ -го порядка, полученный из матрицы  $A_{nn}$  вычеркиванием  $i$ -ой строки и  $j$ -го столбца.

$$M_{ij} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1\ n-1} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2\ n-1} & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{i\ n-1} & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n-11} & a_{n-1\ 2} & \dots & a_{n-1j} & \dots & a_{n-1\ n-1} & a_{n-1\ n} \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{n\ n-1} & a_{nn} \end{vmatrix}.$$

**Транспонирование** матрицы – такое преобразование матрицы, при котором строки становятся столбцами с сохранением порядка следования.

### Свойства определителей.

При транспонировании матрицы определитель не меняется.

При перестановке любых двух строк (столбцов) определитель меняет только знак.

При умножении строки (столбца) на некоторое число определитель умножается на это число.

Если все соответствующие элементы квадратных матриц одного порядка одинаковы, за исключением элементов одной  $i$ -ой строки, то

$$\begin{vmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & \dots & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{i1} & \dots & b_{in} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} + b_{i1} & \dots & a_{in} + b_{in} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}.$$

Величина определителя не изменяется, если к элементам некоторой строки (столбца) прибавить соответствующие элементы другой строки (столбца), умноженной на некоторое число.

Определитель равен нулю, если

- все элементы некоторой строки (столбца) равны нулю.

- две строки (столбца) одинаковы.

- две строки (столбца) определителя пропорциональны.

### Методы вычисления определителей.

1). Разложение по строке или столбцу.

2). Метод обращения в нуль всех, кроме одного, элементов строки или столбца. Метод состоит в том, что с учетом свойств определителя при помощи какого-либо столбца (строки) путём умножения его на соответствующие числа и вычитания из остальных столбцов (строк), зануляются все элементы выбранной строки (столбца) кроме одного, принадлежащего вычитаемому столбцу (строке).

3). Метод приведения к треугольному виду. Алгоритм, предложенный в предыдущем пункте, используется для последовательного зануления всех элементов первой строки (столбца) кроме одного, второй строки (столбца) – всех кроме двух и т.д. В итоге определитель преобразуется к треугольному виду. Величина такого определителя равна произведению элементов главной диагонали.

4). Вычисление с использованием теоремы Лапласа, согласно которой определитель  $n$ -го порядка равен сумме произведений всех его

миноров  $k$ -го порядка, стоящих в выделенных  $k$  строках (столбцах), на их алгебраические дополнения.

### Примеры

1. Вычислить данный определитель четвёртого порядка с помощью разложения по строке или столбцу:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & 2 & 0 \\ 3 & 1 & 6 & 3 \end{vmatrix}$$

Решение. Удобнее всего делать разложение по строке или столбцу, в которых встречается наибольшее число нулевых элементов. В данном случае – это четвёртый столбец. Итак имеем

$$\begin{aligned} \Delta &= \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & 2 & 0 \\ 3 & 1 & 6 & 3 \end{vmatrix} = 0 \cdot (-1)^{1+4} \begin{vmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 3 & -1 & 2 \\ 3 & 1 & 6 \end{vmatrix} + 1 \cdot (-1)^{2+4} \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 2 \\ 3 & 1 & 6 \end{vmatrix} + \\ &+ 0 \cdot (-1)^{3+4} \begin{vmatrix} 2 & -1 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 6 \end{vmatrix} + 3 \cdot (-1)^{4+4} \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 3 & -1 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 2 \\ 3 & 1 & 6 \end{vmatrix} + \\ &+ 2 \cdot \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 3 & -1 & 2 \end{vmatrix} = \Delta_1 + 3 \cdot \Delta_2 \end{aligned}$$

Полученные в итоге два определителя третьего порядка вычислим тем же методом. В определителе  $\Delta_1$  нулевых элементов нет, поэтому можно выбрать для разложения любой из столбцов, например, первый. В  $\Delta_2$  единственный нулевой элемент находится на пересечении первого столбца со второй строкой. Для разнообразия будем разлагать  $\Delta_2$  по второй строке:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 2 \\ 3 & 1 & 6 \end{vmatrix} = 2 \cdot (-1)^{1+1} \begin{vmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 6 \end{vmatrix} + 3 \cdot (-1)^{2+1} \begin{vmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 6 \end{vmatrix} + \\ &+ 3 \cdot (-1)^{3+1} \begin{vmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} = 2 \cdot (-6 - 2) - 3 \cdot (-6 - 1) + 3 \cdot (-2 + 1) = \\ &= -16 + 21 - 3 = 2 \end{aligned}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 3 & -1 & 2 \end{vmatrix} = 0 \cdot (-1)^{2+1} \begin{vmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} + 1 \cdot (-1)^{2+2} \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} + 2 \cdot (-1)^{2+3} \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 3 & -1 \end{vmatrix} = 1 \cdot (4 - 3) - 2 \cdot (-2 + 3) = 1 - 2 = -1$$

Таким образом окончательно получим

$$\Delta = \Delta_1 + 3\Delta_2 = 2 + 3 \cdot (-1) = -1$$

2. Используя метод обращения в нуль всех, кроме одного, элементов строки или столбца вычислить определитель матрицы

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \\ 4 & 1 & 2 & 3 \end{vmatrix}$$

Решение. Будем занулять все, кроме первого, элементы первой строки. С этой целью вычтем из второго, третьего и четвёртого столбцов первый столбец, умноженный соответственно на 2, 3 и 4. Получим

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \\ 4 & 1 & 2 & 3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 2-2 & 3-3 & 4-4 \\ 2 & 3-4 & 4-6 & 1-8 \\ 3 & 4-6 & 1-9 & 2-12 \\ 4 & 1-8 & 2-12 & 3-16 \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & -2 & -7 \\ 3 & -2 & -8 & -10 \\ 4 & -7 & -10 & -13 \end{vmatrix} = (-1) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 2 & 7 \\ 3 & 2 & 8 & 10 \\ 4 & 7 & 10 & 13 \end{vmatrix}$$

Представленный в таком виде определитель разложим по первой строке:

$$\Delta = (-1) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 2 & 7 \\ 3 & 2 & 8 & 10 \\ 4 & 7 & 10 & 13 \end{vmatrix} = (-1) \cdot 1 \cdot \begin{vmatrix} 1 & 2 & 7 \\ 2 & 8 & 10 \\ 7 & 10 & 13 \end{vmatrix}$$

Определитель третьего порядка, к которому свёлся исходный определитель, будем вычислять тем же способом. Вычтем из второго и третьего столбцов первый столбец, умноженный соответственно на 2 и 7. Получим (попутно вынося общие множители из столбцов)

$$\Delta = (-1) \cdot 1 \cdot \begin{vmatrix} 1 & 2 & 7 \\ 2 & 8 & 10 \\ 7 & 10 & 13 \end{vmatrix} = (-1) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 4 & -4 \\ 7 & -4 & -36 \end{vmatrix} =$$

$$= (-1) \cdot 4 \cdot (-4) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \\ 7 & -1 & 9 \end{vmatrix} = 16 \cdot (9 + 1) = 160.$$

**Выполните самостоятельно:**

<p>Вариант 1</p> <p>№1. Вычислите определитель 2-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 3 & -5 \\ 2 & 7 \end{vmatrix}$ <p>№2. Вычислите определитель 3-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 3 & -5 & 1 \\ 4 & 2 & 6 \\ -8 & 3 & 1 \end{vmatrix}$ <p>№3. Вычислите определитель 4-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 2 & 3 & 1 & 2 \\ 1 & -3 & 5 & 3 \\ 0 & 3 & 5 & -5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{vmatrix}$	<p>Вариант 2</p> <p>№1. Вычислите определитель 2-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} -3 & 5 \\ 2 & -7 \end{vmatrix}$ <p>№2. Вычислите определитель 3-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 0 & -5 & 1 \\ 4 & 2 & 6 \\ 7 & 3 & 1 \end{vmatrix}$ <p>№3. Вычислите определитель 4-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 1 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & 3 & 5 & 3 \\ 0 & 2 & 5 & -5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{vmatrix}$
<p>Вариант 3</p> <p>№1. Вычислите определитель 2-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 1 & -5 \\ 2 & 11 \end{vmatrix}$ <p>№2. Вычислите определитель 3-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 6 & -5 & 1 \\ 3 & 2 & 5 \\ 9 & 2 & 1 \end{vmatrix}$ <p>№3. Вычислите определитель 4-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 4 & 5 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 2 \\ 0 & 3 & 0 & -5 \\ 1 & 2 & 1 & 4 \end{vmatrix}$	<p>Вариант 4</p> <p>№1. Вычислите определитель 2-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} -5 & 8 \\ 2 & -7 \end{vmatrix}$ <p>№2. Вычислите определитель 3-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} 2 & -5 & 1 \\ 4 & 1 & 6 \\ 1 & 3 & 0 \end{vmatrix}$ <p>№3. Вычислите определитель 4-го порядка:</p> $\begin{vmatrix} -1 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & -2 & 5 & 3 \\ 0 & 2 & 6 & 4 \\ 1 & 3 & 2 & 4 \end{vmatrix}$

## Итоги практического занятия.

### Практическая работа №6

#### Тема: Решение систем линейных уравнений методом

#### Крамера. Контрольная работа.

**Цель:** приобретение базовых знаний в области фундаментальных разделов математики. Проверка усвоения знаний по применению определителей для решения систем линейных уравнений (СЛУ). Повторить и систематизировать знания по данной теме.

#### **Задачи:**

- развитие творческого профессионального мышления;
- познавательная мотивация;
- овладение языком науки, навыки оперирования понятиями;
- овладение умениями и навыками постановки и решения задач;
- углубление теоретической и практической подготовки;
- развитие инициативы и самостоятельности студентов.

### 1. Теоретические сведения:

#### 1.1 Формулы Крамера.

СЛУ, в которых число уравнений равно числу неизвестных и определитель матрицы системы не равен 0, имеет единственное решение, которое определяется по формулам Крамера:

$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}; x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta}; \dots; x_n = \frac{\Delta_n}{\Delta}$ , где  $\Delta$ - главный определитель системы, состоит из коэффициентов перед неизвестными,  $\Delta_1; \Delta_2; \dots \Delta_n$  - вспомогательные определители системы, которые получают из главного путем замещения столбца перед  $x_1; x_2; \dots x_n$  соответственно на столбец свободных членов.

Пример 1.

$$\text{Решить систему уравнений } \begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 = 5 \\ 3x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 8 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 6 \end{cases}$$

Решение. Вычислим главный определитель матрицы системы уравнений:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 3 & 3 & -2 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 3 \cdot 1 + 1 \cdot (-2) \cdot 1 + 3 \cdot 1 \cdot (-1) - 1 \cdot 3 \cdot (-1) - 3 \cdot 1 \cdot 1 - 2 \cdot 1 \cdot (-2) = 5.$$

Следовательно, система имеет единственное решение, которое можно найти с помощью формул Крамера.

Вычислим вспомогательные определители системы:

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 5 & 1 & -1 \\ 8 & 3 & -2 \\ 6 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 15; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} 2 & 5 & -1 \\ 3 & 8 & -2 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 5; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 5 \\ 3 & 3 & 8 \\ 1 & 1 & 6 \end{vmatrix} = 10;$$

По формулам Крамера находим:

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{15}{5} = 3; \quad x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{5}{5} = 1; \quad x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{10}{5} = 2.$$

Ответ: (3;1;2)

2. Решите самостоятельно систему методом Крамера и методом:

Вариант 1	Вариант 2
$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 6 \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = 9 \\ x_1 - 4x_2 - 2x_3 = 3 \end{cases}$	$\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 - x_3 = 1 \\ 5x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 2 \\ 3x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0 \end{cases}$
Вариант 3	Вариант 4
$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + 3x_3 = 2 \\ 25x_1 - 2x_2 + 2x_3 = 1 \\ 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1 \end{cases}$	$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + 5x_3 = 4 \\ 3x_1 + 5x_2 - 3x_3 = -1 \\ -2x_1 - 4x_2 + 3x_3 = 1 \end{cases}$
Вариант 5	Вариант 6
$\begin{cases} 10x_1 + x_2 + 4x_3 = 1 \\ x_1 - 2x_2 - 7x_3 = -3 \\ 2x_1 + x_2 + 5x_3 = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} 5x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 19 \\ 4x_1 + 5x_2 - 3x_3 = 31 \\ 3x_1 + 7x_2 - 4x_3 = 31 \end{cases}$
Вариант 7	Вариант 8
$\begin{cases} 4x_1 + x_2 - 2x_3 = 10 \\ -x_1 + 3x_2 - x_3 = -1 \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 = 1 \end{cases}$	$\begin{cases} 4x_1 - x_2 - 5x_3 = 1 \\ x_1 + x_2 - 2x_3 = 6 \\ 3x_1 - 2x_2 - 6x_3 = -2 \end{cases}$
Вариант 9	Вариант 10
$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 5 \\ 5x_1 - 6x_2 - 4x_3 = -3 \\ -4x_1 + 5x_2 + 3x_3 = 1 \end{cases}$	$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 14 \\ 2x_1 + x_2 + 4x_3 = 12 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 11 \end{cases}$

**Подведение итогов практического занятия.**

### Практическая работа №7

**Тема:** Решение задач по теме «Множества». Формулы алгебры логики.

**Цель:** приобретение базовых знаний в области фундаментальных разделов математики. Повторить и систематизировать знания по данной теме.

**Задачи:**

- развитие творческого профессионального мышления;
- познавательная мотивация;
- овладение языком науки, навыки оперирования понятиями;
- овладение умениями и навыками постановки и решения задач;
- углубление теоретической и практической подготовки;
- развитие инициативы и самостоятельности студентов.

**Теоретические сведения:**

Элементы теории множеств

1. Логические символы

Квантор  $\forall$  - заменяет выражение "для любого", "для произвольного", "для какого бы ни было".

Квантор  $\exists$  - заменяет выражение "существует", "найдется".

Запись  $A \Rightarrow B$  (импликация) означает, что из справедливости высказывания  $A$  вытекает справедливость высказывания  $B$ . Если, кроме того, из справедливости высказывания  $B$  вытекает справедливость  $A$ , то записываем  $A \Leftrightarrow B$ . Если  $A \Leftrightarrow B$ , то высказывание  $B$  является необходимым и достаточным условием для того, чтобы выполнялось высказывание  $A$ .

Если предложения  $A$  и  $B$  справедливы одновременно, то записываем  $A \wedge B$ . Если же справедливо хотя бы одно из предложений  $A$  или  $B$ , то записываем  $A \vee B$ .

## 2. Операции над множествами

Математическое понятие множества элементов принимается в качестве интуитивного. Множество задается правилом или признаком, согласно которому определяем, принадлежит ли данный элемент множеству или не принадлежит.

Множество обозначают символом  $A = \{x\}$ , где  $x$  - общее наименование элементов множества  $A$ . Часто множество записывают в виде  $A = \{a, b, c, \dots\}$ , где в фигурных скобках указаны элементы множества  $A$ . Будем пользоваться обозначениями:

- $\mathbb{N}$  - множество всех натуральных чисел;
- $\mathbb{Z}$  - множество всех целых чисел;
- $\mathbb{Q}$  - множество всех рациональных чисел;
- $\mathbb{R}$  - множество всех действительных чисел;
- $\mathbb{C}$  - множество всех комплексных чисел;
- $\mathbb{Z}_0$  - множество всех неотрицательных целых чисел.

Запись  $a \in A$  означает, что элемент  $a$  принадлежит множеству  $A$ .

Запись  $a \notin A$  означает, что элемент  $a$  не принадлежит множеству  $A$ . Множество  $B$ , все элементы которого принадлежат множеству  $A$ , называется подмножеством множества  $A$ , и при этом записывают  $B \subset A$  (см. рис. 1).

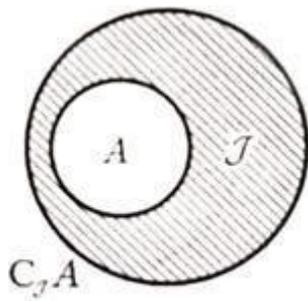


Рис. 1

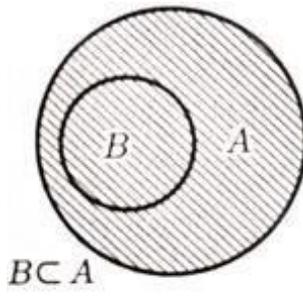


Рис. 2

Всегда  $A \subset A$ , так как каждый элемент множества, естественно, принадлежит A. Пустое множество, т. е. множество, не содержащее ни одного элемента, обозначим символом  $\emptyset$ . Любое множество содержит пустое множество в качестве своего подмножества.

Если  $A \subset B \wedge B \subset A$ , то A и B называются равными множествами, при этом записывают  $A = B$ .

Если  $A \subset f$ , то множество f элементов множества A, не принадлежащих A, называется дополнением множества A к множеству (см. рис. 2).

Дополнение множества A к множеству f обозначают символом  $C_f A$ ; или просто CA, если известно, к какому множеству берется дополнение. Таким образом,  $C_f A = \{x: x \in f \wedge x \notin A\}$

Если  $A \subset f$ , то иногда дополнение множества B к множеству A называют разностью множеств A и B и обозначают  $A \setminus B$  (см. рис. 3), т. е.  $A \setminus B = \{x: x \in A \wedge x \notin B\}$ .

Пусть A и B - подмножества множества f.

Объединением множеств A и B называется множество  $A \cup B$  (см. рис. 4)  $A \cup B = \{x: x \in A \vee x \in B\}$ .

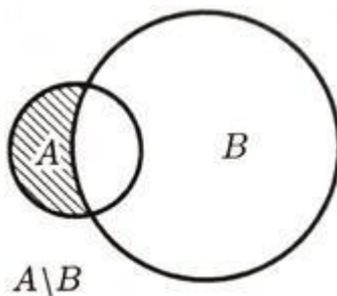


Рис. 3

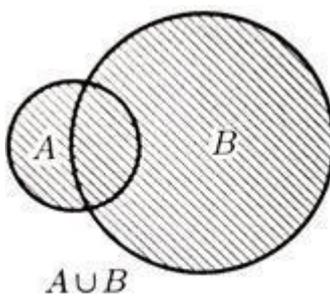


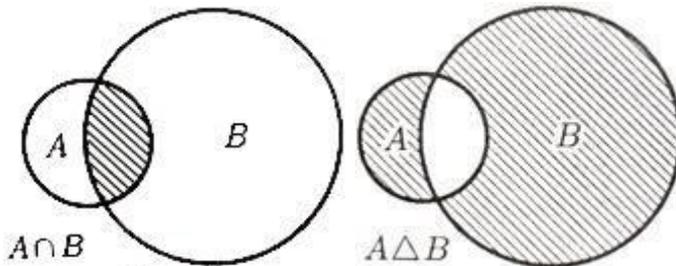
Рис. 4

Аналогично, если  $A_j, j = \overline{1, n}$  подмножества множества f, то их объединением будет множество

$$\bigcup_{j=1}^n A_j = \{x : x \in A_1 \vee x \in A_2 \vee \dots \vee x \in A_n\}$$

Пересечением подмножеств А и В называется множество (см. рис. 5)

$$A \cap B = \{x : x \in A \wedge x \in B\}$$



Рисунки 1-6 называются диаграммы Эйлера-Венна.

Аналогично, символом  $\bigcap_{j=1}^n A_j$  обозначают пересечение подмножеств

$$A_j, j=1, n \text{ множества } f, \text{ т.е. } \bigcap_{j=1}^n A_j = \{x : x \in A_1 \wedge x \in A_2 \wedge \dots \wedge x \in A_n\}$$

Два элемента а и b называются упорядоченной парой, если указано, какой из этих элементов первый, какой второй, при этом

$$((a, b) = (c, d)) \Leftrightarrow (a = c \wedge b = d)$$

Упорядоченную пару элементов а и b обозначают символом (a, b).

Аналогично определяется упорядоченная система из n элементов  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , которую обозначают символом  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ . Элементы  $a_1, a_2, \dots, a_n$  называются координатами упорядоченной системы  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ .

Совокупность всевозможных упорядоченных пар (a, b), где, называется произведением множеств А и В и обозначается символом  $A \times B$ .

Аналогично, символом  $\prod_{j=1}^n A_j$  обозначают произведение множеств, т. е. совокупность всевозможных упорядоченных систем  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ,

где  $a_j \in A_j, j = 1, n$ .

### 3. Свойства операций над множествами

Пусть А, В и D - произвольные подмножества множества f. Тогда непосредственно из определений объединения, пересечения и дополнения вытекают следующие предложения:

1. Закон идемпотентности для объединения и пересечения множеств:

$$A \cup A = A, A \cap A = A$$

2. Закон коммутативности:

$$A \cup B = B \cup A; A \cap B = B \cap A.$$

3. Закон ассоциативности:

$$A \cup (B \cap D) = (A \cup B) \cap D; A \cap (B \cap D) = (A \cap B) \cap D$$

4. Закон дистрибутивности:

$$A \cap (B \cup D) = (A \cap B) \cup (A \cap D); A \cup (B \cap D) = (A \cup B) \cap (A \cup D)$$

5. Закон поглощения:

$$A \cup (B \cap D) = A, A \cap (A \cup D) = A$$

6. Законы, описывающие свойства пустого и универсального множества по отношению к объединению и пересечению:

$$A \cup \emptyset = A, A \cap \emptyset = \emptyset, A \cup f = f, A \cap f = A$$

7. Законы дополнения:  $A \cup \bar{A} = f, A \cap \bar{A} = \emptyset$

8. Закон инволютивности дополнения:  $\bar{\bar{A}} = A$

9. Закон Де Моргана:  $\overline{A \cup B} = \bar{A} \cap \bar{B}, \overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B}$

Истинность каждого тождества проще всего проверяется построением диаграмм Эйлера-Венна.

4. Выполните самостоятельно:

проверку следующих утверждений диаграммой Эйлера-Венна:

Вариант 1	$\{A \cap B, A \cap \bar{B}, \bar{A} \cap B, \bar{A} \cap \bar{B}\}$
Вариант 2	$\{A \setminus B, A \cap B, B \setminus A\}$
Вариант 3	$\{A \cup (B \cap \bar{A}), A \cap \bar{B}\}$

5. Подведение итогов практического занятия.

### Практическая работа №8

**Тема:** Вычисление вероятностей случайных событий. Формула полной вероятности

**Цель:** приобретение базовых знаний в области фундаментальных разделов математики. Повторить и систематизировать знания по данной теме.

#### Задачи:

- развитие творческого профессионального мышления;
- познавательная мотивация;
- овладение языком науки, навыки оперирования понятиями;
- овладение умениями и навыками постановки и решения задач;
- углубление теоретической и практической подготовки;
- развитие инициативы и самостоятельности студентов.

#### Теоретические сведения:

1. Приведите примеры: 1) достоверных событий; 2) невозможных событий; 3) случайных событий.

2. Что вероятнее — появление герба при бросании монеты или появление нечетного числа очков при бросании игральной кости?

3. Что вероятнее при бросании двух монет — выпадение двух цифр или герба?

4. Что вероятнее получить при делении домино между 4 игроками — все «дубли» или же все кости с «шестерками»?

5. Проведите следующий эксперимент: бросьте 50 раз две игральные кости и запишите сумму для каждого броска. Какая сумма появилась чаще всего? Какая реже всего? Какое число очков появилось чаще: 3 или 12?

6. Из мешка с 33 жетонами, на которых написаны русские буквы, вытаскивают один за другим 4 жетона. Сколько раз, по вашему мнению, нужно повторить этот эксперимент, чтобы из этих букв получилось слово «барс»? Во сколько раз будет меньше число необходимых экспериментов, если 4 жетона вытаскивают сразу (т. е. порядок их появления несуществен)?

7. Что вероятнее — угадать 6 номеров из 49 или 5 номеров из 36?

8. При 10 бросаниях правильной монеты выпадал герб. Что вероятнее при следующем броске — выпадение цифры или герба?

**2. Опыт, испытание.** Основным понятием, с которым мы будем иметь дело в дальнейшем, является понятие опыта, или испытания. Этому понятию нельзя дать математическое определение, однако ясно, что значат слова «подбросим монету и посмотрим, упала она вверх гербом или цифрой» или «включить электрическую лампочку и поглядеть, через какое время она перегорит». Для нас будет существенно лишь то, что данное испытание может иметь различные исходы. При этом для простоты будем рассматривать лишь случаи, когда множество этих исходов конечно и равно  $n$ . С каждым опытом можно связать различные множества исходов. Важно лишь то, что при каждом испытании происходит один и только один исход.

Пример 1. При бросании игральной кости возможны следующие исходы:

1)  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$  это означает выпадение очков от 1 до 6 включительно;

2)  $B_1$  — выпадение нечетного числа очков, а  $B_2$  — выпадение четного числа очков;

Пример 2. При бросании монеты возможны исходы  $A_1$  – выпал герб,  $A_2$  – выпала «решка»

Пример 3. Произведен выстрел по мишени:  $A_1$  – попадание,  $A_2$  – промах.

Введем следующее определение:

*Определение . Событием при данном испытании называется любое подмножество  $X$  множества  $U$  исходов.*

В дальнейшем, говоря об исходах, из которых состоит событие  $X$ , мы будем говорить, что они благоприятствуют этому событию. Про остальные же исходы будем говорить, что они не благоприятствуют событию  $X$ .

*Определение 2. Вероятностью события  $X$  называют сумму вероятностей исходов, благоприятствующих этому событию.*

Пример 1. Бросают игральную кость, событие  $A$  – выпадение четного числа очков. Ему благоприятствуют случаи  $A_2, A_4, A_6$ , т.о. 3 исхода из 6-ти возможных.

Пример 2. Бросают монету, событие В – выпадение герба, ему благоприятствует один исход из двух возможных.

Если испытание может привести к одному и только одному из  $n$  различных равновозможных исходов и если  $m$  из этих исходов благоприятствуют появлению события А определяется формулой

$$P(A)=m/n$$

Это классическое определение вероятности.

Основные свойства:

1. Вероятность любого события заключена между 0 и единицей:  $0 \leq P(A) \leq 1$

2. Вероятность достоверного события  $U$ , т.е. такое событие обязательно произойдет при испытании:  $P(U)=1$

3. Вероятность испытания невозможного события  $V$  равна нулю:  $P(V)=0$

4. Сумма вероятностей двух противоположных событий  $A$  и  $\bar{A}$ , т.е. таких событий, что появление одного из них исключает появление другого, равна единице:

$$P(A)+P(\bar{A})=1$$

### Пример 1.

Из урны, в которой находится 4 белых, 9 черных, 7 красных шаров. Наудачу вынимают один шар. Какова вероятность, что этот шар белый?

Решение:

Элементарным исходом является извлечение любого шара. Число таких исходов равно числу шаров:  $4+9+7=20$ , т.е.  $n=20$ . Событие А – извлечение белого шара, ему благоприятствуют 4 исхода, т.к. белых шаров 4, значит  $m=4$ , поэтому по формуле  $P(A)=m/n$  находим:  $P(A)=4/20=1/5=20\%$

### Пример 2. Задача о выборке.

В партии из  $S$  деталей имеются  $T$  нестандартных. Определить вероятность того, что среди выбранных наудачу  $p$  деталей нестандартными окажутся ровно  $t$  деталей.

Решение:

Элементарным исходом является выборка любых  $p$  изделий из общего числа  $S$ . Число таких исходом равно числу сочетаний из  $S$  по  $p$ , т.е.  $n=C_S^p$

Интересующее нас событие А – это извлечение  $p$  деталей, из которых  $t$  нестандартные. Следовательно, благоприятными для А являются такие группы по  $p$  изделий, в которых  $p-t$  изделий – качественные, а  $t$  – нестандартные.

Число таких групп

$$m=C_T^t \cdot C_{S-T}^{p-t},$$

где

$C_T^t$  – группа стандартных изделий,  $C_{S-T}^{p-t}$  – группа нестандартных изделий,

причем события из группы стандартных комбинируются из группы нестандартных, тогда

$$P(A) = \frac{m}{n} = \frac{C_T^t \cdot C_{S-T}^{p-t}}{C_S^p}$$

## § 2. ТЕОРЕМЫ СЛОЖЕНИЯ И УМНОЖЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

**Суммой** нескольких событий называется событие, состоящее в появлении хотя бы одного из этих событий.

**Произведением** нескольких событий называется событие, состоящее в совместном осуществлении всех этих событий.

**Теорема сложения вероятностей.**

*Если события  $A_1, A_2, \dots, A_n$  несовместны, т. е. никакие два из них не могут осуществиться вместе, то*

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) \quad (1)$$

Вероятность события  $A$ , вычисленная в предположении, что произошло событие  $B$ , называется *условной вероятностью события  $A$  при условии  $B$*  {обозначается  $P(A/B)$ ).

**Теорема умножения вероятностей.**

*Вероятность произведения нескольких независимых событий равна произведению вероятности этих событий:*

$$P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3) \dots P(A_n) \quad (2)$$

(события  $A_1, A_2, \dots, A_n$  независимы, т. е. осуществление любого числа из них не меняет вероятностей осуществления остальных).

**Пример 3.** В партии из 50 изделий содержится пять бракованных. Какова вероятность того, что из выбранных наудачу 30 изделий не более одного бракованного?

Решение. Пусть  $A$  — событие, состоящее в том, что 30 изделий выборки — качественные,  $B$  — в рассматриваемой выборке из 30 изделий только одно бракованное,  $C$  — не более одного бракованного. Тогда, очевидно,  $C = A + B$ . Так как события  $A$  и  $B$  несовместны, то по формуле (1) имеем

$$P(C) = P(A) + P(B).$$

Найдем вероятности событий  $A$  и  $B$ :

$$P(A) = \approx 0,007$$

$$P(B) = \approx 0,065$$

Отсюда  $P(C) \approx 0,072$

**Пример 4.** Два станка работают независимо друг от друга. Вероятность бесперебойной работы первого станка в течение некоторого времени  $t$  равна  $p_1 = 0,9$ , второго —  $p_2 = 0,8$ . Какова вероятность бесперебойной работы обоих станков в течение указанного промежутка времени?

Решение. Рассмотрим следующие события:  $A_1$  и  $A_2$  — бесперебойная работа соответственно первого и второго станков в течение времени  $t$ ;  $A$  — бесперебойная работа обоих станков в течение указанного времени. Тогда событие  $A$  есть совмещение событий  $A_1$  и  $A_2$ , т. е.  $A = A_1 \cdot A_2$ . Так как

события  $A_1$  и  $A_2$  независимы (станки работают независимо друг от друга), то по формуле (3) получим

$$P(A) = P(A_1) \cdot P(A_2) = 0,9 \cdot 0,8 = 0,72.$$

**Пример 5.** В примере 3 определить вероятность бесперебойной работы хотя бы одного из двух станков в течение времени  $t$  (событие  $B$ ).

Решение. Первый способ. Рассмотрим противоположное событие  $\bar{B}$ , означающее простой обоих станков в течение времени  $t$ . Очевидно, что событие  $\bar{B}$  есть совмещение событий  $A_1$  и  $A_2$  простоев первого и второго станков, т. е.  $\bar{B} = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2$ . Так как события  $\bar{A}_1$  и  $\bar{A}_2$  независимы, то

$$P(\bar{B}) = P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2) = (1 - P(A_1)) \cdot (1 - P(A_2)) = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02.$$

Отсюда

$$P(B) = 1 - P(\bar{B}) = 0,98.$$

Второй способ. Событие  $B$  происходит в том случае, когда имеет место одно из следующих трех несовместных событий: либо  $A_1 \cdot \bar{A}_2$  — совмещение событий  $A_1$  и  $\bar{A}_2$  (первый станок работает, второй — не работает), либо  $\bar{A}_1 \cdot A_2$  — совмещение событий  $\bar{A}_1$  и  $A_2$  (первый станок не работает, второй — работает), либо  $A_1 A_2$  — совмещение событий  $A_1$  и  $A_2$  (оба станка работают), т. е.

$$B = A_1 \bar{A}_2 + \bar{A}_1 A_2 + A_1 A_2.$$

По формуле (1) получим

$$P(B) = P(A_1 \bar{A}_2) + P(\bar{A}_1 A_2) + P(A_1 A_2).$$

В силу того, что события  $A_1$  и  $A_2$ , а следовательно,  $\bar{A}_1$  и  $\bar{A}_2$ , независимы, имеем

$$P(B) = P(A_1) \cdot P(\bar{A}_2) + P(\bar{A}_1) \cdot P(A_2) + P(A_1) \cdot P(A_2) = P(A_1)[1 - P(A_2)] + [1 - P(A_1)]P(A_2) + P(A_1) \cdot P(A_2) = 0,98.$$

### Формула полной вероятности. Формула Байеса

Если с некоторым опытом связано  $n$  исключаящих друг друга событий (гипотез)  $H_1, H_2, \dots, H_n$  и если событие  $A$  может осуществиться только при одной из этих гипотез, то вероятность события  $A$  вычисляется по **формуле полной вероятности**:

$$P(A) = P(H_1)P(A/H_1) + P(H_2)P(A/H_2) + \dots + P(H_n)P(A/H_n).$$

После проведения опыта, в результате которого осуществилось событие  $A$ , вероятности гипотез  $H_i$  можно переоценить по **формуле Байеса**:

$$P(H_i / A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A / H_i)}{P(A)}$$

**Пример 5.** Имеется три урны с шарами. В первой урне 4 белых и 5 черных, во второй — 5 белых и 4 черных, в третьей — 6 белых шаров. Некто выбирает наугад одну из урн и вынимает из нее шар. Найти вероятность того, что: а) этот шар окажется белым; б) белый шар вынут из второй урны.

Решение, а) Пусть  $A$  — событие, означающее, что извлечен белый шар. Рассмотрим три гипотезы:

$H_1$ — выбрана первая урна;  $H_2$ — выбрана вторая урна ;  $H_3$ — третья .Так как урна, из которой извлекают шар, выбирается наугад, то

$$P(H_1) = P(H_2) = P(H_3) = 1/3$$

Условные вероятности события  $A$  соответственно равны:

$P(A/H_1) = 4/9$  (вероятность извлечения белого шара из первой урны),

$P(A/H_2) = 5/9$  (вероятность извлечения белого шара из второй урны),

$P(A/H_3) = 1$  (вероятность извлечения белого шара из третьей урны).

а) Отсюда по формуле полной вероятности получим

$$P(A) = 1/3 \times 4/9 + 1/3 \times 5/9 + 1/3 \times 1 = 2/3$$

б) Для определения вероятности того, что белый шар извлечен из второй урны, воспользуемся формулой Байеса:

$$P\{H_2/A\} = \frac{P(H_2)P(A/H_2)}{P(A)} = \frac{1/3 \times 5/9}{2/3}$$

### Схема повторных испытаний. Формула Бернулли

Если при одних и тех же условиях определенный опыт повторяется  $n$  раз и если вероятность появления некоторого события  $A$  в каждом опыте равна  $p$ , то вероятность того, что событие  $A$  в серии из  $n$  опытов произойдет ровно  $k$  раз, находится по **формуле Бернулли**:

$$P_n(k) = C_n^k p^k q^{n-k}, \text{ где } q=1-p$$

### Выполните самостоятельно:

<p>Вариант 1 №1. В группе 20 студентов, среди них 14 юношей. Найти вероятность того, что среди наудачу выбранных шести студентов будут 3 девушки и 3 юноши.</p> <p>№2. Имеются 4 коробки с шарами. 1-я: 4 синих и 5 красных; 2-я: 5 синих и 4 красных; 3-я: 7 красных; 4-я: 12 синих. Наудачу берут шар. Он красный. Найти вероятность того, что он из 2-й коробки.</p> <p>№3</p>	<p>Вариант 2 №1 Имеются 23 детали и среди них 19 стандартные. Случайным образом выбирают сразу 6. Какова вероятность, что среди выбранных ровно 5 стандартных?</p> <p>№2 В цехе продукция производится на 3-х станках: 1-й станок 45% всей продукции, из них брак 5%; 2-й станок 35% всей продукции, из них брак 10%; 3-й станок 20% всей продукции, из них брак 2%. Найти вероятность, что наудачу взятая деталь из всех произведенных стандартная. Какова вероятность, что</p>
---	--

<p>Двум студентам предложена задача. Вероятность того, что её решит 1-й студент равна 0,72, что решит 2-й – 0,65. Найти вероятность того, что задачу решат оба студента; что решит только один?</p>	<p>она была произведена на 1-м станке?  №3  Два стрелка независимо друг от друга производят выстрел по мишени. Вероятность попадания 1-м -  0,8, 2-м – 0,9. Какова вероятность, что после одного выстрела в мишени будет только одна пробоина?</p>
<p>Вариант 3  №1  В урне лежат шары: 7 белых, 4 черных и 9 красных. Наудачу вынимают сразу два шара. Какова вероятность, что они окажутся одного цвета?  №2  В автоколонне 12 машин. Вероятность выхода на линию каждой машины – 0,8. Найти вероятность, что работа автоколонны будет осуществляться без сбоев, если для этого требуется, чтоб не менее 10 машин вышли на линию?  №3  Цех производит продукцию на 2-х станках:  70% изготавливается на 1-м станке, среди них 12% составляют бракованные детали, остальные детали производятся на втором станке, среди них 15% бракованные. Какова вероятность, что наудачу взятая деталь окажется бракованной? Какова вероятность, что бракованная деталь произведена на 2-м станке?</p>	<p>Вариант 4  №1  Три стрелка стреляют независимо друг от друга по цели. Вероятность попадания 1-м -0,8; 2-м – 0,75; 3-м – 0,7. Найти вероятность того, что будет:  1) хотя бы одно попадание;  2) ровно одно попадание;  если произведен один выстрел каждым.  №2  В магазин поступают часы, выпускаемые на 3-х заводах. Первый завод поставляет 40%, второй – 45%, третий – 15%. В продукции первого завод 20% часов спешат, второго завода – 30% часов спешат, третьего – 10% спешат. Найти вероятность того, что купленные часы спешат?  №3  Какова вероятность, что при десяти бросках игральной кости пять очков выпадут ровно 3 раза?</p>
<p>Вариант 5  №1  В мастерской работают 6 моторов. Для каждого мотора вероятность перегрева к обеденному перерыву равна 0,8. Найти</p>	<p>Вариант 6  №1  В белом ящике 12 красных и 6 синих шаров, в желтом ящике 15 красных и 10 синих шаров. Наудачу из некоторого ящика выбирают шар.</p>

<p>вероятность того, что к обеденному перерыву перегреются:</p> <p>1) ровно 4 мотора; 2) перегреются все моторы?</p> <p>№2</p> <p>Детали на сборку попадают из трёх автоматов. Известно, что первый автомат дает 3% брака, второй – 2% брака, третий – 4% брака. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если 1-й автомат произвел 1000 деталей, 2-й – 2000 деталей и 3-й – 2500 деталей. Какова вероятность, что бракованная деталь произведена на 2-м автомате?</p> <p>№3</p> <p>Из 3000 лотерейных билетов выигрышными являются 12. Какова вероятность, что из наудачу взятых 15 билетов хоть один будет с выигрышем?</p>	<p>Какая вероятность, что он красный? Какова вероятность, что красный шар вынут из белого ящика?</p> <p>№2</p> <p>По самолету противника производят три выстрела. Вероятность попадания при 1-м выстреле-0,5, при 2-м – 0,6, при 3-м – 0,8. Вероятность сбить самолет при условии попадания при 1-м выстреле – 0,3, при 2-м – 0,6 и при 3-м – 0,9. Найти вероятность того, что самолет будет сбит. Какова вероятность, что он будет сбит при 1-м выстреле?</p> <p>№3</p> <p>Два студента решают задачу независимо друг от друга. Вероятность того, что решит 1-й – 0,7, что решит 2-й – 0,8. Найти вероятность того, что:</p> <p>а) решат оба; б) решит только один?</p>
--	--

## Подведение итогов практической работ

### Практическая работа № 9

#### Тема: Вычисление числовых характеристик

Случайные величины

*Случайной величиной* называется величина, которая в результате опыта может принять любые заранее неизвестные значения. Различают дискретные и непрерывные случайные величины.

*Дискретной случайной величиной* называется такая, значение которой есть конечное или счетное множество фиксированных величин. Например, количество студентов, пришедших на лекцию, число бракованных изделий в партии продукции, число новорожденных за сутки. Для описания поведения дискретной случайной величины  $X$  задают все значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые она может принять, и вероятности появления этих величин  $p_1, p_2, \dots, p_n$ .

Непрерывной называют такую случайную величину, которая может принимать любые значения в определенном интервале. Например, температура тела пациента за определенный промежуток времени; дальность полета футбольного мяча, объем утечки воды из городского водопровода.

Под *законом распределения* случайной величины мы будем понимать соответствие

**«значение случайной величины ↔ вероятность принимать это значение».**

Случайная величина считается заданной, если задан её закон распределения:

Значение случайной величины $x_i$		$x_1$	$x_2$	..	$x_n$
Вероятности значений $p_i$		$p_1$	$p_2$	..	$p_n$

**Пример 1.** Подбрасываем 1 раз кубик. Пусть  $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  количество очков, выпавшее при бросании кубика. Можно записать соответствие между значениями случайных величин  $x$  и  $p$  вероятностями принимать эти значения в виде «таблицы распределения вероятностей» или, коротко, «таблицы распределения»:

	/6	/6	/6	/6	/6	/6

Рассмотрим случайную величину = {1, 4, 9, 16, ..}

			<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
	/6	/6	/6	/6	/6

При решении практических задач нет необходимости знать все возможные значения случайной величины и соответствующие им вероятности, а удобнее использовать такие количественные показатели, которые в сжатой форме достаточную информацию о случайной величине. Такие показатели называются числовыми характеристиками случайной величины. Основными из них являются: *математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратичное отклонение.*

**Математическое ожидание  $M(X)$**  характеризует положение случайной величины на числовой оси, определяя некоторое среднее значение, около которого сосредоточены все возможные значения случайной величины.

$$M(X) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n = \sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (1)$$

**Дисперсия** характеризует рассеяние (отклонение) случайной величины относительно математического ожидания.

Математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины  $X$  от ее математического ожидания  $M(X)$  называют дисперсией случайной величины  $X$  и обозначают  $D(x)$ , т.е.  $D(x) = M[X - M(X)]^2 \quad (2)$

Размерность дисперсии равна квадрату случайной величины и ее неудобно использовать для характеристики разброса, поэтому удобнее применять корень квадратный из дисперсии – **среднее квадратическое**

**отклонение.** Эта величина дает представление о размахе колебаний случайной величины около математического ожидания.

$$\sigma(\text{сигма}) = \sqrt{D(x)} \quad (3)$$

Пример 2

Найти математическое ожидание дискретной случайной величины X, зная закон её распределения.

1				
,05	,2	,4	,3	,05

Решение: по формуле (1):

$$M(X) = -1 \cdot 0,05 + 0 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,05 = 1,1$$

Пример 3

Дискретная случайная величина X имеет закон распределения

,3	,5	,2

Найти дисперсию и среднее квадратичное отклонение X.

$$1) \quad M(X) = 0 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,2 = 0,7$$

	i	$x_i p_i$	$x_i - M(X)$	$[x_i - M(X)]^2$	$[x_i - M(X)]^2 p_i$
1	,1	0,1	-1,7	2,89	0,289
			-0,7	0,49	0,147
		0	0,3	0,09	0,036
	,3	0,4	1,3	1,69	0,338
	,4	0,4			
	,2				
		0,7			0,81

$$2) \quad \text{Из таблицы следует } D(X) = 0,81$$

$$3) \quad \sigma(X) = \sqrt{D(X)} = \sqrt{0,81} = 0,9$$

Выполните самостоятельно:

Вариант 1					Вариант 2				
Случайная величина X задана законом распределения:					Случайная величина X задана законом распределения:				
$X_i$	2	3	1			0	0		
$p_i$	0	0	0		,1				
	,1	,4	,5		,4	,2	,15	,25	
Найти математическое ожидание M(X), дисперсию D(X) и среднее квадратичное отклонение $\sigma(X)$ .					Найти математическое ожидание M(X), дисперсию D(X) и среднее квадратичное отклонение $\sigma(X)$ .				

<p><b>Вариант 3</b> Случайная величина <math>X</math> задана законом распределения:</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>,48</td><td>,01</td><td>,09</td><td>,42</td></tr> </table> <p>Найти математическое ожидание <math>M(X)</math>, дисперсию <math>D(X)</math> и среднее квадратичное отклонение <math>\sigma(X)</math>.</p>		1					,48	,01	,09	,42	<p><b>Вариант 4</b> Случайная величина <math>X</math> задана законом распределения:</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>,19</td><td>,51</td><td>,25</td><td>,05</td></tr> </table> <p>Найти математическое ожидание <math>M(X)</math>, дисперсию <math>D(X)</math> и среднее квадратичное отклонение <math>\sigma(X)</math>.</p>		1					,19	,51	,25	,05
	1																				
	,48	,01	,09	,42																	
	1																				
	,19	,51	,25	,05																	
<p><b>Вариант 5</b> Случайная величина <math>X</math> задана законом распределения:</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td><math>X_i</math></td><td>3</td><td>5</td><td>2</td></tr> <tr><td><math>p_i</math></td><td>,1</td><td>,6</td><td>,3</td></tr> </table> <p>Найти математическое ожидание <math>M(X)</math>, дисперсию <math>D(X)</math> и среднее квадратичное отклонение <math>\sigma(X)</math>.</p>	$X_i$	3	5	2	$p_i$	,1	,6	,3	<p><b>Вариант 6</b> Случайная величина <math>X</math> задана законом распределения:</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td><math>X_i</math></td><td>2</td><td>3</td><td>5</td></tr> <tr><td><math>p_i</math></td><td>,1</td><td>,6</td><td>,3</td></tr> </table> <p>Найти математическое ожидание <math>M(X)</math>, дисперсию <math>D(X)</math> и среднее квадратичное отклонение <math>\sigma(X)</math>.</p>	$X_i$	2	3	5	$p_i$	,1	,6	,3				
$X_i$	3	5	2																		
$p_i$	,1	,6	,3																		
$X_i$	2	3	5																		
$p_i$	,1	,6	,3																		

Подведение итогов практической работы.

Контрольная работа для итогового контроля знаний

### Практическая работа №10

#### Контрольная работа по теме «Основы теории вероятностей и математической статистики»

Вариант 1

№1.

В группе 20 студентов, среди них 14 юношей. Найти вероятность того, что среди наудачу выбранных 6-ти студентов будут 3 девушки и 3 юноши.

№2.

Имеются 4 коробки с шарами.

1-я: 4 синих и 5 красных;

2-я: 5 синих и 4 красных;

3-я: 7 красных;

4-я: 12 синих.

Наудачу берут шар. Он красный. Найти вероятность того, что он из 2-й коробки.

№3

Двум студентам предложена задача. Вероятность того, что её решит 1-й студент равна 0,72, что решит 2-й – 0,65. Найти вероятность того, что задачу решат оба студента; что решит только один?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

$X_i$	2	3	1
$p_i$	,1	,4	,5

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 2

№1

Имеются 23 детали и среди них 19 стандартные. Случайным образом выбирают сразу 6. Какова вероятность, что среди выбранных ровно 5 стандартных?

№2

В цехе продукция производится на 3-х станках:

1-й станок 45% всей продукции, из них брак 5%;

2-й станок 35% всей продукции, из них брак 10%;

3-й станок 20% всей продукции, из них брак 2%.

Найти вероятность, что наудачу взятая деталь из всех произведенных стандартная. Какова вероятность, что она была произведена на 1-м станке?

№3

Два стрелка независимо друг от друга производят выстрел по мишени.

Вероятность попадания 1-м -

0,8, 2-м – 0,9. Какова вероятность, что после одного выстрела в мишени будет только одна пробоина?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	,1		0	0
	,4	,2	,15	,25

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 3

№1

В урне лежат шары: 7 белых, 4 черных и 9 красных. Наудачу вынимают сразу два шара. Какова вероятность, что они окажутся одного цвета?

№2 Какова вероятность, что при десяти бросках игральной кости пять очков выпадут ровно 3 раза?

№3

Цех производит продукцию на 2-х станках:

70% изготавливается на 1-м станке, среди них 12% составляют бракованные детали, остальные детали производятся на втором станке, среди них 15% бракованные. Какова вероятность, что наудачу взятая деталь окажется бракованной? Какова вероятность, что бракованная деталь произведена на 2-м станке?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	1			
	,48	,01	,09	,42

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 4

№1

Три стрелка стреляют независимо друг от друга по цели. Вероятность попадания 1-м - 0,8; 2-м - 0,75; 3-м - 0,7. Найти вероятность того, что будет:

1) хотя бы одно попадание;

2) ровно одно попадание;

если произведен один выстрел каждым.

№2

В магазин поступают часы, выпускаемые на 3-х заводах. Первый завод поставляет 40%, второй - 45%, третий - 15%. В продукции первого завод 20% часов спешат, второго завода - 30% часов спешат, третьего - 10% спешат. Найти вероятность того, что купленные часы спешат?

№3

Какова вероятность, что при десяти бросках игральной кости пять очков выпадут ровно 3 раза?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	1			
	,19	,51	,25	,05

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 5

№1

Найти вероятность того, что при 10 бросках игральной кости, 6 очков выпадет ровно 5 раз?

№2

Детали на сборку попадают из трёх автоматов. Известно, что первый автомат дает 3% брака, второй - 2% брака, третий - 4% брака. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если 1-й автомат произвел 1000 деталей, 2-й - 2000 деталей и 3-й - 2500 деталей. Какова вероятность, что бракованная деталь произведена на 2-м автомате?

№3

Из 3000 лотерейных билетов выигрышными являются 12. Какова вероятность, что из наудачу взятых 15 билетов хоть один будет с выигрышем?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

$X_i$	3	5	2
$p_i$	0,1	0,6	0,3

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 6

№1

В белом ящике 12 красных и 6 синих шаров, в желтом ящике 15 красных и 10 синих шаров. Наудачу из некоторого ящика выбирают шар. Какая вероятность, что он красный? Какова вероятность, что красный шар вынут из белого ящика?

№2 Что вероятнее выиграть у равносильного противника 4 партии из 6-ти или 2 из 3-х?

№3

Два студента решают задачу независимо друг от друга. Вероятность того, что решит 1-й – 0,7, что решит 2-й – 0,8. Найти вероятность того, что:

- а) решат оба;
- б) решит только один?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

$X_i$	2	3	5
$p_i$	0,1	0,6	0,3

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 7

№1.

В группе 25 студентов, среди них 11 юношей. Найти вероятность того, что среди наудачу выбранных 6-ти студентов будут 3 девушки и 3 юноши.

№2.

Имеются 4 коробки с шарами.

1-я: 3 синих и 5 красных;

2-я: 5 синих и 6 красных;

3-я: 5 красных;

4-я: 10 синих.

Наудачу берут шар. Он красный. Найти вероятность того, что он из 2-й коробки.

№3

Двум студентам предложена задача. Вероятность того, что её решит 1-й студент равна 0,6, что решит 2-й – 0,85. Найти вероятность того, что задачу решат оба студента; что решит только один?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

$X_i$	1	2	3
$p_i$	0,1	0,4	0,5

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 8

№1

Имеются 24 детали и среди них 18 стандартные. Случайным образом выбирают сразу 5. Какова вероятность, что среди выбранных ровно 4 стандартных?

№2

В цехе продукция производится на 3-х станках:

1-й станок 40% всей продукции, из них брак 1%;

2-й станок 45% всей продукции, из них брак 3%;

3-й станок 15% всей продукции, из них брак 2%.

Найти вероятность, что наудачу взятая деталь из всех произведенных стандартная. Какова вероятность, что она была произведена на 2-м станке?

№3

Процент всхожести семян равен 80%. Найти вероятность, что из посеянных 10 семян взойдут ровно 7?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

$X_i$	1	2	3
$p_i$	0,1	0,4	0,5

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 9

№1

В урне лежат шары: 5 белых, 4 черных и 6 красных. Наудачу вынимают сразу два шара. Какова вероятность, что они окажутся одного цвета?

№2

Какова вероятность, что при десяти бросаниях игральной кости 5 очков выпадут ровно 3 раза?

№3

Цех производит продукцию на 2-х станках:

75% изготавливается на 1-м станке, среди них 10% составляют бракованные детали, остальные детали производятся на втором станке, среди них 5% бракованные. Какова вероятность, что наудачу взятая деталь окажется бракованной? Какова вероятность, что бракованная деталь произведена на 2-м станке?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	,19	,51	,25	,05

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 10

№1

Три стрелка стреляют независимо друг от друга по цели. Вероятность попадания 1-м - 0,85; 2-м - 0,7; 3-м - 0,9. Найти вероятность того, что будет:

1) хотя бы одно попадание;

2) ровно одно попадание;

если произведен один выстрел каждым.

№2

В магазин поступают часы, выпускаемые на 3-х заводах. Первый завод поставляет 30%, второй - 55%, третий - 15%. В продукции первого завод 12% часов спешат, второго завода - 35% часов спешат, третьего - 10% спешат. Найти вероятность того, что купленные часы спешат?

№3

Какова вероятность, что при десяти бросках игральной кости пять очков выпадут ровно 4 раза?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	,15	,5	,25	,1

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 11

№1

Найти вероятность того, что при 10 бросках игральной кости, 5 очков выпадет ровно 6 раз?

№2

Детали на сборку попадают из трёх автоматов. Известно, что первый автомат дает 5% брака, второй - 6% брака, третий - 4% брака. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если 1-й автомат произвел 100 деталей, 2-й - 200 деталей и 3-й - 250 деталей. Какова вероятность, что бракованная деталь произведена на 1-м автомате?

№3

Из 4000 лотерейных билетов выигрышными являются 18. Какова вероятность, что из наудачу взятых 10 билетов хоть один будет с выигрышем?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

--	--	--	--	--

	1			
	,15	,5	,25	,1

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 12

№1

В белом ящике 10 красных и 5 синих шаров, в желтом ящике 12 красных и 14 синих шаров. Наудачу из некоторого ящика выбирают шар. Какая вероятность, что он красный? Какова вероятность, что красный шар вынут из белого ящика?

№2

По самолету противника производят три выстрела. Вероятность попадания при 1-м выстреле-0,6, при 2-м – 0,7, при 3-м – 0,8. Вероятность сбить самолет при условии попадания при 1-м выстреле – 0,3, при 2-м – 0,6 и при 3-м – 0,9. Найти вероятность того, что самолет будет сбит. Какова вероятность, что он будет сбит при 1-м выстреле?

№3

Два студента решают задачу независимо друг от друга. Вероятность того, что решит 1-й – 0,75, что решит 2-й – 0,85. Найти вероятность того, что:

а) решат оба;

б) решит только один?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	1			
	,35	,15	,2	,3

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 13

№1.

В группе 22 студентов, среди них 10 юношей. Найти вероятность того, что среди наудачу выбранных 5-ти студентов будут 3 девушки и 2 юноши.

№2.

Имеются 4 коробки с шарами.

1-я: 7 синих и 6 красных;

2-я: 6 синих и 5 красных;

3-я: 4 красных;

4-я: 10 синих.

Наудачу берут шар. Он красный. Найти вероятность того, что он из 2-й коробки.

№3

Двум студентам предложена задача. Вероятность того, что её решит 1-й студент равна 0,6, что решит 2-й – 0,75. Найти вероятность того, что задачу решат оба студента; что решит только один?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	1			
	,3	,1	,2	,4

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 14

№1

Имеются 25 детали и среди них 20 стандартные. Случайным образом выбирают сразу 5. Какова вероятность, что среди выбранных ровно 4 стандартных?

№2

В цехе продукция производится на 3-х станках:

1-й станок 25% всей продукции, из них брак 5%;

2-й станок 45% всей продукции, из них брак 10%;

3-й станок 30% всей продукции, из них брак 2%.

Найти вероятность, что наудачу взятая деталь из всех произведенных на станке стандартная. Какова вероятность, что она была произведена на 3-м станке?

№3

Два стрелка независимо друг от друга производят выстрел по мишени.

Вероятность попадания 1-м -

0,75, 2-м – 0,8. Какова вероятность, что после одного выстрела в

мишени будет только одна пробоина?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	1			
	,25	,25	,2	,3

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 15

№1

В урне лежат шары: 10 белых, 2 черных и 6 красных. Наудачу вынимают сразу два шара. Какова вероятность, что они окажутся одного цвета?

№2

В автоколонне 15 машин. Вероятность выхода на линию каждой машины – 0,9. Найти вероятность, что работа автоколонны будет осуществляться без сбоев, если для этого требуется, чтоб не менее 12 машин вышли на линию?

№3

Цех производит продукцию на 2-х станках:

75% изготавливается на 1-м станке, среди них 10% составляют бракованные детали, остальные детали производятся на втором станке, среди них 15% бракованные. Какова вероятность, что наудачу взятая деталь окажется бракованной? Какова вероятность, что бракованная деталь произведена на 2-м станке?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	1			
	,35	,15	,2	,3

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 16

№1

Три стрелка стреляют независимо друг от друга по цели. Вероятность попадания 1-м -0,7; 2-м – 0,65; 3-м – 0,8. Найти вероятность того, что будет:

1) хотя бы одно попадание;

2) ровно одно попадание;

если произведен один выстрел каждым.

№2

В магазин поступают часы, выпускаемые на 3-х заводах. Первый завод поставляет 50%, второй – 35%, третий – 15%. В продукции первого завод 20% часов спешат, второго завода – 30% часов спешат, третьего – 10% спешат. Найти вероятность того, что купленные часы спешат?

№3

Какова вероятность, что при десяти бросках игральной кости пять очков выпадут ровно 6 раз?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	1			
	,5	,1	,2	,2

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 17

№1

В мастерской работают 5 моторов. Для каждого мотора вероятность перегрева к обеденному перерыву равна 0,8. Найти вероятность того, что к обеденному перерыву перегреются:

- 1) ровно 3 мотора;
- 2) перегреются все моторы?

№2

Детали на сборку попадают из трёх автоматов. Известно, что первый автомат дает 3% брака, второй – 2% брака, третий – 4% брака. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если 1-й автомат произвел 1500 деталей, 2-й – 1000 деталей и 3-й – 2000 деталей. Какова вероятность, что бракованная деталь произведена на 2-м станке?

№3

Найти вероятность того, что при 10 бросках игральной кости, 5 очков выпадет ровно 7 раз?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	,5	,1	,2	,2

Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

Вариант 18

№1

В белом ящике 13 красных и 7 синих шаров, в желтом ящике 12 красных и 14 синих шаров. Наудачу из некоторого ящика выбирают шар. Какая вероятность, что он красный? Какова вероятность, что красный шар вынут из белого ящика?

№2

По самолету противника производят три выстрела. Вероятность попадания при 1-м выстреле-0,4, при 2-м – 0,7, при 3-м – 0,75. Вероятность сбить самолет при условии попадания при 1-м выстреле – 0,3, при 2-м – 0,6 и при 3-м – 0,9. Найти вероятность того, что самолет будет сбит. Какова вероятность, что он будет сбит при 1-м выстреле?

№3

Два студента решают задачу независимо друг от друга. Вероятность того, что решит 1-й – 0,5, что решит 2-й – 0,9. Найти вероятность того, что:

- а) решат оба;
- б) решит только один?

№4

Случайная величина  $X$  задана законом распределения:

	1			
	,4	,1	,3	,2

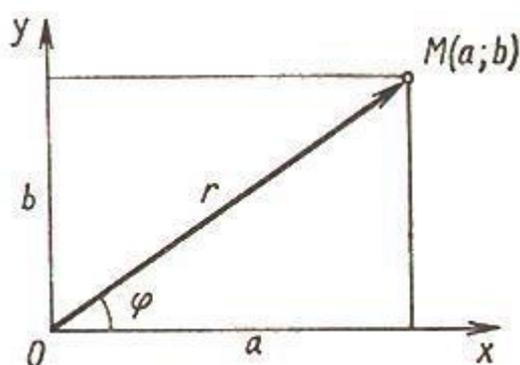
Найти математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(X)$ .

### Практическая работа № 11, 12 (4 часа)

Тема: Тригонометрическая форма комплексного числа.

**Цель:** Проверить на практике знание понятия комплексного числа, умение находить модуль и аргумент комплексного числа, умение переходить от одной формы записи к другой и выполнять действия с комплексными числами в различных формах.

**Теоретический материал:** Алгебраическая форма комплексного числа  $z = a + bi$ ,  $i^2 = -1$ , где  $a = \operatorname{Re}z$  – действительная часть  $z$ ,  $b = \operatorname{Im}z$  – мнимая часть  $z$ .



Р и с. 5.1

Так выполняются действия с комплексными числами в алгебраической форме:

$$z_1 + z_2 = (a + bi) + (c + di) = (a + c) + (b + d)i,$$

$$z_1 - z_2 = (a + bi) - (c + di) = (a - c) + (b - d)i,$$

$$z_1 = z_2 \Leftrightarrow a = c, \quad b = d,$$

$$z_1 z_2 = (a + bi)(c + di) = (ac - bd) + (ad + bc)i,$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{a + bi}{c + di} = \frac{ac + bd}{c^2 + d^2} + \frac{bc - ad}{c^2 + d^2}i,$$

$$i^{4k} = 1, \quad i^{4k+1} = i, \quad i^{4k+2} = -1, \quad i^{4k+3} = -i, \quad k \in \mathbb{N}. \quad z_1 = a + bi, \quad z_2 = c + di,$$

#### Тригонометрическая форма комплексных чисел (рис. 5.1)

$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$  где  $r$  – модуль;  $\varphi$  – аргумент комплексного числа.

$$r = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{b}{a}; \quad \sin \varphi = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}; \quad \cos \varphi = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}.$$

Если

$$z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1), \quad z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2),$$

1) При умножении комплексных чисел в тригонометрической форме их модули перемножаются, а аргументы складываются:

$$z_1 z_2 = r_1 r_2 (\cos (\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin (\varphi_1 + \varphi_2)) \quad (1)$$

2) При делении комплексных чисел в тригонометрической форме их модули делятся, а аргументы вычитаются:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2)) \quad (2)$$

1) Формула Муавра

$$z^n = r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi) \quad (3)$$

2) Извлечение корней из комплексных чисел:

$$\sqrt[n]{r(\cos \varphi + i \sin \varphi)} = \sqrt[n]{r} \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right), k = 0, 1, \dots, n-1.$$

Показательная (экспоненциальная) форма комплексных чисел

$z = r e^{i\varphi}$ , где  $r$  - модуль;  $\varphi$  - аргумент;

$$e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi \Rightarrow z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$$

$$z_1 z_2 = r_1 r_2 e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad \frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} e^{i(\varphi_1 - \varphi_2)}, \quad z^n = r^n e^{in\varphi},$$

$$\sqrt[n]{z} = \sqrt[n]{r} \cdot e^{\frac{\varphi + 2\pi k}{n}}, \text{ где } k=0, 1, \dots, n-1.$$

Выполните самостоятельно:

<p>Вариант 1 Дано: <math>z_1 = 1 + \sqrt{3} \cdot i</math>; <math>z_2 = 3 - \sqrt{3} \cdot i</math>. Записать каждое число в двух других формах и выполнить действия:</p> <p>1) <math>z_1 \cdot z_2^B</math> тригонометрической форме;</p> <p>2) <math>\frac{z_1}{z_2}</math> в показательной форме;</p> <p>3) <math>z_1^{10}</math> в любой форме.</p>	<p>Вариант 2 Дано: <math>z_1 = 1 - \sqrt{3} \cdot i</math>; <math>z_2 = 3 + \sqrt{3} \cdot i</math>. Записать каждое число в двух других формах и выполнить действия:</p> <p>1) <math>z_1 \cdot z_2^B</math> тригонометрической форме;</p> <p>2) <math>\frac{z_1}{z_2}</math> в показательной форме;</p> <p>3) <math>z_1^{16}</math> в любой форме.</p>
<p>Вариант 3 Дано: <math>z_1 = 1 + i</math>; <math>z_2 = 3 - \sqrt{3} \cdot i</math>. Записать каждое число в двух других формах и выполнить действия:</p> <p>4) <math>z_1 \cdot z_2^B</math> тригонометрической форме;</p>	<p>Вариант 4 Дано: <math>z_1 = 1 - i</math>; <math>z_2 = 3 + \sqrt{3} \cdot i</math>. Записать каждое число в двух других формах и выполнить действия:</p> <p>4) <math>z_1 \cdot z_2^B</math> тригонометрической форме;</p>

<p>5) <math>\frac{z_1}{z_2}</math> показательной форме;</p> <p>6) <math>z_1^6</math> в любой форме.</p>	<p>5) <math>\frac{z_1}{z_2}</math> показательной форме;</p> <p>6) <math>z_1^8</math> в любой форме.</p>
<p>Вариант 5  Дано: <math>z_1 = -1 + \sqrt{3} \cdot i</math>;  <math>z_2 = 4i</math>.  Записать каждое число в двух других формах и выполнить действия:</p> <p>7) <math>z_1 \cdot z_2</math> тригонометрической форме;</p> <p>8) <math>\frac{z_1}{z_2}</math> показательной форме;</p> <p>9) <math>z_1^8</math> в любой форме.</p>	<p>Вариант 6  Дано: <math>z_1 = 3 - \sqrt{3} \cdot i</math>;  <math>z_2 = -3 - 3i</math>.  Записать каждое число в двух других формах и выполнить действия:</p> <p>7) <math>z_1 \cdot z_2</math> тригонометрической форме;</p> <p>8) <math>\frac{z_1}{z_2}</math> показательной форме;</p> <p>9) <math>z_1^6</math> в любой форме.</p>

Подведение итогов практической работы.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорьев В.П. Элементы высшей математики-М.: «Академия», 2013.-320с.
2. Богомолов Н.В. Практические занятия по математике-М.: Высш. шк.,2010-495 с.
3. Омельченко В.П. Математика-Ростов-на-Дону: Феникс, 2012.-380с.
4. <http://nsportal.ru/elena-parkhomenko>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу  С. А. Управов

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

# ЕН.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ/АДАПТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

### **15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

программа подготовки специалистов среднего звена  
на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры  
Информатики  

---

*(название кафедры)*  
Зав.кафедрой   

---

*(подпись)*  
Дружинин А.В.  

---

*(Фамилия И.О.)*  
Протокол № 1 от 08.09.2022  

---

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией факультета  
Горно-механического факультета  

---

*(название факультета)*  
Председатель   

---

*(подпись)*  
Осипов П. А.  

---

*(Фамилия И.О.)*  
Протокол № 1 от 13.09.2022  

---

*(Дата)*

Екатеринбург

Программа учебной дисциплины ЕН.02 Информационные технологии в профессиональной деятельности для специальности среднего профессионального образования 38.02.01 «Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)».

Программа разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.01.2018г. № 2 (Зарегистрировано в Минюсте России 26.01.2018г. № 49797) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО) 38.02.01 «Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)»

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>7</b>
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>11</b>
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>12</b>

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ЕН.02 Информационные технологии в профессиональной деятельности**

### **1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:**

Учебная дисциплина ЕН.02 Информационные технологии в профессиональной деятельности является обязательной частью общепрофессионального цикла основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 38.02.01 «Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)».

Учебная дисциплина ЕН.02 Информационные технологии в профессиональной деятельности обеспечивает формирование профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности ФГОС по специальности 38.02.01 «Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)».

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;

ОК 11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

Профессиональные компетенции:

ПК 1.1. Обработать первичные бухгалтерские документы.

Программа учебной дисциплины может быть использована при освоении рабочей профессии 23369 «Кассир» в рамках специальности 38.02.01 «Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)». Программа учебной дисциплины разработана с учетом требований WorldSkills.

Программа разработана в соответствии с особенностями образовательных потребностей инвалидов и лиц с ОВЗ, с учетом возможностей их психофизиологического развития, индивидуальных возможностей и методических рекомендаций по разработке и реализации адаптированных образовательных программ среднего профессионального образования, утвержденные директором Департамента государственной политики в сфере подготовки рабочих кадров и ДПО Науки России от 20 апреля 2015 г. № 06-830.

Образование инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья организовано совместно с другими обучающимися. Адаптированная программа разработана в отношении обучающихся с конкретными видами ограничений здоровья (нарушения слуха, нарушения двигательной активности, нарушения зрения, соматические заболевания), обучающихся совместно с другими обучающимися в учебной группе по профессии.

Реализация адаптированной программы осуществляется с использованием различных форм обучения, в том числе с использованием дистанционных технологий и электронного обучения.

## 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 1.	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составить план действия; определить необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); соблюдать требования к бухгалтерскому учету; следовать методам и принципам бухгалтерского учета	Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности; понятие бухгалтерского учета; сущность и значение бухгалтерского учета; историю бухгалтерского учета; основные требования к ведению бухгалтерского учета; предмет, метод и принципы бухгалтерского учета.
ОК 2.	Определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска; использовать формы и счета бухгалтерского учета	Номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации; план счетов бухгалтерского учета; формы бухгалтерского учета

ОК 3.	<p>Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; применять нормативное регулирование бухгалтерского учета; ориентироваться на международные стандарты финансовой отчетности</p>	<p>Содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования; нормативное регулирование бухгалтерского учета и отчетности; национальную систему нормативного регулирования; международные стандарты финансовой отчетности;</p>
ОК 4.	<p>Организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности</p>	<p>Психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности</p>
ОК 5.	<p>Грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке Российской Федерации, проявлять толерантность в рабочем коллективе</p>	<p>Особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений.</p>
ОК 6.	<p>Описывать значимость своей специальности</p>	<p>Сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по специальности</p>
ОК 7.	<p>Соблюдать нормы экологической безопасности; определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности</p>	<p>Правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; пути обеспечения ресурсосбережения</p>
ОК 9.	<p>Применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение</p>	<p>Современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности</p>

ОК 10.	Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности
ОК 11.	Выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план; рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования; определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности; презентовать бизнес-идею; определять источники финансирования	Основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности; правила разработки бизнес-планов; порядок выстраивания презентации; кредитные банковские продукты
ПК 1.1.	Принимать произвольные первичные бухгалтерские документы, рассматриваемые как письменное доказательство совершения хозяйственной операции или получение разрешения на ее проведение; принимать первичные бухгалтерские документы на бумажном носителе и (или) в виде электронного документа, подписанного электронной подписью; проверять наличие в произвольных первичных бухгалтерских документах обязательных реквизитов; проводить формальную проверку документов,	Общие требования к бухгалтерскому учету в части документирования всех хозяйственных действий и операций; понятие первичной бухгалтерской документации; определение первичных бухгалтерских документов; формы первичных бухгалтерских документов, содержащих обязательные реквизиты первичного учетного документа; порядок проведения проверки первичных бухгалтерских документов,

	проверку по существу, арифметическую проверку; проводить группировку первичных бухгалтерских документов по ряду признаков; проводить таксировку и контировку первичных бухгалтерских документов.	формальной проверки документов, проверки по существу, арифметической проверки; принципы и признаки группировки первичных бухгалтерских документов; порядок проведения таксировки и контировки первичных бухгалтерских документов.
--	--	---

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Объем образовательной программы учебной дисциплины</b>	74
в том числе:	
теоретическое обучение	30
лабораторные работы	-
практические занятия	38
курсовая работа	-
контрольная работа	-
<i>Самостоятельная работа</i>	4
<b>Итоговая аттестация</b>	2

### 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	
<b>Раздел 1. Информационные технологии в профессиональной деятельности</b> <b>Тема 1.1. Обзор</b>	<b>Содержание учебного материала</b> 1.Общая характеристика систем автоматизации бухгалтерского учета, их возможности и ограничения.	4	ОК 01, ОК 03, ОК 07, ОК 08, ОК 11

<b>систем автоматизации</b>	2.Примеры существующих систем автоматизации.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	0	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	0	
<b>Тема 1.2. Ведение журналов хозяйственных операций и документов</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>10</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ОК 10, ПК 1.1.
	1.Пользовательская настройка системы автоматизации.		
	2.Ввод начальных остатков, ведение справочников системы.		
	3.Добавление и редактирование операций, проводок и документов.		
	4.Особенности учета отдельных видов хозяйственных операций в системе автоматизации.		
	5.Виды отчетных документов, алгоритм их построения.		
	6.Поиск и фильтрация информации в системе.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>6</b>	
	1.Практическое занятие «Учет хозяйственных операций в системе автоматизации бухгалтерского учета».	2	
	2.Практическое занятие «Учет хозяйственных операций в системе автоматизации бухгалтерского учета».	2	
	3.Практическое занятие «Учет хозяйственных операций в системе	2	

	автоматизации бухгалтерского учета».		
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	0	
<b>Тема 1.3. Автоматизация учета заработной платы</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>18</b>	ОК 01, ОК 03, ОК 07, ОК 08, ОК 11, ПК 1.1.
	1. Пользовательская настройка системы учета заработной платы.		
	2. Ввод и редактирование кадровой информации, необходимой для расчета зарплаты.		
	3. Алгоритм расчета заработной платы за 1 месяц и построения необходимых документов.		
	4. Отчеты, применяемые для контроля операций по заработной плате.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	10	
	1. Практическое занятие «Зачисление сотрудников в штат»	2	
	2. Практическое занятие «Зачисление сотрудников в штат»	2	
	3. Практическое занятие «Учет операций по заработной плате»	2	
	4. Практическое занятие «Учет операций по заработной плате»	2	
	5. Практическое занятие «Учет операций по заработной плате»	2	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	0	
<b>Тема 1.4. Анализ экономических показателей деятельности</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>16</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ОК 10
	1. Методы анализа баланса, особенности проведения		

<b>предприятия</b>	анализа баланса в системе электронных таблиц.		
	2.Наглядное представление результатов с помощью диаграмм.		
	3.Оценка состояния предприятия по результатам анализа баланса.		
	4.Назначение и расчетные формулы экономических показателей деятельности предприятия, оптимальные и критические значения показателей, особенности расчета в системе электронных таблиц.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	10	
	1.Практическое занятие «Анализ баланса в системе электронных таблиц»	2	
	2.Практическое занятие «Расчет и анализ экономических показателей деятельности предприятия в системе электронных таблиц»	2	
	3.Практическое занятие «Расчет и анализ экономических показателей деятельности предприятия в системе электронных таблиц»	2	
	4.Практическое занятие «Создание презентации»	2	
	5.Практическое занятие «Создание презентации»	2	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	4	
	1.Конспектирование «Методы анализа баланса».	2	
	2. Освоение настройки системы учета заработной	2	

	платы.		
<b>Тема 1.5. Функции финансового анализа</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>8</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05 ОК 08, ОК 09, ОК 10
	1.Классификация задач финансового анализа и применяемых при их решении функций.		
	2.Критерии принятия решения по результатам расчета.		
	3.Порядок записи функций в системе электронных таблиц.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>4</b>	
	1.Практическое занятие «Решение задач финансового анализа в системе электронных таблиц»	2	
	2.Практическое занятие «Решение задач финансового анализа в системе электронных таблиц»	2	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>0</b>	
<b>Тема 1.6. Обзор средств электронных коммуникаций</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 08, ОК 11,
	1.Электронные коммуникации в профессиональной деятельности.		
	2.Организация приема и передачи информации в сети.		
	3.Безопасная работа в системах электронных коммуникаций.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>0</b>	
	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0</b>	

	<b>обучающихся</b>		
<b>Тема 1.7. Применение электронных коммуникаций в профессиональной деятельности</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>12</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05 ОК 06, ОК 09, ОК 10
	1.Настройка пользователем программного средства электронных коммуникаций.		
	2.Прием и передача информации по сети.		
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>8</b>	
	1.Практическое занятие «Прием и передача информации в системе электронных коммуникаций».	<b>2</b>	
	2.Практическое занятие «Прием и передача информации в системе электронных коммуникаций».	<b>2</b>	
	3.Практическое занятие «Прием и передача информации в системе электронных коммуникаций»	<b>2</b>	
	4.Практическое занятие «Прием и передача информации в системе электронных коммуникаций»	<b>2</b>	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>0</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>2</b>		
<b>Всего:</b>	<b>74</b>		

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1. Для реализации программы учебной дисциплины ЕН.02 Информационные технологии в профессиональной деятельности должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:**

1	Кабинеты:
1.1	Кабинет аудита, финансов, денежного обращения и кредитов, экономической теории
2	Лаборатории:
2.1	Лаборатория информационных технологий в профессиональной деятельности, учебной бухгалтерии, компьютеризации профессиональной деятельности

оснащенные оборудованием:

*Кабинет аудита, финансов, денежного обращения и кредитов, экономической теории:*

- Автоматизированное рабочее место преподавателя;
- Стол преподавателя
- Столы обучающихся
- Регистры с методическими указаниями по проведению лабораторных и практических работ по дисциплине «Информационные технологии в профессиональной деятельности»
- Регистры с методическими указаниями по составлению бухгалтерских проводок
- Регистры с учебным пособием по дисциплине «Информационные технологии в профессиональной деятельности»
- Регистры с практическими работами обучающихся

*Лаборатория информационных технологий в профессиональной деятельности, учебной бухгалтерии, компьютеризации профессиональной деятельности:*

- Автоматизированное рабочее место преподавателя;
- Автоматизированные рабочие места обучающихся;
- Локальная сеть
- Экран
- Проектор
- Microsoft Office
- Программный продукт (1С: Бухгалтерия);
- Программный продукт (1С: Предприятие, сетевая версия, комплексная конфигурация);
- Видеокурс «1С: Бухгалтерия»;
- Видеокурс «Зарплата + Кадры».

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата в учебной аудитории предусмотрены:

- увеличение зоны на одно место с учетом подъезда и разворота кресла-коляски, увеличения ширины прохода между рядами столов,
- индивидуальное (отдельное) рабочее место студента (ученический стол),

-регулируемые парты с источником питания для индивидуальных технических средств, обеспечивающие реализацию эргономических принципов;

-дверной проем (без порога) 1000 мм;

-дополнительный источник освещения-настольная лампа;

-дополнительный комплект батареек.

Для слабовидящих обучающихся в учебной аудитории предусмотрена возможность просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видео увеличителей для удаленного просмотра.

Обучение лиц с нарушениями слуха предполагает использование мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах.

### **3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

Программа подготовки специалистов среднего звена обеспечивается учебно-методической документацией по учебной дисциплине «Информационные технологии в профессиональной деятельности».

Реализация программы подготовки специалистов среднего звена обеспечивается доступом каждого обучающегося к базам данных и библиотечным фондам, формируемым по полному перечню дисциплины. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации.

Каждый обучающийся обеспечен не менее чем одним учебным печатным и/или электронным изданием и одним учебно-методическим печатным и/или электронным изданием по каждому междисциплинарному курсу (включая электронные базы периодических изданий). Образовательная организация обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями основной и дополнительной учебной литературы по дисциплинам всех циклов, изданной за последние 5 лет. Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями и (или) электронными изданиями по каждой дисциплине из расчета одно печатное издание и (или) электронное издание по каждой дисциплине на одного обучающегося. В качестве

основной литературы образовательная организация использует учебники, учебные пособия, предусмотренные ООП.

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами, адаптированными к ограничениям их здоровья. Образовательная программа обеспечивается учебно-методической документацией по учебной дисциплине.

### **3.2.1. Печатные издания**

1. Нетёсова, О. Ю. Информационные технологии в экономике: учебное пособие для СПО / О. Ю. Нетёсова. — 3-е изд., испр, и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 146 с.

2. Информационные технологии в экономике и управлении : учебник для СПО / В. В. Трофимов [и др.] ; под ред. В. В. Трофимова. — 2-е изд., перераб, и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 482 с.

### **3.2.2. Электронные издания (электронные ресурсы)**

1. Канивец Е.К. Информационные технологии в профессиональной деятельности [Электронный ресурс] : курс лекций / Е.К. Канивец. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 108 с. — 978-5-7410-1192-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54115.html>

### **3.2.3. Дополнительные источники**

1. Е.В.Михеева «Информационные технологии в профессиональной деятельности»- М. «Академия», 2017 г.

## **4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления мероприятий итоговой аттестации инвалидов и лиц с ОВЗ применяются фонды оценочных средств, адаптированные для таких обучающихся и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех заявленных компетенций.

С целью определения особенностей восприятия обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ и их готовности к освоению учебного материала предусмотрен входной контроль в форме тестирования.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателями в соответствии с разработанным комплектом оценочных средств по учебной дисциплине, адаптированным к особым потребностям студентов инвалидов и лиц с ОВЗ, в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, а также выполнения индивидуальных работ и домашних заданий, в режиме тренировочного тестирования в целях получения информации о выполнении обучаемым требуемых действий в процессе учебной деятельности; правильности выполнения требуемых действий; соответствии формы действия данному этапу усвоения учебного материала; формировании действия с должной мерой обобщения, освоения

(автоматизированности, быстроты выполнения и др.) В обучении используются карты индивидуальных заданий (и т.д.).

Форма проведения промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (письменное тестирование, компьютерное тестирование и т.д.) При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Промежуточная аттестация для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ по необходимости может проводиться в несколько этапов, формы и срок проведения которых определяется преподавателем.

В качестве внешних экспертов при проведении промежуточной аттестации обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ привлекаются председатель цикловой комиссии и преподаватель смежной дисциплины.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Методы оценки</b>
<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-основные методы и средства обработки, хранения, передачи и накопления информации;</li> <li>-назначение, состав, основные характеристики организационной и компьютерной техники;</li> <li>-основные компоненты компьютерных сетей, принципы пакетной передачи данных, организацию межсетевого взаимодействия;</li> <li>-назначение и принципы использования системного и прикладного программного обеспечения;</li> <li>-технология поиска</li> </ul>	<p><u>Устный ответ:</u></p> <p>«Отлично» - студент полностью раскрывает основные понятия, оперирует терминами, успешно применяет формулы к данному заданию, приводит примеры.</p> <p>«Хорошо» - студент раскрывает основные понятия, оперирует терминами, успешно применяет формулы к данному заданию, но не может привести примеры.</p> <p>«Удовлетворительно» - студент раскрывает основные понятия, оперирует терминами, но не может применить формулу к данной теме, привести примеры.</p> <p>«Неудовлетворительно» -</p>	<p><i>Входной, текущий контроль в форме тестирования</i></p> <p><i>Анализ первоисточников и общей экономической ситуации</i></p>

<p>информации в Интернет;  -принципы защиты информации от несанкционированного доступа;  -правовые аспекты использования информационных технологий и программного обеспечения;  -основные понятия автоматизированной обработки информации;  -направления автоматизации бухгалтерской деятельности;  -назначение, принципы организации и эксплуатации бухгалтерских информационных систем;  -основные угрозы и методы обеспечения информационной безопасности.</p>	<p>фрагментарные знания.  <u>При выполнении практических, лабораторных работ:</u> «Отлично» - успешное и систематическое применение знаний, сформированное умение использовать полученные знания.  «Хорошо» - в целом успешное, но содержащее не существенные пробелы применения знаний.  «Удовлетворительно» - студентам необходима помощь преподавателя при выполнении работ, возможность пользоваться учебником и тетрадью, справочными таблицами и т. д.  «Неудовлетворительно» - студенту не хватает знаний для выполнения задания, не умеет пользоваться учебником, справочной литературой.  <u>При выполнении теста:</u>  «Отлично» - от 91 до 100% правильных ответов;  «Хорошо» - от 71 до 90%;  «Удовлетворительно» - от 60 до 70%;  «Неудовлетворительно» - менее 60%.</p>	<p><i>Итоговый контроль в форме дифференцированного зачета</i></p>
<p>Умения:  -использовать информационные ресурсы для поиска и хранения информации;  -обрабатывать текстовую и табличную информацию;  -использовать деловую</p>	<p><u>При выполнении практических, лабораторных работ:</u>  «Отлично» - успешное и систематическое применение навыков, сформированное умение использовать полученные знания при овладении</p>	<p><i>Экспертная оценка выполнения практической работы</i></p>

<p>графику и мультимедиаинформацию;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-создавать презентации;</li> <li>-применять антивирусные средства защиты информации;</li> <li>-читать (интерпретировать) интерфейс специализированного программного обеспечения, находить контекстную помощь, работать с документацией;</li> <li>-применять специализированное программное обеспечение для сбора, хранения и обработки бухгалтерской информации в соответствии с изучаемыми профессиональными модулями;</li> <li>-пользоваться автоматизированными системами делопроизводства;</li> <li>-применять методы и средства защиты бухгалтерской информации.</li> </ul>	<p>умениями, владении навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности.</p> <p>«Хорошо» - в целом успешное, но содержащее определенные пробелы применения навыков, студент совершает незначительные ошибки, погрешности, и после замечаний может самостоятельно их исправить.</p> <p>«Удовлетворительно» - в целом успешное, но не систематическое применение навыков, при выполнении работ студенту необходима помощь преподавателя, возможность пользоваться учебником и тетрадью, справочными таблицами и т. д.</p> <p>«Неудовлетворительно» - фрагментарные умения, навыки; студент не может выполнить задание, не умеет пользоваться учебником, справочной литературой.</p>	<p><i>Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе выполнения практических работ</i></p>
---	--	---

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ**

**ЕН. 03 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность

**15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Природообустройства и водопользова-  
ния

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Гревцев Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 08.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Методические указания и контрольные задания для студентов заочной  
формы обучения по специальностям: гидрология, метеорология,  
радиотехнические информационные системы.

Иркутск 2017г.

*05.02.02 Гидрология*

*05.02.03 Метеорология*

*11.02.07 Радиотехнические информационные системы*

Разработчик:

© *Парфиненко Наталья Александровна*, преподаватель государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Иркутской области **«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

Организация-разработчик:

© *Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области* **«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Экологические основы природопользования» предназначены для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальностям среднего профессионального образования: 05.02.02 Гидрология, 05.02.03 Метеорология, 11.02.07 Радиотехнические информационные системы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- анализировать причины возникновения экологических аварий и катастроф;
- оценивать состояние экологии окружающей среды на производственном объекте.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- виды и классификацию природных ресурсов, условия устойчивого состояния экосистем;
- задачи охраны окружающей среды, природно-ресурсный потенциал и охраняемые природные территории Российской Федерации;
- основные источники техногенного воздействия на окружающую среду, способы предотвращения и улавливания выбросов, методы очистки промышленных сточных вод, принципы работы аппаратов обезвреживания и очистки газовых выбросов и стоков химических производств, основные технологии утилизации газовых выбросов, стоков, твердых отходов;
- правовые основы, правила и нормы природопользования и экологической безопасности;
- принципы и методы рационального природопользования, мониторинга окружающей среды, экологического контроля и экологического регулирования;
- принципы и правила международного сотрудничества в области природопользования и охраны окружающей среды.

Изучение учебной дисциплины «Экологические основы природопользования» базируется на знаниях общеобразовательных дисциплин «Химия», «Биология», и является в свою очередь, теоретической базой для изучения специальных дисциплин курсового и дипломного проектирования.

Приступая к выполнению контрольных заданий, следует проработать теоретический материал. Для улучшения его усвоения необходимо вести конспектирование и после изучения темы ответить на вопросы.

В соответствии с рабочей программой при изучении дисциплины необходимо выполнить домашние контрольные работы.

Домашние контрольные работы и их рецензирование могут выполняться и представляться на проверку с использованием современных информационных технологий (электронная почта, сети ЭВМ и т.д.).

В процессе изучения дисциплины необходимо использовать не только рекомендованную литературу, но и появляющиеся новые важнейшие нормативные документы, постановления, касающиеся экологической безопасности.

## **ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

### **Раздел 1. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Тема 1.1. Что изучает современная экология.

Тема 1.2. Природные ресурсы и рациональное природопользование

### **Раздел 2. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Тема 2.1. Загрязнение окружающей среды и экологический мониторинг

### **Раздел 3. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Тема 3.1. Правовые и социальные аспекты природопользования

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Раздел 1. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

#### **Тема 1.1. Что изучает современная экология.**

В результате темы дисциплины обучающийся должен знать:  
- задачи охраны окружающей среды Российской Федерации;

Значение экологических знаний. Разделы современной экологии.  
Основные экологические понятия. Основные законы экологии.

Подходы:

- экосистемный;
  - изучение сообществ;
  - популяционный;
  - эволюционный;
- и методы экологии:
- экспериментальный;
  - математическое моделирование;
  - экологический мониторинг;
  - прогнозирование.

Закономерности функционирования экосистем.

#### **Методические указания**

Основными приоритетами в общественной деятельности человека являются экономика, политика, экология. В 21 веке экология выходит на первое место, т.е. вопрос, связанный с сохранением среды обитания всего живого на земле. Технократический стиль мышления может привести человечество к экологической катастрофе, потому что природа рассматривается как источник ресурсов для решения технических проектов. Отношение человека к природе должно быть не только практическое (ресурсное), но также адаптивное (среда обитания), интимное (привычка

отдыхать и творить на природе), эстетическое (лучшие образцы красоты природного происхождения).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какое значение имеет природы в вашей жизни?
2. В чем особенности ресурсного, биологического, эстетического значения природы для человека?
3. Какова роль природы в формировании эстетической и нравственной культуры человека?

### **Тема 1.2. Природные ресурсы и рациональное природопользование.**

В результате освоения темы дисциплины обучающийся должен уметь:  
-оценивать состояние экологии окружающей среды на производственном объекте.

В результате освоения темы дисциплины обучающийся должен знать:  
-виды и классификацию природных ресурсов, условия устойчивого состояния экосистем;  
-задачи охраны окружающей среды, природно-ресурсный потенциал и охраняемые природные территории Российской Федерации;  
-основные источники техногенного воздействия на окружающую среду.

Природа и общество. Общие и специфические черты. Особенности взаимодействия общества и природы. Развитие производительных сил общества; увеличение массы веществ и материалов, вовлекаемых в хозяйственный оборот. Научно-технический прогресс и окружающая среда.

Природные ресурсы, и их классификация и характеристика. Проблемы использования и воспроизводства природных ресурсов, их взаимосвязь с размещением производства.

Пищевые ресурсы человечества. Продовольственная проблема и производство сельскохозяйственной продукции.

Народонаселение Земли и проблемы сохранения человеческих ресурсов. Влияние урбанизации на биосферу.

### **Методические указания**

При изучении данной темы у студента должен быть выработан лично-деятельный подход к содержанию, т.к. ответственность за существование будущих поколений на каждом из нас. Чтобы легче усваивать учебный материал, необходимо знать смысл русских слов и терминов иностранного происхождения, которых очень много в литературе по экологии. Для этого необходимо составить глоссарий по основным экологическим терминам.

Развитие производительных сил общества наложило негативный отпечаток на природу, естественную среду обитания всего живого, т.е. оказало антропогенное воздействие.

Ресурсы – любые источники и предпосылки получения необходимых людям материальных и духовных благ, которые можно реализовать при существующих технологиях и социально-экономических отношениях. Ресурсы принято делить на три основные группы: материальные, трудовые, в т.ч. интеллектуальные, и природные. Природные ресурсы являются ключевым понятием природопользования.

ПР – природные объекты и явления, используемые в настоящем, прошлом и будущем для прямого и непрямого потребления, для повышения качества жизни человека.

ПР категория историческая. Использование новых видов сырья, источников энергии и технологий.

Существует следующая классификация ПР:

- средства труда: земля, каналы, реки, морские пути, вода для орошения;
- источники энергии;
- сырье и исходные материалы;
- предметы потребления;
- банк генофонда;
- источники информации.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое «природные ресурсы»?
2. Приведите примеры природных ресурсов – источники энергии, сырье, предметы потребления, банк генофонда или источников информации об окружающем мире.
3. Как и почему изменилось потребление ПР во второй половине текущего столетия?
4. Назовите экологические последствия интенсивного использования природных ресурсов.
5. Какие меры принимаются для решения экологических проблем в этой сфере?

## **Раздел 2. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

### **Тема 2.1. Загрязнение окружающей среды и экологический мониторинг**

В результате освоения темы дисциплины обучающийся должен уметь:

- анализировать причины возникновения экологических аварий и катастроф;
- оценивать состояние экологии окружающей среды на производственном объекте.

В результате освоения темы дисциплины обучающийся должен знать:

- задачи охраны окружающей среды, природоресурсный потенциал и охраняемые природные территории Российской Федерации;
- основные источники техногенного воздействия на окружающую среду, способы предотвращения и улавливания выбросов,

- методы очистки промышленных сточных вод, принципы работы аппаратов обезвреживания и очистки газовых выбросов и стоков химических производств,
- основные технологии утилизации газовых выбросов, стоков, твердых отходов;
- правовые основы, правила и нормы природопользования и экологической безопасности;
- принципы и методы рационального природопользования, мониторинга окружающей среды, экологического контроля и экологического регулирования;

Загрязнение биосферы. Антропогенное и естественное загрязнение биосферы. Виды загрязнения. Источники загрязнения атмосферного воздуха, природных вод, почвы. Основные типы и характеристика загрязняющих веществ, их влияние на человека. Распространения загрязняющих веществ и рационального размещения производства.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ.

Аварии как источники загрязнения окружающей среды. Радиоактивное загрязнение и атомная энергетика.

Глобальные проблемы: парниковый эффект, разрушение озонового слоя, глобальное потепление и изменение климата. Методы измерения содержания озона. Промышленные и бытовые, их утилизация. Последствия загрязнения природной среды. Способы ликвидации последствий загрязнения. Понятие экологического риска.

Мониторинг состояния природной среды и экологическое прогнозирование. Основные задачи мониторинга. Организация наблюдений и контроля загрязнения окружающей среды. Основные мероприятия по охране природы от загрязнения.

### **Методические указания**

Биосфера - нижняя часть атмосферы, вся гидросфера и верхняя часть литосферы Земли, населенные живыми организмами, «область существования живого вещества» ( В.И. Вернадский), другими словами – «живая оболочка Земли».

Биосфера – самая крупная (глобальная) экосистема Земли, область системного взаимодействия живого и неживого вещества на планете. На живое в биосфере действуют следующие факторы:

- абиотические – (неживой природы) свет, температура, влажность, физические поля, воздух, почва;
- биотические – со стороны других организмов;
- антропогенные воздействия на природу.

Антропогенные воздействия вызваны несовершенными, грязными производственными технологиями в промышленности, в сельском хозяйстве, транспорте и в быту. Особенно следует отметить загрязнения военно-промышленного комплекса и энергетике. Сжигание ископаемого топлива

сопровождается выбросами углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), избыток которого провоцирует парниковый эффект, кислотные дожди, и диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ). Атомные электростанции, самые экологически чистые, после Чернобыля выявили острую озабоченность всего человечества. Возник вопрос, что делать с радиоактивным загрязнением? В аграрном секторе минеральные удобрения и пестициды гарантируют высокую продуктивность, но нарушение технологии их применения наносит непоправимый урон биосфере.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие электростанции и почему оказывают влияние на глобальное изменение климата планеты?
  2. Расшифруйте и дайте определения: ПДК, ПДВ, ПДС, ПДН, ПДД, ПДУ?
  3. Дайте определение следующим понятиям: мониторинг, прогнозирование, моделирование, экспертиза.
  4. Оцените санитарное состояние воздуха, учитывая эффект суммации:
    - в воздухе одновременно присутствуют пары фенола и ацетона в концентрациях:  
 $C_{\text{фен}} = 0,008 \text{ мг/м}^3$ ,  $C_{\text{ацет}} = 0,334 \text{ мг/м}^3$  соответствующие ПДК =  $0,01 \text{ мг/м}^3$ , ПДК =  $0,35 \text{ мг/м}^3$ .
- Выберите правильный ответ:
- 4.1. Состояние окружающей среды опасно для здоровья человека.
  - 4.2. Состояние окружающей среды не влияет на здоровье человека.

## Раздел 3. Региональные проблемы природопользования

### Тема 3.1. Правовые и социальные аспекты природопользования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- анализировать причины возникновения экологических аварий и катастроф;
- оценивать состояние экологии окружающей среды на производственном объекте.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- задачи охраны окружающей среды, природно-ресурсный потенциал и охраняемые природные территории Российской Федерации;
- правовые основы, правила и нормы природопользования и экологической безопасности;
- принципы и методы рационального природопользования, мониторинга окружающей среды, экологического контроля и экологического регулирования;
- принципы и правила международного сотрудничества в области природопользования и охраны окружающей среды.

Экологические права граждан. Закон РФ «Об охране окружающей среды». Федеральный закон «О радиационной безопасности населения»,

Федеральный закон «Об отходах производства и потребления». Нормативные акты по рациональному природопользованию. Особенности экологических проблем в России.

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды; международные соглашения, конвенции, договоры. Органы управления и надзора по охране природы, их цели и задачи. Природоохранное просвещение.

Юридическая ответственность в области охраны окружающей среды. Возмещение вреда, причиненного здоровью человека и окружающей среде. Экологическая экспертиза. Конституция РФ о праве на благоприятную окружающую среду.

### **Методические указания**

Содержание темы подчеркивает уверенность в правовом обеспечении экологической безопасности, и знакомит с природоохранными законами.

Отдельный человек, отдельная страна самостоятельно не в состоянии решить проблемы, связанные с охраной окружающей среды, поэтому необходимо сотрудничество государств. В 1913 г. ученые Австралии, Австрии, Аргентины, Бельгии, России, США, Франции, Великобритании, Венгрии и др. В 1948 г. был создан ЮНЕСКО (Международный Союз защиты природы и природных ресурсов). Был Создан ряд Международных программ в том числе:

- международная правительственная программа по окружающей среде.

В России был принят закон об «Охране окружающей природной среды». На базе этого закона разрабатываются нормативные документы правительства и региональных администраций. В этом законе 12 разделов, из которых следует обратить внимание на раздел 2 «Право граждан на здоровую и благоприятную окружающую природную среду», раздел 13 «Ответственность за экологические правонарушения».

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие разделы в законе об «Охране окружающей природной среды» необходимо знать в Вашей профессиональной деятельности?
2. Почему создаются Международные объединения по охране окружающей природной среды? Ответ обоснуйте.
3. Перечислите основные региональные организации, которые причастны к вопросам природопользования.
4. По поводу участия общественности в обсуждении и решении проблем охраны окружающей среды есть разные мнения. С каким из них и почему Вы согласны?
  - 4.1. Чем шире слои населения будут участвовать в обсуждении и решении проблем, тем быстрее будет внесена гармония во взаимоотношения между обществом и природой?
  - 4.2. Вопросы ООС требуют научного подхода. Поэтому обсуждать эти вопросы должны ученые, специалисты, руководители.

5. Что вы можете сказать о проблемах, которые поднимают «зеленые»?
6. Какие административные, правовые и общественные организации отвечают за выполнение «Закона об охране окружающей среды» в Вашем регионе?
7. Перечислите основные разделы «Закона об охране окружающей среды».
8. Какие меры административные или воспитательного характера принесут больше пользы природе России?
9. Предложите эффективные формы работы с населением по сохранению природы.

### **Методические указания по выполнению контрольной работы**

При выполнении контрольной работы следует соблюдать следующие требования:

1. Четко и правильно переписать задание контрольной работы по своему варианту (допускается ксерокопирование варианта задания). Работы, выполненные по другому варианту, возвращаются без проверки.
2. Ответы на вопросы должны быть четкими, полными и аргументированными.
3. При решении задач необходимо привести формулы, затем подставлять в них числовые значения. Решение сопровождать пояснениями, указывать размерность величин.
4. В тетради необходимо оставлять поля и место в конце работы для заметок и заключения рецензента, страницы пронумеровать.
5. В конце работы привести перечень использованной литературы, проставить дату выполнения и подпись.

### **ЗАДАНИЯ для контрольной работы**

Варианты контрольной работы содержат три вопроса:

**ЗАДАНИЕ 1.** -теоретический вопрос;

**ЗАДАНИЕ 2.** - проблемная ситуация;

**ЗАДАНИЕ 3.** - игрового характера (см. схему). Вы назначаетесь руководителем подразделения и выполняете все его функции. (вариант единый для всех)

### **ЗАДАНИЕ 1**

**Вариант 1.** Влияние транспорта на проблему землепользования и здоровье населения. Остановитесь подробнее на последствиях загрязнений от воздействия транспорта воды, воздуха, городской среды и т.д.

**Вариант 2.** Возможность развития рекреационной деятельности в Вашем регионе (Туризм. Курорты. Заповедники. Памятники архитектуры.).

**Вариант 3.** Опишите последствия, связанные с использованием радиоактивных материалов в энергетике, ВПК, науке и технике, медицине.

**Вариант 4.** Сельское хозяйство как фактор воздействия на окружающую среду (Эрозия, засоление, заболачивание, загрязнение почв химическими веществами).

**Вариант 5.** Экологическое влияние промышленного лесопользования (сплошные, выборочные, санитарные рубки, восстановление лесов).

**Вариант 6.** Глобальные экологические проблемы: парниковый эффект, разрушение озонового слоя.

**Вариант 7.** Промышленные и бытовые отходы и проблемы их утилизации.

**Вариант 8.** Научно-технический прогресс и окружающая среда.

**Вариант 9.** Влияние урбанизации на биосферу.

**Вариант 10.** Энергетические ресурсы и проблемы энергетики. Альтернативные способы получения энергии.

## ЗАДАНИЕ 2

**Вариант 1.** Вариант. Как Вы считаете, что выгоднее:

Перерабатывать отходы, мусор на специализированных заводах? «Хоронить» на специальных полигонах? Ответ обоснуйте.

**Вариант 2.** Перечислите основные виды оплаты за использование природных ресурсов. На что необходимо их направить в первую очередь?

**Вариант 3.** Покажите достоинства и недостатки проектов строительства гидроэлектростанций.

**Вариант 4.** Влияние дорожно-транспортных работ на окружающую среду. Ваше мнение.

**Вариант 5.** Приведите примеры конкретных «разрушителей» природы в Вашем регионе, местности. Ваше гражданское отношение к ним.

**Вариант 6.** Можно ли считать «бездорожье» лучшей защитой «первозданной природы». Ответ обоснуйте.

**Вариант 7.** Можно ли считать представителей малых народов, кочующих в отдаленных местах, настоящими экологами? Дайте объяснение.

**Вариант 8.** Какие бы Вы предложили гуманные меры наказания для нарушителей Закона об окружающей среде. Поясните.

**Вариант 9.** В каких странах: развитых или развивающихся вопросы природопользования стоят более остро? Почему.

**Вариант 10.** Известно, что на сжигание 100 л бензина требуется годовая норма кислорода, необходимая человеку. Должны ли развитые страны платить за кислород, используемый в производстве, слаборазвитыми странами, на территории которых находятся леса? Если да, то какова эта оплата?

## ЗАДАНИЕ 3

В таблице 1, схема 1 показана примерная структура административной защиты окружающей среды в России.

Условно изображены четыре составные части обитания человека: воздух. Литосфера. Вода, биота (схема 2). Окружающую среду загрязняют естественные и промышленные загрязнители: транспорт, промышленные предприятия, ТЭЦ, частный сектор, коммунальные хозяйства. Их работу контролируют, направляют и исправляют следующие структуры региона: муниципальные подразделения, федеральные службы, научные учреждения и т.д. Для обеспечения их успешной работы необходимо финансовое обеспечение, различные источники финансирования, законодательная база.

Для более глубокого изучения прав и обязанностей граждан России по охране природы и окружающей среды студенту предлагается занять пост руководителя одно из служб и составить примерный план мероприятий по охране окружающей среды данной службы, в которой указать:

- название природоохранных мероприятий;
- сроки выполнения;
- источники финансирования;
- прогнозируемые результаты от выполнения этих мероприятий.

Ответ обоснуйте.

Таблица 1

Источники финансирования					
Городской бюджет	Республиканский бюджет	Государственный экологический фонд	Средства предприятия	Общественно-экологические фонды	Гуманитарная помощь

Схема 1

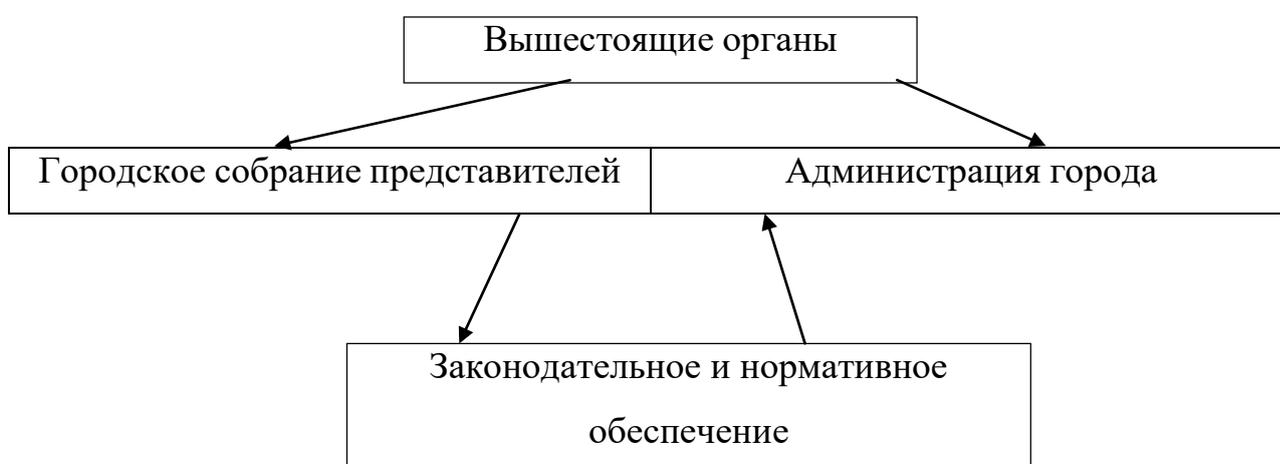
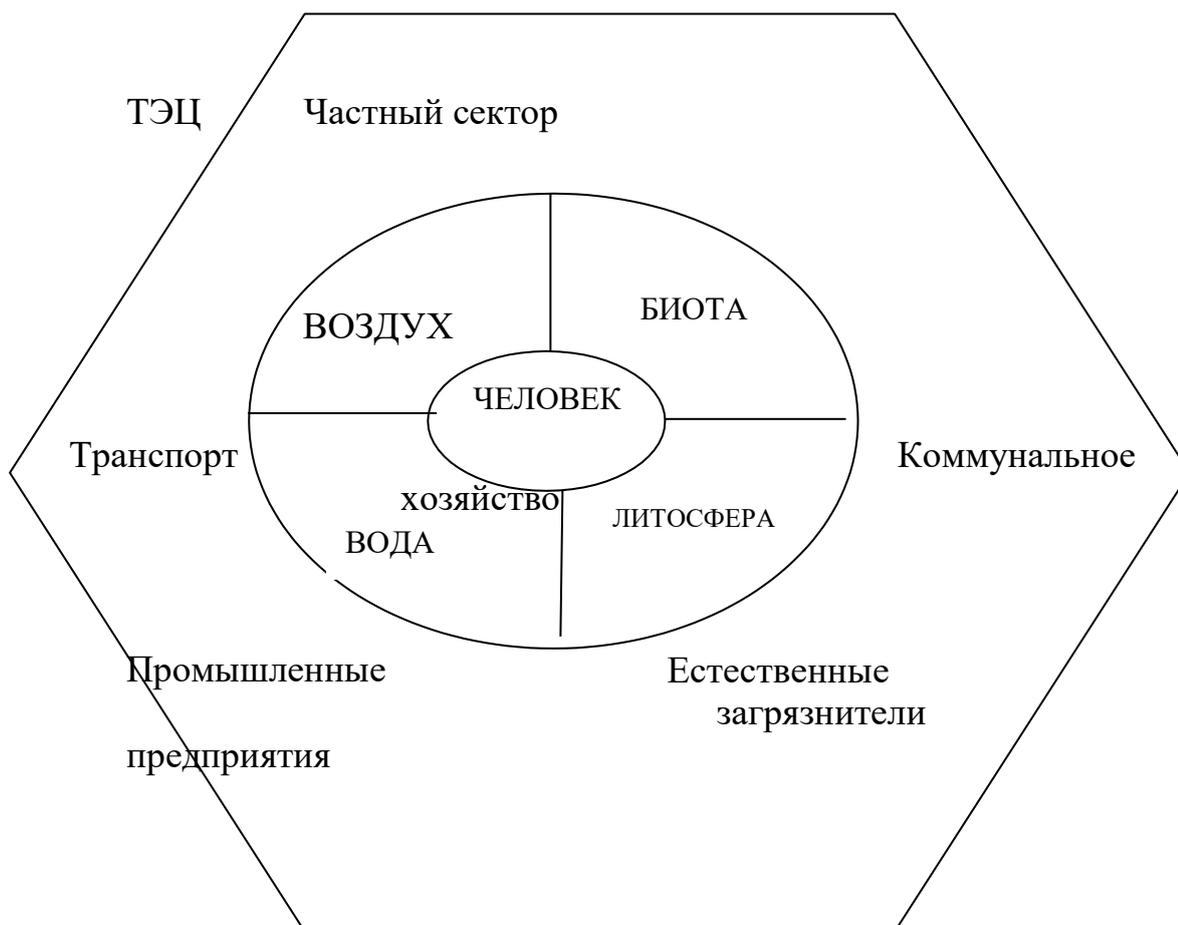


Таблица 2

Муниципальные предприятия	Представители	Научные Учреждения	Общественные организации	СМИ	Другие взаимодействующие организации
Коммунальные службы	Городской комитет по охране	ВУЗы	ВООП	Газеты	Экоцентр
Водоканал	Городской СЭС	НИИ	Комитет спасения естественных ведомств	Телевидение	Экосфера
Спецавтохозяйство По уборке города	Гидрометеослужба	ВТК	Экологический клуб	Радио	Малая энергетика
Горзеленстрой	Региональная экологическая прокуратура	Лаборатории	гринпис	Периодические издания	Экологическая деревня
ДЭУ	Земельный комитет				
Гуманитарный институт	Управление лесного хозяйства				
	Региональная Государственная прокуратура				

Схема 2

## ЗАГРЯЗНИТЕЛИ



## **ФУНКЦИИ**

1. Экологическая экспертиза;
2. Законотворчество, нормирование
3. Экономический механизм природопользования
4. Контроль за выполнением законов
5. Мониторинг окружающей среды
6. Научные исследования
7. Подготовка кадров
8. Привлечение населения
9. Регулирование транспортных потоков
10. Благоустройство
11. Озеленение
12. Информирование населения

### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

#### **Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

##### **I. Нормативно-правовые документы:**

1. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 13.07.2015)
2. Федеральный закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 N 2395-1 (ред. от 29.12.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2015)
3. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ
4. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015)
5. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 05.10.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 19.10.2015)
6. «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2015)

##### **II. Литература**

###### **Основные источники:**

6. Блинов Л.Н., Перфилова И.Л., Юмашева Л.В. Экологические основы природопользования. Учебник для сузов-М.: «Дрофа», 2010, 208с.

###### **Дополнительные источники:**

7. Арустамов Э. А. и др. Экологические основы природопользования. Учебник. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2007.
8. Гурова Т.Ф., Назаренко Л.В. Основы экологии и рационального природопользования. Учебное пособие. – М.: издательство Оникс, 2007.
9. Гальперин М.В. Общая экология. Учебник – М.: издательство Форум: ИНФРА-М, 2008.
10. Арустамов Э. А. и др. Природопользование: Учебник. – 7 –е изд. перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2005.
11. Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология. Учебное пособие для вузов. - Ростов /на/Дону. Феникс, 2005.
12. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика: Теория и практикум: Учеб. пособие / Под ред. А. П. Хаустова. - М.: Изд-во РУДН, 2006.
13. Павлов А. Н. Экология: рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности. Учеб. пособие/А. Н. Павлов. – М.: Высшая шк., 2005.
14. Экологическая экспертиза: учебное пособие под редакцией В.М. Питулько – М.: Издательский центр «Академия», 2006.

15. Тупикин Е.И. Общая биология с основами природоохранной деятельности. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

### **III. Электронные ресурсы:**

16. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Официальный сайт:[Электронный ресурс].М., URL: <http://.mnr.gov.ru/mnr/statute>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)

17. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Официальный сайт:[Электронный ресурс].М., URL: <http://www.meteorf.ru>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)

18. Федеральное агентство водных ресурсов. Официальный сайт:[Электронный ресурс].М., URL: <http://voda.mnr.gov.ru>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)

19. Министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области. Официальный сайт:[Электронный ресурс].М., URL: <http://irkobl.ru/sites/ecology>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)

20. Виртуальная лаборатория «Методы и средства гидрометеорологических измерений» официальный сайт:[Электронный ресурс].М.,2004-2012.URL: <http://tech.meteorf.ru>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)

21. Национальный портал «Природа России» Национального информационного агентства «Природные ресурсы» (НИА-Природа).Официальный сайт:[Электронный ресурс].М., URL: <http://www.priroda.ru>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)

22. Правовая-справочная система Консультант-плюс). Официальный сайт: [Электронный ресурс] М., URL: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823). (Дата обращения: 01.09.2012 г.)

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

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Л. Д. Чучманова

# МЕХАНИКА

*Учебное пособие*

Екатеринбург  
2020



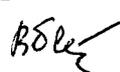
Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный горный университет»

**ОДОБРЕНО**

Методической комиссией  
горно-механического факультета

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель комиссии

 проф. В. П. Барановский

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Л. Д. Чучманова

# МЕХАНИКА

*Учебное пособие*

Рецензент: *А. П. Котельников*, канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования и эксплуатации автомобилей (Уральский государственный университет путей сообщения).

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от 07.11.2019 г. (протокол № 3) и рекомендовано для издания в УГГУ.  
Печатается по решению Учебно-методического совета Уральского государственного горного университета.

**Волков Е. Б., Казаков Ю. М., Чучманова Л. Д.**

В87 МЕХАНИКА: учебное пособие / Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Л. Д. Чучманова.  
– Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020. – 102 с.  
ISBN 978-5-8019-0499-3

Учебное пособие содержит краткие методические указания, контрольные задания и примеры выполнения заданий по темам: Статика твердого тела. Равновесие произвольной плоской системы сил. Кинематика поступательного, вращательного и плоского движений твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела. Динамика механической системы. Деформация растяжения – сжатия стержней с учетом собственного веса. Деформация кручения вала. Деформация поперечного изгиба балок. Учебное пособие для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения.

ISBN 978-5-8019-0499-3

© Волков Е. Б., Казаков Ю.М.,  
Чучманова Л.Д., 2020

© Уральский государственный горный  
университет, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА.....	<u>4</u>
1.1. Основные виды связей и их реакции .....	<u>4</u>
1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары .....	<u>5</u>
1.3. Условия равновесия систем сил .....	<u>7</u>
1.4. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел .....	<u>8</u>
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА .....	<u>17</u>
2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки.....	<u>17</u>
2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси .....	<u>19</u>
2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела .....	<u>20</u>
2.4. Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела при поступательном и вращательном движениях .....	<u>23</u>
2.5. Задание 3. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении .....	<u>29</u>
3. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ .....	<u>37</u>
3.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы...	<u>37</u>
3.2. Задание 4. Динамический расчет механической системы.....	<u>38</u>
3.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы. ....	<u>46</u>
3.4. Задание 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии .....	<u>48</u>
4. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ .....	<u>58</u>
4.1. Основные цели и задачи сопротивления материалов .....	<u>58</u>
4.2. Деформация растяжения и сжатия стержней.....	<u>58</u>
4.3. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней с учетом собственного веса .....	<u>61</u>
4.4. Деформация кручения вала.....	<u>67</u>
4.5. Задание 7. Деформация кручения статически неопределимого вала .....	<u>69</u>
4.6. Деформация поперечного изгиба балок. Основные понятия.....	<u>76</u>
4.7. Подбор поперечного сечения балки .....	<u>79</u>
4.8. Задание 8. Проверка балки на прочность. Деформация балки при поперечном изгибе .....	<u>81</u>
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	<u>98</u>
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	<u>100</u>
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	<u>102</u>

# 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. В частном случае 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*).

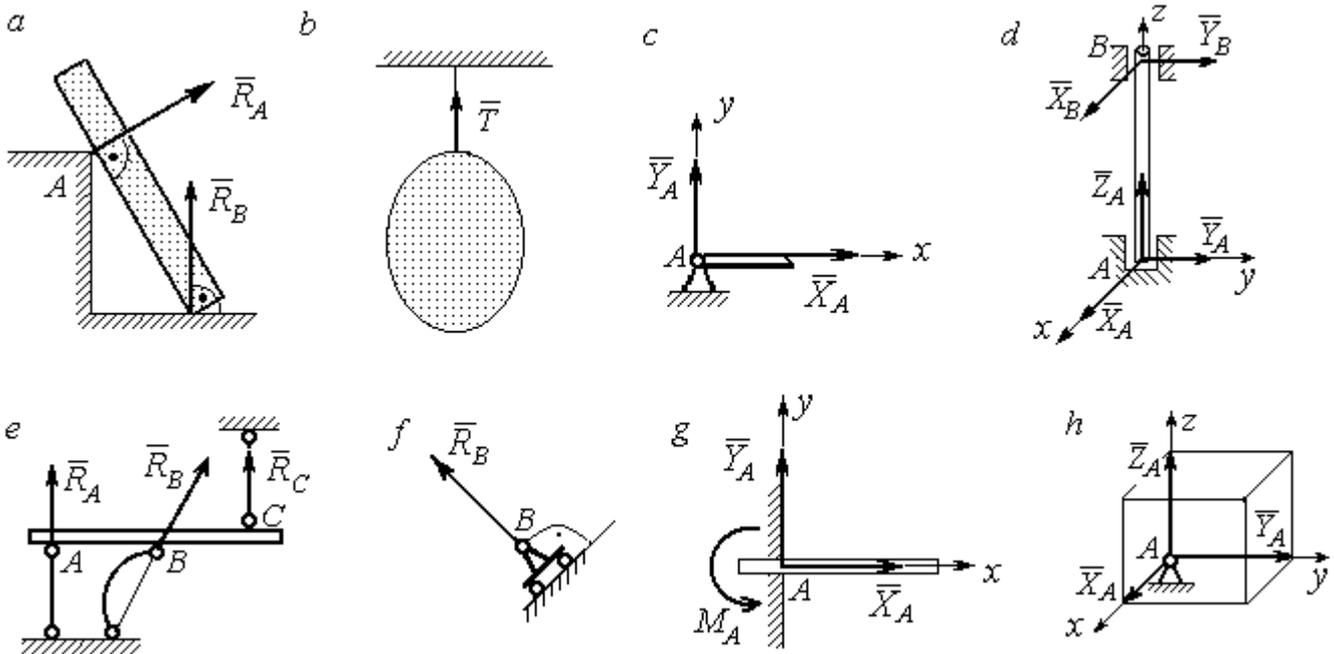


Рис. 1.1. Виды связей и их реакции:

*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). Величина реакции определяется по формуле:  $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$ . 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. **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  $O$ , 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.

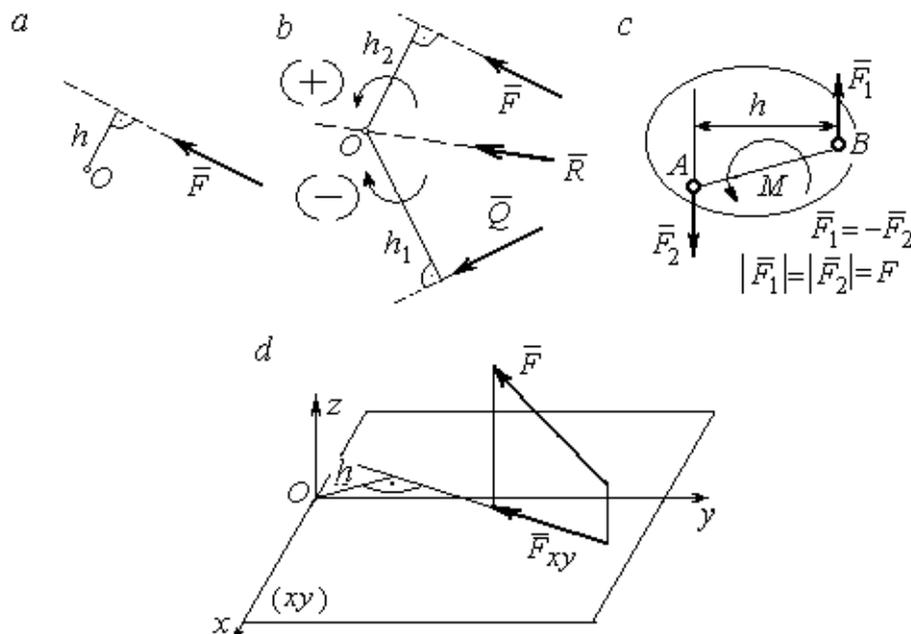


Рис. 1.2. Схемы для вычисления моментов сил:  
 a, b – момент силы относительно центра; c – момент пары сил;  
 d – момент силы относительно оси

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 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел**

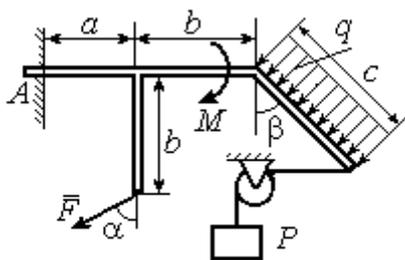
Каждый вариант задания включает две задачи по темам: «Равновесие произвольной плоской системы сил» и «Равновесие системы тел».

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 перекинута 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.

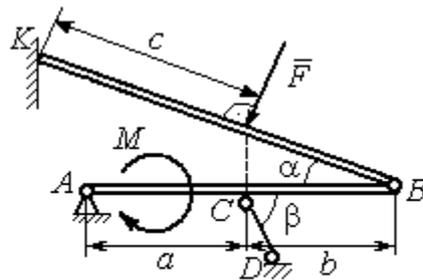
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$

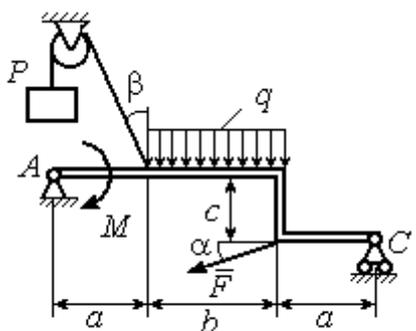
Задача 2



Найти реакции шарниров  $A, B$ , реакцию стержня  $CD$  и реакцию опоры в точке  $K$

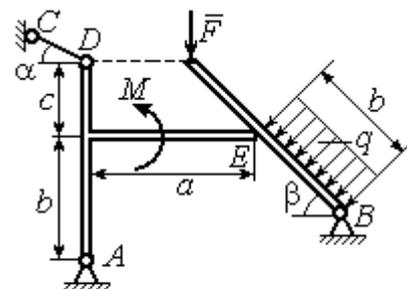
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



Найти реакции шарниров  $A$  и  $C$

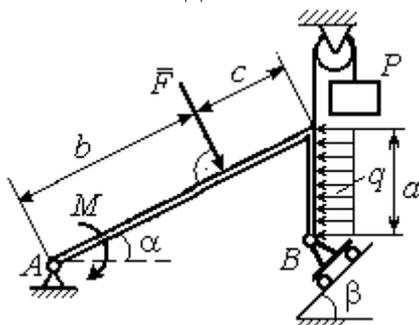
Задача 2



Найти реакции шарниров  $A, B$ , реакцию опоры в точке  $E$  и реакцию стержня  $CD$

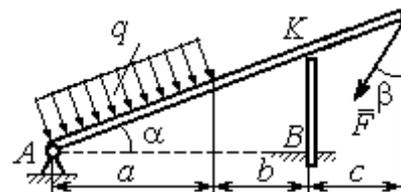
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Найти реакцию шарниров  $A$  и  $B$

Задача 2

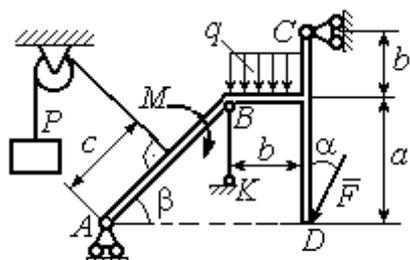


Найти реакцию шарнира  $A$ , реакцию опоры в точке  $K$  и реакцию жесткой заделки в точке  $B$

Рис. 1.3. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

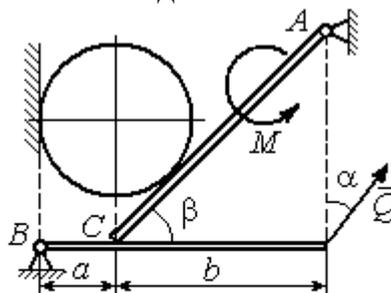
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



Найти усилие в стержне  $BK$  и реакцию шарниров  $A, C$

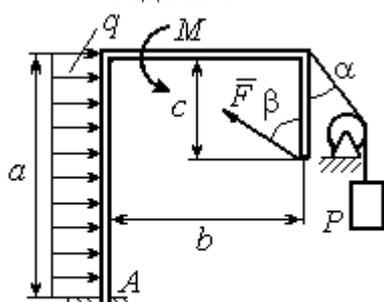
Задача 2



Вес шара  $P$ . Найти реакцию шарниров  $A, B$ , давление шара на балку и стенку, реакцию опоры балки в точке  $C$  и уравновешивающую силу  $Q$

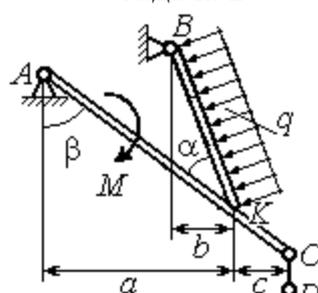
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$

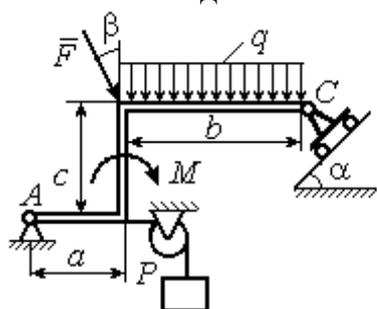
Задача 2



Найти реакцию шарниров  $A, B$ , реакцию стержня  $CD$  и реакцию опоры в точке  $K$

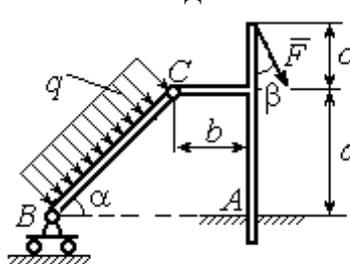
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Найти реакции шарниров  $A$  и  $C$

Задача 2

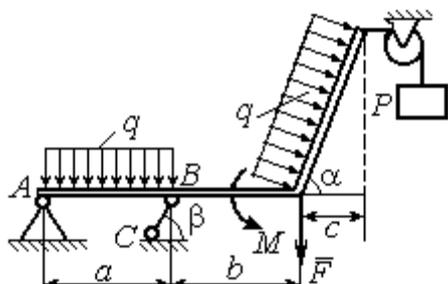


Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$  и реакции шарниров  $B$  и  $C$

Рис. 1.4. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

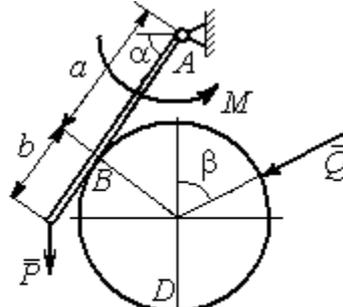
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



Найти реакцию стержня  $BC$  и реакцию шарнира  $A$

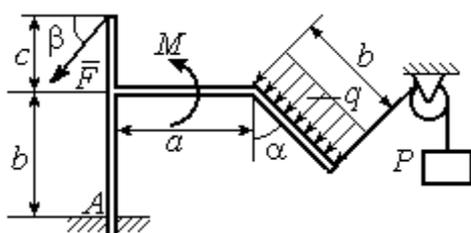
Задача 2



Найти реакцию шарнира  $A$ , давление балки на шар, реакцию опоры шара в точке  $D$  и уравновешивающую силу  $Q$

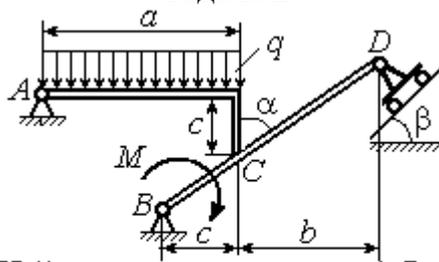
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$

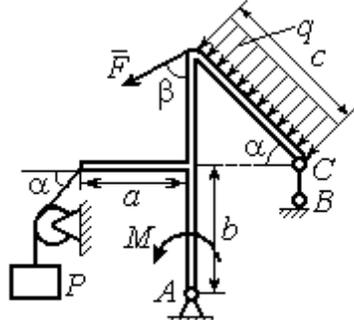
Задача 2



Найти реакцию шарниров  $A, B$  и  $D$  и реакцию опоры в точке  $C$

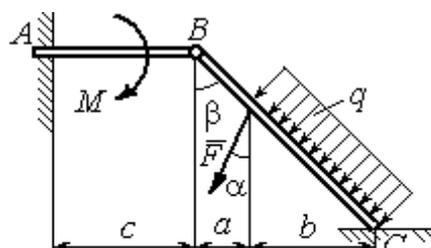
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Найти реакцию стержня  $BC$  и реакцию шарнира  $A$

Задача 2



Найти реакцию жесткой заделки в точке  $A$ , реакцию шарнира  $B$  и реакцию опоры в точке  $C$

Рис. 1.5. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

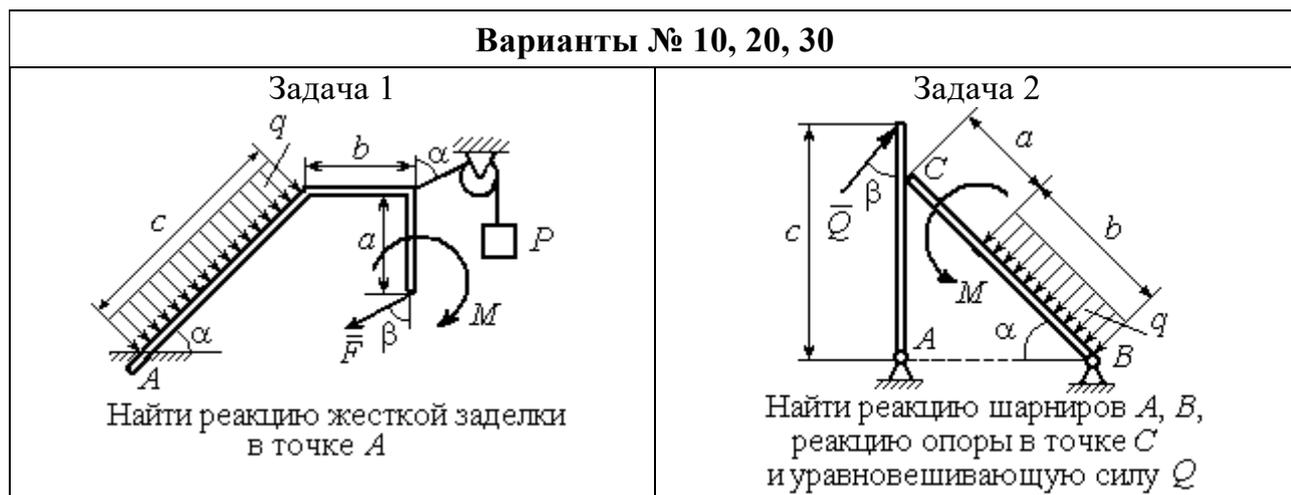


Рис. 1.6. Задание 1. Равновесие произвольной плоской системы сил.  
Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 1.1

**Исходные данные задания 1. 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
$\alpha$ , град	45	60	30	60	30	30	45	60	30	30	45	30	60	45	60
$\beta$ , 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
$\alpha$ , град	60	60	30	45	60	30	60	45	30	60	45	30	30	30	45
$\beta$ , 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 1. 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  $M=8$  Н·м, сила  $F=10$  Н, приложенная в точке  $D$  под углом  $60^\circ$  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.

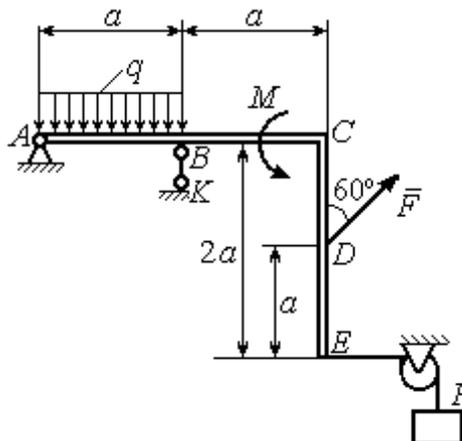


Рис. 1.7. Конструкция рамы

### Решение

Выбираем систему координат  $xAy$ , например, как показано на рис. 1.8. Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию шарнира  $A$

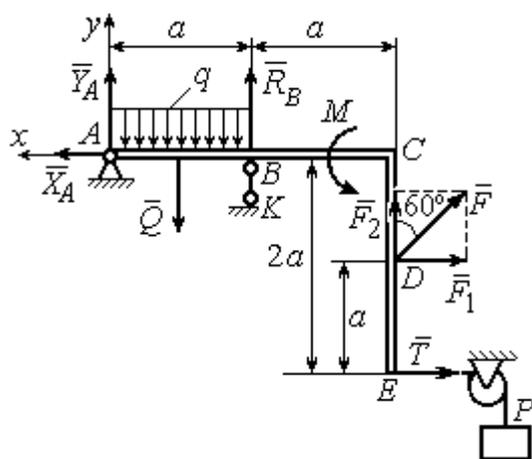


Рис. 1.8. Силы и реакции связей, действующие на раму при её равновесии

двумя ее составляющими  $\bar{X}_A$  и  $\bar{Y}_A$ , направленными вдоль горизонтальной и вертикальной осей (см. рис. 1.8). Реакция  $\bar{R}_B$  невесомой стержневой опоры  $BK$  приложена к балке в точке  $B$  и направлена вдоль стержня  $BK$ . Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей  $\bar{Q}$ . Сила  $\bar{Q}$  приложена в середине отрезка  $AB$  и по модулю  $Q=qa=4$  Н. Действие груза  $P$  на раму изображается реакцией троса  $\bar{T}$ , равной по величине весу груза и приложенной в точке  $E$ .

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  $A$ , получим уравнения равновесия 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  $ABLC$  с вертикальной частью  $AB$  и горизонтальной перекладиной  $LC$  закреплена в точке  $A$  с помощью жесткой заделки (рис. 1.9). Наклонная балка  $EC$  с углом наклона к горизонту  $60^\circ$  в точке  $C$  шарнирно прикреплена к горизонтальной перекладине  $CL$ , 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*

Разделим 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  $ABLC$  (см. рис. 1.10, *a*). Заменяем распределенную нагрузку эквивалентной силой  $\bar{Q}_1$ , приложенной в середине отрезка  $BL$ , направленной в сторону действия нагрузки:  $Q_1 = q \cdot a = 4 \text{ кН}$ . Кроме силы  $\bar{Q}_1$  и пары сил с моментом  $M$  на балку действуют реакция жесткой заделки в точке  $A$ , имеющая своими

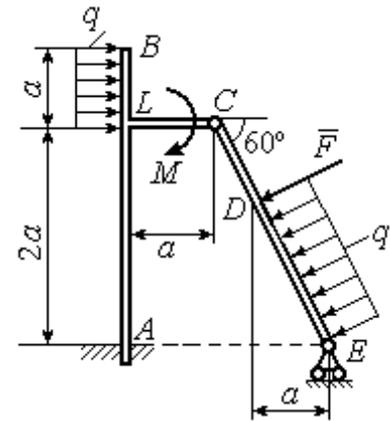


Рис. 1.9. Равновесие конструкции двух балок, соединённых шарниром

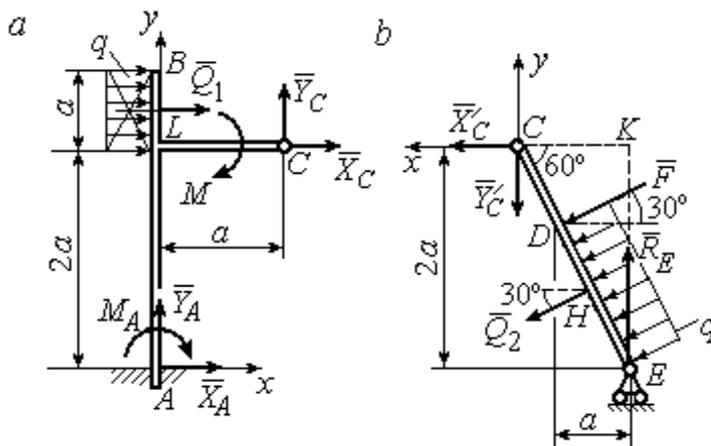


Рис. 1.10. Равновесие частей конструкции:  
*a* - силы и реакции связей, действующие на балку  $ABLC$ ;  
*b* - силы и реакции связей, действующие на балку  $CE$

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:

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0,$$

$$\sum M_A(\bar{F}_k) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0.$$

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  $E$ ;  $\vec{X}'_C, \vec{Y}'_C$  – 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  $C$ :

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11,91 \text{ кН}, \quad R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15,83 \text{ кН}.$$

## 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 изменения 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

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}.$$

При естественном способе задания движения вектор ускорения точки  $\vec{a}$  раскладывается на две взаимно перпендикулярные составляющие  $\vec{a}_n$  и  $\vec{a}_\tau$ , параллельные осям  $n$  и  $\tau$  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  $\rho$  – 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  $a_\tau$  называется **касательным ускорением** и равна модулю второй

производной от заданного закона изменения длины дуги:  $a_\tau = |\ddot{S}|$ , где  $S = S(t)$  – закон изменения длины дуги. Направление вектора касательного ускорения  $\vec{a}_\tau$  зависит от знака второй производной  $\ddot{S}$ . При  $\ddot{S} > 0$  вектор  $\vec{a}_\tau$  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  $\vec{a}_\tau$ . 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  $\omega$  – 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  $\omega$ ,  $\varepsilon$  – 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  $\omega$  – 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*).

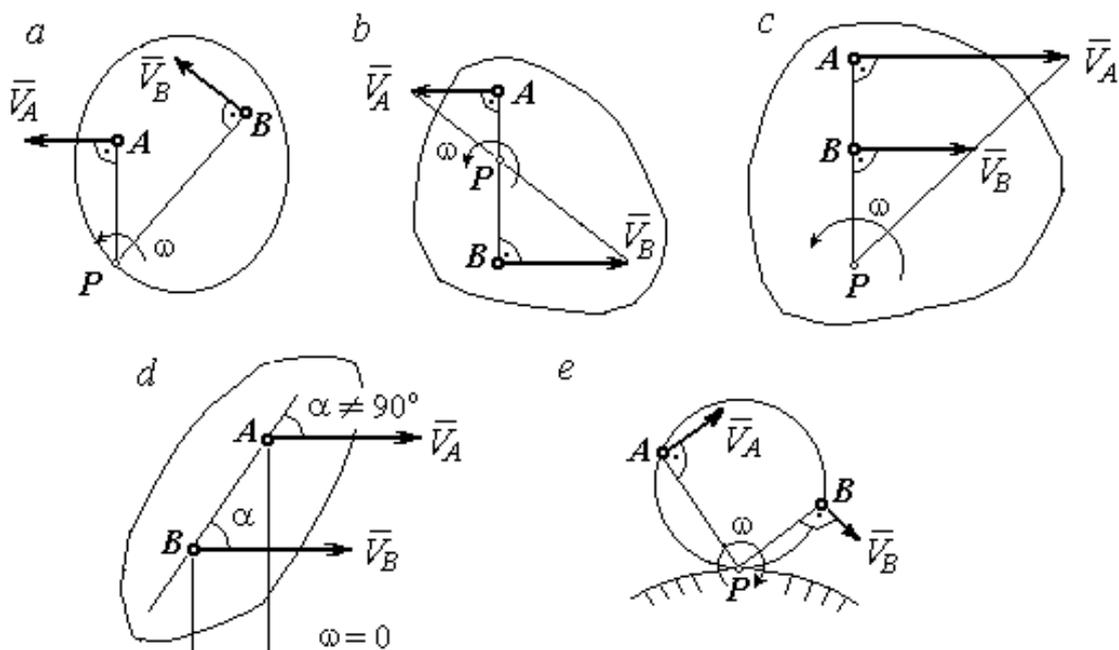


Рис. 2.1. Способы построения мгновенного центра скоростей

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.

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  $A$ ;  $\vec{a}_{MA}^\tau$ ,  $\vec{a}_{MA}^n$  – 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  $\vec{a}_{MA}^\tau$  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 нормального составляющих ускорения точки  $M$  определяются по формулам:

$$a_{MA}^{\tau} = \varepsilon \cdot AM, \quad a_{MA}^n = \omega^2 \cdot AM,$$

где  $\omega$ ,  $\varepsilon$  – 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  $\vec{a}_M^{\tau}$ ,  $\vec{a}_M^n$ ,  $\vec{a}_A^{\tau}$ ,  $\vec{a}_A^n$  – касательная и нормальная составляющие ускорения точки  $M$  и полюса  $A$  при движении их по заданным траекториям.

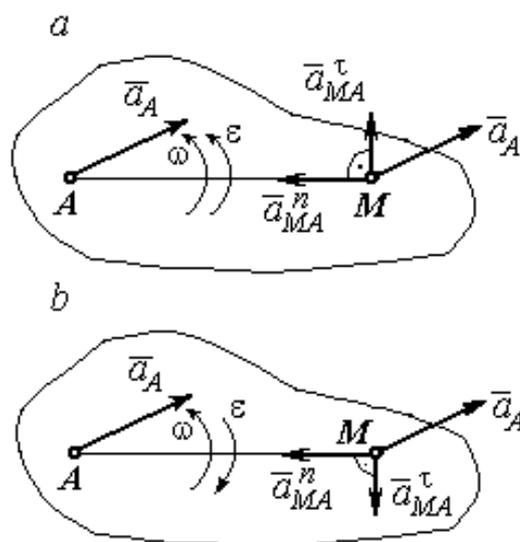


Рис. 2.2. Ускорение точки плоской фигуры:  
 а – ускоренное движение;  
 б – замедленное движение

#### 2.4. Задание 2. 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.

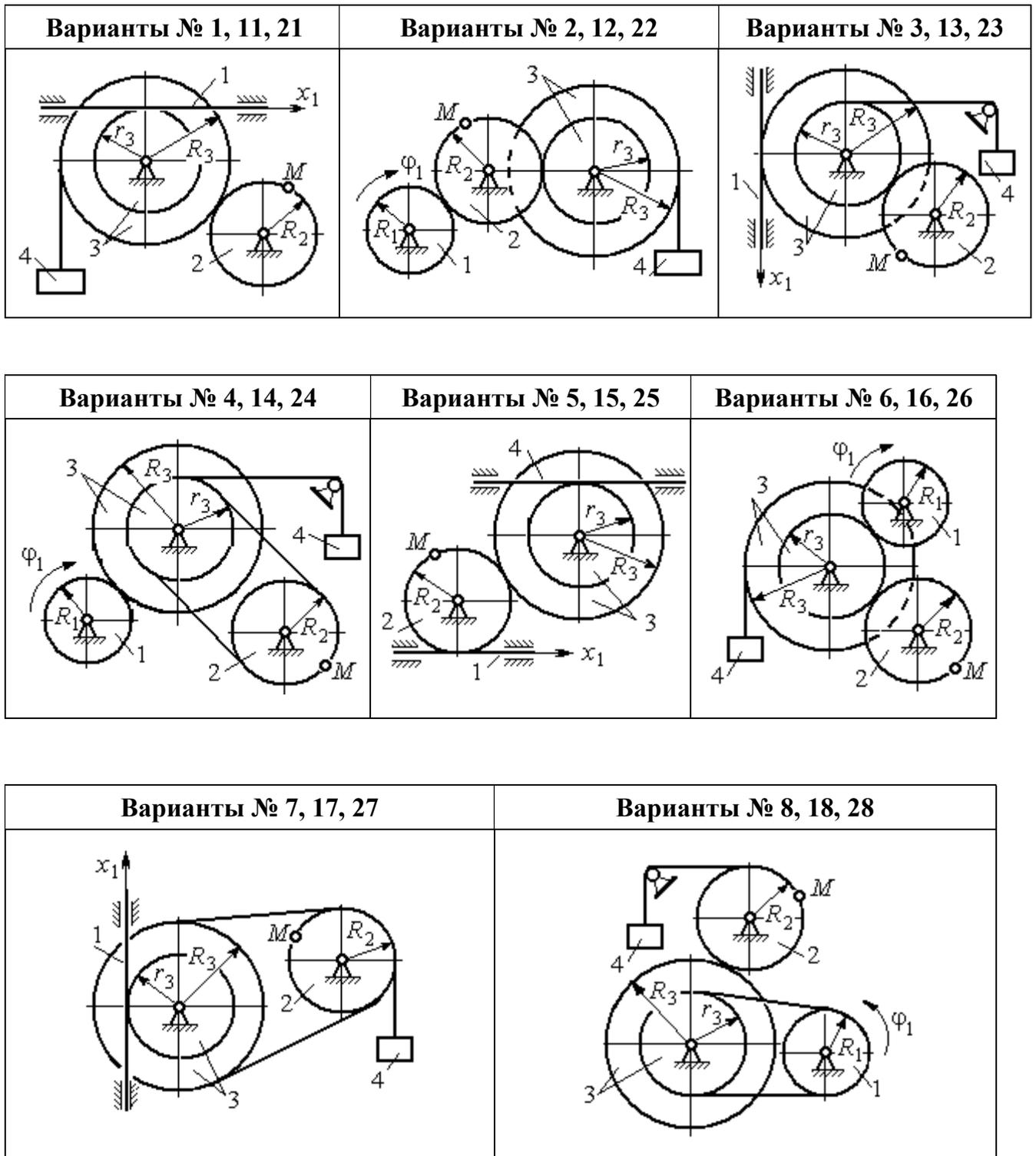


Рис. 2.3. Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела.  
Номера вариантов задания 1 – 8, 11 – 18, 21 – 28

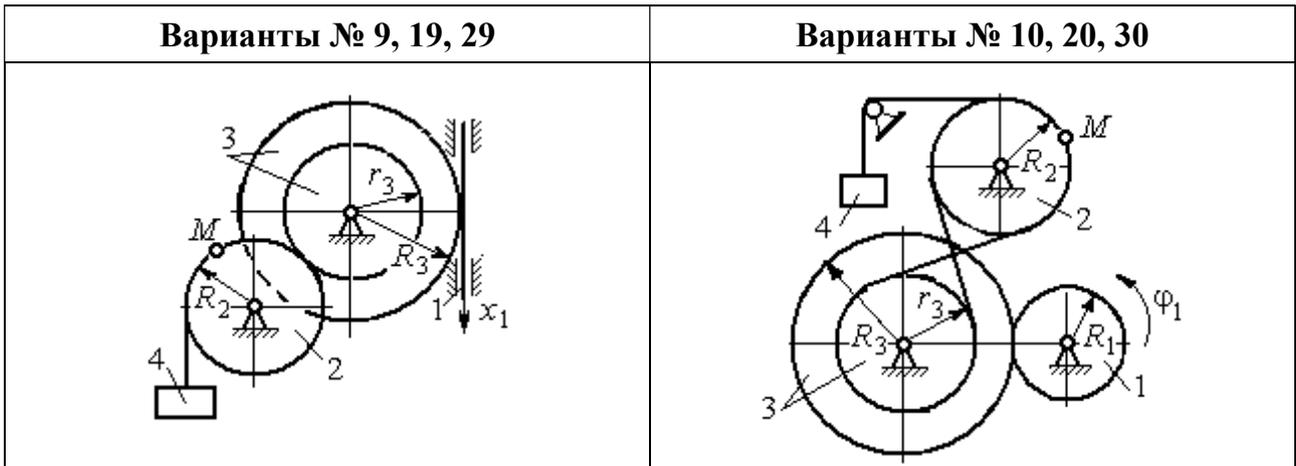


Рис. 2.4. Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела.  
 Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 2.1

**Исходные данные вариантов задания 2. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела**

Номер варианта задания	$R_1$ , см	$R_2$ , см	$R_3$ , см	$r_3$ , см	$x_1(t)$ , см $\varphi_1(t)$ , рад	$t_1$ , 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	$R_1$ , см	$R_2$ , см	$R_3$ , см	$r_3$ , см	$x_1(t)$ , см $\varphi_1(t)$ , рад	$t_1$ , 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 2. 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.

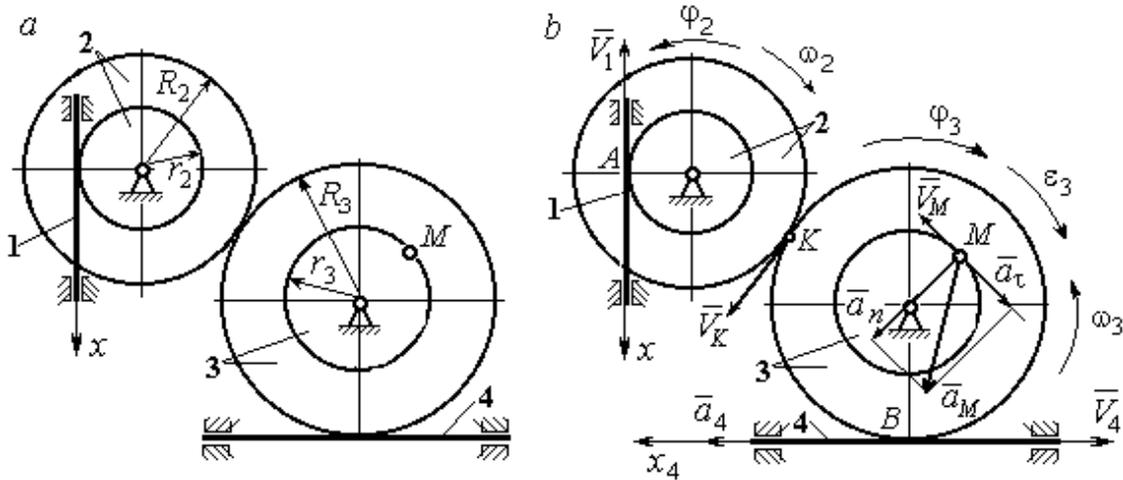


Рис. 2.5. Кинематика вращательного движения твердого тела:  
*a* – схема механизма; *b* – расчетная схема для определения скоростей и ускорений точек механизма

Направления показаны на рис. 2.5, *b* дуговыми стрелками  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$ , а положительное направление движения звена 4 – направлением оси  $x_4$ .

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  $\omega_2$  – угловая скорость диска 2. Отсюда угловая скорость

диска:  $\omega_2 = \frac{V_A}{r_2} = \frac{|4t - 5|}{5} = |\dot{\phi}_2|$  рад/с. При  $t_1 = 1$  с значение производной отрицательно:  $\dot{\phi}_2(1) = -0,2$  рад/с. Это означает, что в заданный момент времени вращение диска 2 с угловой скоростью  $\omega_2(1) = |\dot{\phi}_2(1)| = 0,2$  рад/с происходит в отрицательном для диска 2 направлении. На рис. 2.5, *b* направление вращения диска 2 показано дуговой стрелкой  $\omega_2$  в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла  $\phi_2$ . 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  $\omega_3 = \omega_2 \frac{R_2}{R_3} = |2t - 2,5| = |\dot{\phi}_3|$  рад/с.

В момент времени  $t_1 = 1$  с значение производной  $\dot{\phi}_3$  отрицательно:

$\dot{\phi}_3(1) = -0,5$  рад/с, и, следовательно, вращение диска 3 в данный момент времени с угловой скоростью  $\omega_3(1) = |\dot{\phi}_3(1)| = 0,5$  рад/с происходит в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла  $\phi_3$ , 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:  $\varepsilon_3(t) = |\dot{\omega}_3| = |\ddot{\phi}_3| = 2 \text{ рад/с}^2$ . Из того, что угловая скорость  $\omega_3$  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  $\phi_3$ , диска 3 (см. рис. 2.5, b).

Касательное ускорение  $a_\tau$  точки  $M$  рассчитывается по формуле  $a_\tau = \varepsilon_3 r_3$  и в момент времени  $t_1 = 1 \text{ с}$ :  $a_\tau = 8 \text{ см/с}^2$ . 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  $t_1 = 1 \text{ с}$  величина нормального ускорения:  $a_n(1) = 1 \text{ см/с}^2$ . 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:  $a_M(1) = \sqrt{a_\tau^2(1) + a_n^2(1)} = 8,06 \text{ см/с}^2$ . Вектор полного ускорения  $\vec{a}_M$  направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах  $\vec{a}_n$  и  $\vec{a}_\tau$ .

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:  $a_4 = 16 \text{ см/с}^2$ . Вектор ускорения  $\vec{a}_4$  направлен вдоль оси  $x_4$  в сторону положительных значений.

### 2.5. Задание 3. 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: <math>V_A, V_B, V_C, \omega_{AB}, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{BD}</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_K, \omega_1, \omega_{AB}, \omega_{OA}, \omega_{BE}, \omega_{BK}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1$ , см	$r_1$ , см	$AD$ , см	$\alpha$ , град	$V_2$ , см/с	$V_3$ , см/с	Номер варианта задания	$R_1$ , см	$OA$ , см	$OE$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , 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: <math>V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{DE}</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_C, V_E, \omega_1, \omega_2, \omega_{AC}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1$ , см	$OC$ , см	$AB$ , см	$BC$ , см	$\alpha$ , град	$\omega_{OC}$ , рад/с	Номер варианта задания	$R_1$ , см	$R_2$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , 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 3. 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: <math>V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, \omega_2, \omega_3, \omega_{EC}</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_K, V_E, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}, \omega_{KE}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1$ , см	$R_2$ , см	$R_3$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$\omega_{OB}$ , рад/с	Номер варианта задания	$R_1$ , см	$OA$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$\varphi$ , 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: <math>V_A, V_B, V_C, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AC}</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_D, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}</math></p>						
Номер варианта задания	$R_1$ , см	$AB$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$\varphi$ , град	$V_D$ , см/с	Номер варианта задания	$R_1$ , см	$OA$ , см	$\alpha$ , град	$\beta$ , 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 3. 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: <math>\omega_{OK}, \omega_{KD}, \omega_{BC}, \omega_1,</math> <math>V_A, V_B, V_K, V_D</math></p>							<p>Найти: <math>V_A, V_B, V_D, V_K, \omega_{CB}, \omega_1,</math> <math>\omega_{OB}, \omega_{AB}, \omega_{KD}</math></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 3. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

### Пример выполнения задания 3. 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,

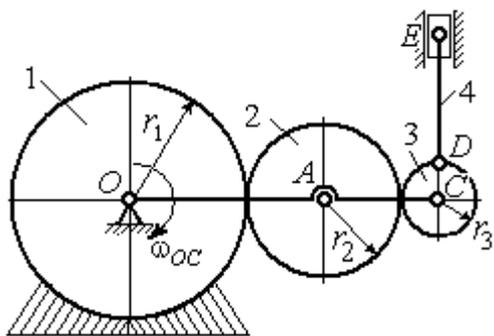


Рис. 2.9. Схема плоского механизма

соответственно, в точках  $A$  и  $C$ . Стержень  $OC$  вращается вокруг неподвижного центра  $O$  с угловой скоростью  $\omega_{OC}$ . Диск 2, увлекаемый стержнем  $OC$ , катится без проскальзывания по неподвижной поверхности диска 1 радиусом  $r_1$ . Диск 3, также увлекаемый стержнем  $OC$ , катится без проскальзывания по подвижному диску 2. В точке  $D$ , расположенной на краю диска 3, шарнирно прикреплен

3, также увлекаемый стержнем  $OC$ , катится без проскальзывания 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  $OC$  и направлен в сторону его вращения (см. 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  $\omega_2$  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.

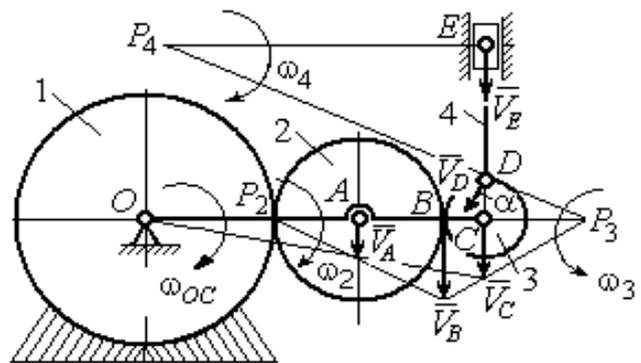


Рис. 2.10. Расчетная схема для определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

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 (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:  $\frac{V_B}{V_C} = \frac{r_3 + CP_3}{CP_3}$ . 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  $\alpha$  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  $60^\circ$  к горизонтали, а шатун  $AC$  отклонен на угол  $30^\circ$  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.

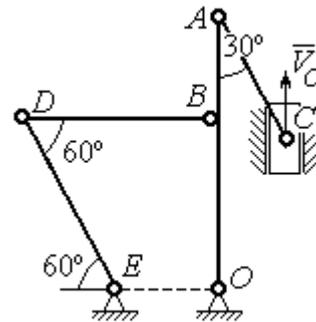


Рис. 2.11. Стержневой механизм

Решение

Кривошипы  $OA$  и  $ED$  совершают вращательные движения вокруг неподвижных центров. Скорости  $\vec{V}_A$  и  $\vec{V}_B$  точек  $A$  и  $B$  перпендикулярны

кривошипу  $OA$ , а скорость  $\vec{V}_D$  точки  $D$  перпендикулярна кривошипу  $ED$ . Направления векторов скоростей точек показаны на рис. 2.12.

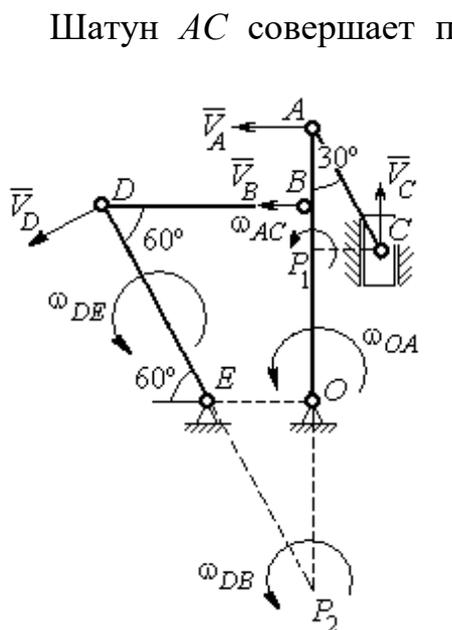


Рис. 2.12. Расчётная схема определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

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  $AC$

$$\omega_{AC} = \frac{V_C}{P_1C} = \frac{V_C}{AC \cdot \sin 30^\circ} = \frac{4}{3} \text{ рад/с.}$$

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  $V_B = \omega_{AO} \cdot OB = 3,2\sqrt{3}$  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

$$\text{угловая скорость шатуна } DB: \omega_{DB} = \frac{V_B}{P_2B} = \frac{3,2\sqrt{3}}{DB \cdot \operatorname{tg} 60^\circ} = 0,32 \text{ рад/с.}$$

$$\text{Скорость точки } D: V_D = \omega_{DB} \cdot P_2D = 0,32 \frac{DB}{\sin 30^\circ} = 6,4 \text{ см/с.}$$

Угловая скорость кривошипа

$$DE: \omega_{DE} = \frac{V_D}{DE} = \frac{6,4}{(OB / \sin 60^\circ)} = 0,69 \text{ рад/с.}$$

### 3. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

#### 3.1. 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  $\omega$  – угловая скорость тела;  $\omega = \dot{\varphi}$ ;  $\varphi$  – 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  $\varepsilon$  – 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;  $\varepsilon$  – 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.

### 3.2. Задание 4. Динамический расчет механической системы

Механизм состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3, соединенных 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  $\alpha$ . 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. 3.1, 3.2. Исходные данные приведены в табл. 3.1.

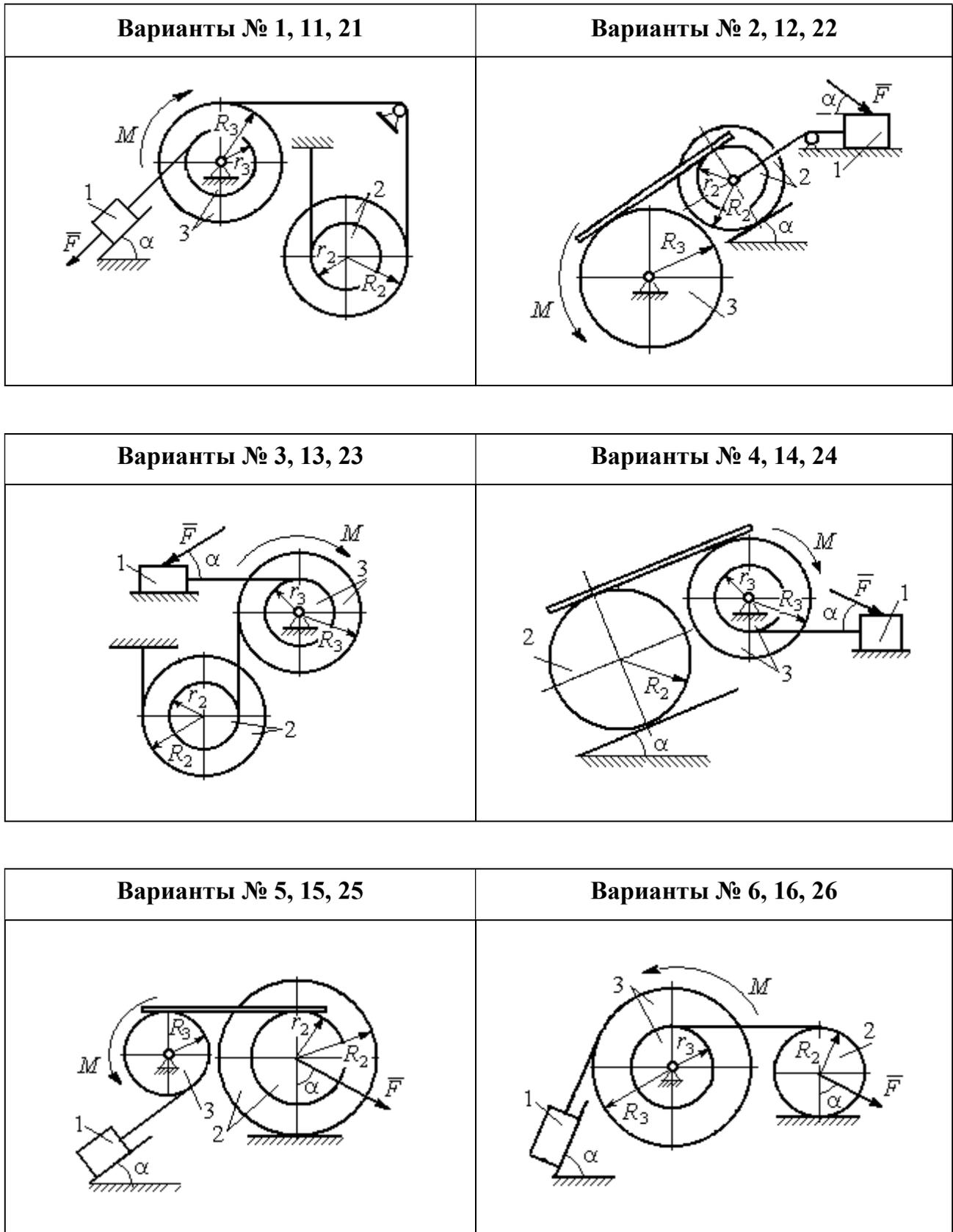


Рис. 3.1. Задание 4. Динамический расчёт механической системы.  
 Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

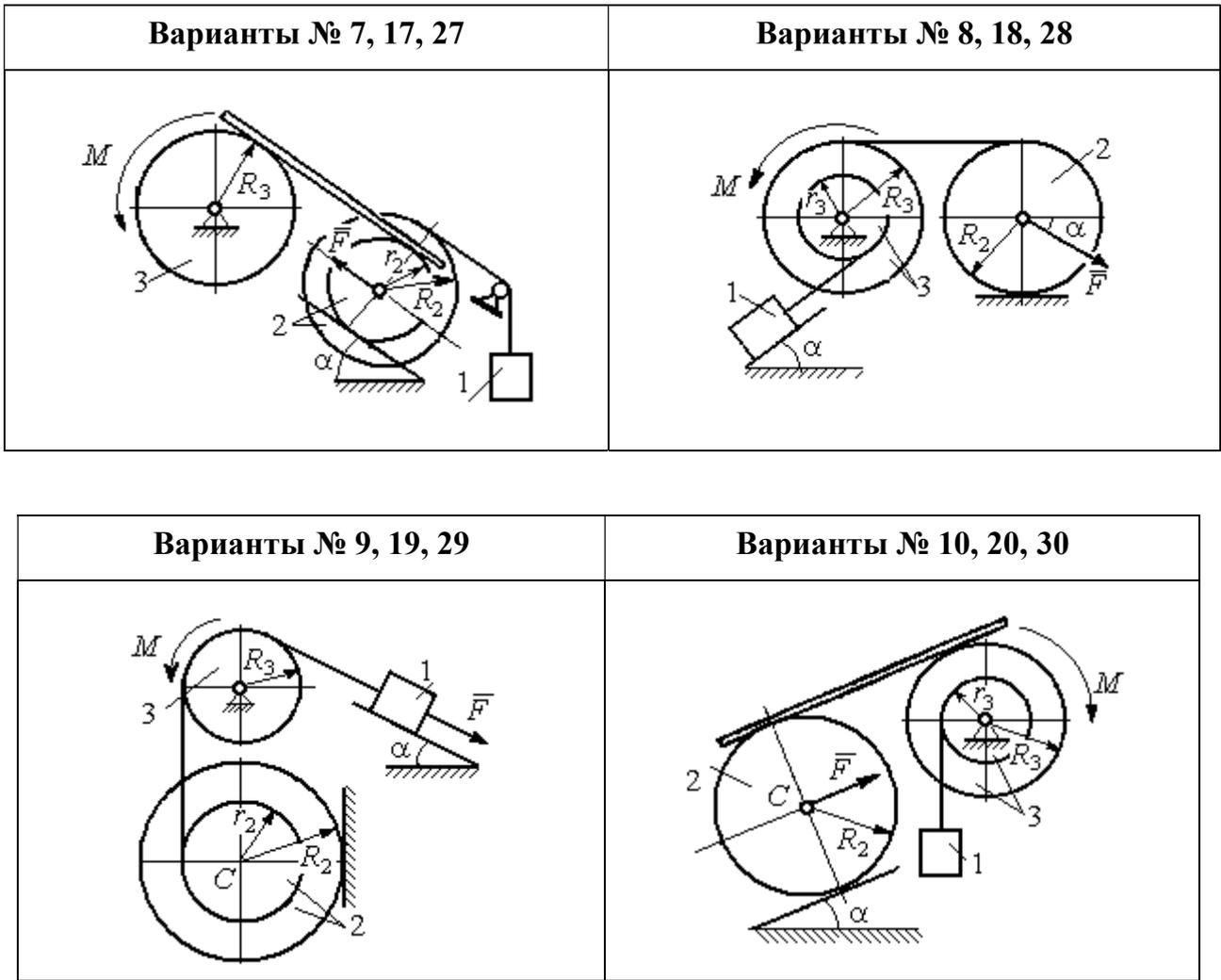


Рис. 3.2. Задание 4. Динамический расчёт механической системы.  
 Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 3.1

**Исходные данные задания 4. Динамический расчёт механической системы**

Номер варианта задания	$P_1, \text{Н}$	$P_2, \text{Н}$	$P_3, \text{Н}$	$F, \text{Н}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\alpha, \text{град}$	$R_2, \text{м}$	$r_2, \text{м}$	$R_3, \text{м}$	$r_3, \text{м}$	$i_{z2}, \text{м}$	$i_{z3}, \text{м}$
<b>1</b>	$P$	$P$	$2P$	$P$	$2Pr$	60	$3r$	$r$	$2r$	$r$	$2r$	$r\sqrt{2}$
<b>2</b>	$3P$	$P$	$3P$	$3P$	$Pr$	30	$2r$	$r$	$2r$	–	$2r$	–
<b>3</b>	$4P$	$3P$	$4P$	$2P$	$2Pr$	60	$2r$	$r$	$2r$	$r$	$2r$	$2r$
<b>4</b>	$2P$	$2P$	$4P$	$P$	$4Pr$	45	$3r$	–	$3r$	$r$	–	$r\sqrt{2}$
<b>5</b>	$P$	$3P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	$r$	$r$	–	$2r$	–
<b>6</b>	$P$	$2P$	$4P$	$4P$	$6Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$r$	–	$r\sqrt{2}$
<b>7</b>	$P$	$2P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	45	$3r$	$r$	$r$	–	$r\sqrt{3}$	–

Номер варианта задания	$P_1, Н$	$P_2, Н$	$P_3, Н$	$F, Н$	$M, Н \cdot м$	$\alpha, град$	$R_2, м$	$r_2, м$	$R_3, м$	$r_3, м$	$i_{z_2}, м$	$i_{z_3}, м$
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 4. Динамический расчёт механической системы

Механизм (рис. 3.3) 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 системой. Радиус катка 2  $R_2 = 2r$ .

Качение катка по наклонной плоскости происходит без проскальзывания. Радиусы ступенчатого блока 3:  $R_3 = 3r$ ,  $r_3 = r$ . Радиус инерции блока 3  $i_3 = r\sqrt{3}$ .

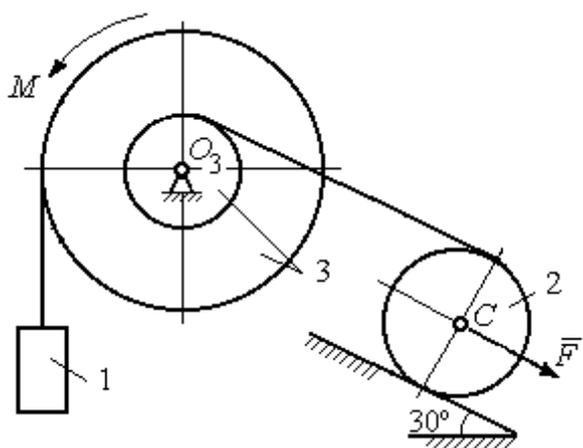


Рис. 3.3. Схема механической системы

Применяя метод динамического расчета механической системы найти ускорение груза 1 и динамические

реакции, действующие на ось вращающегося блока 3.

### Решение

Освобождаем систему от связей. На рис. 3.4 изображены внешние силы, действующие на каждое тело, после освобождения его от связей.

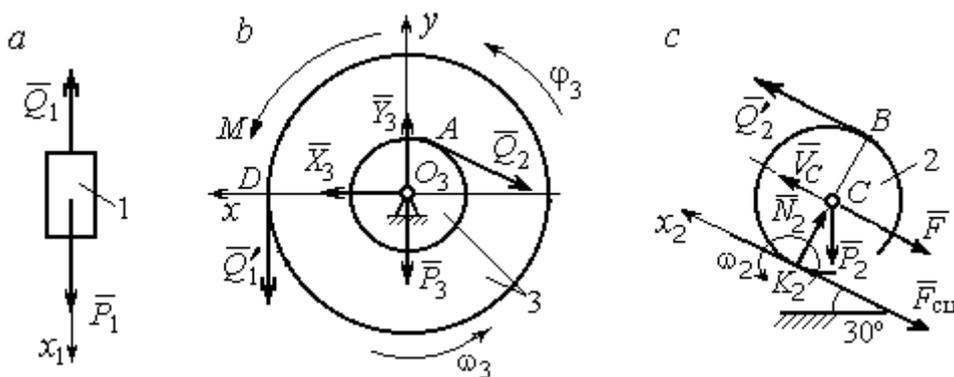


Рис. 3.4. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему:  
 a – поступательное движение груза 1; b – вращательное движение блока 3;  
 c – плоское движение катка 2

Груз 1 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тяжести  $\vec{P}_1$  и реакция нити  $\vec{Q}_1$  (рис. 3.4, a). 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 теоремой 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. 3.4, *b* дуговой стрелкой  $\omega_3$ .

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. 3.4, *b*), причем  $|\vec{Q}'_1| = |\vec{Q}_2|$ . 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  $z$ ;  $\varepsilon_3$  – 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. 3.4, *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  $\omega_2$  (см. рис. 3.4, *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,  $m_2 = \frac{P_2}{g} = \frac{2P}{g}$ ;  $a_C$ ,  $\varepsilon_2$  – 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 момент

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

мгновенного центра скоростей (см. рис. 3.4, 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. 3.4, 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. 3.3), поэтому их скорости равны. Приравняв скорости точек  $A$  и  $B$ , получим

равенство:  $\omega_3 r_3 = \omega_3 r$ , откуда  $\omega_3 = \frac{2V_C}{r}$ . После дифференцирования

последнего 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 первого

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. 3.4, *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:  $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 5,31P$ .

### 3.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

**Кинетическая энергия тела при поступательном движении:**  $T = \frac{1}{2} m V_C^2$ ,

где  $m$  – масса тела;  $V_C$  – скорость центра масс тела. **Кинетическая энергия тела**

**при вращательном движении** вокруг неподвижной оси  $z$ :  $T = \frac{1}{2} J_z \omega^2$ , где  $J_z$

– момент инерции тела относительно оси  $z$ ;  $\omega$  – угловая скорость тела. Для дисков с равномерно распределённой массой момент инерции относительно оси

$z$ , проходящей через центр масс:  $J_z = \frac{1}{2} m R^2$ , где  $R$  – радиус 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;  $V_C, \omega$  – 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  $\alpha$  – угол между вектором силы и перемещением. Если угол  $\alpha$  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  $\varphi$ :  $A = \pm M\varphi$ , где  $\varphi$  – 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;  $\alpha$  – 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  $O$ , 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;  $\sum A(\vec{F}_k^e)$ ,  $\sum A(\vec{F}_k^i)$  – сумма работ внешних и внутренних сил соответственно 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.

### **3.4. Задание 5. 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 осуществляется без скольжения. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует.

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  $\alpha$  или  $\beta$ , 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. 3.5, 3.6, исходные данные представлены в табл. 3.2.

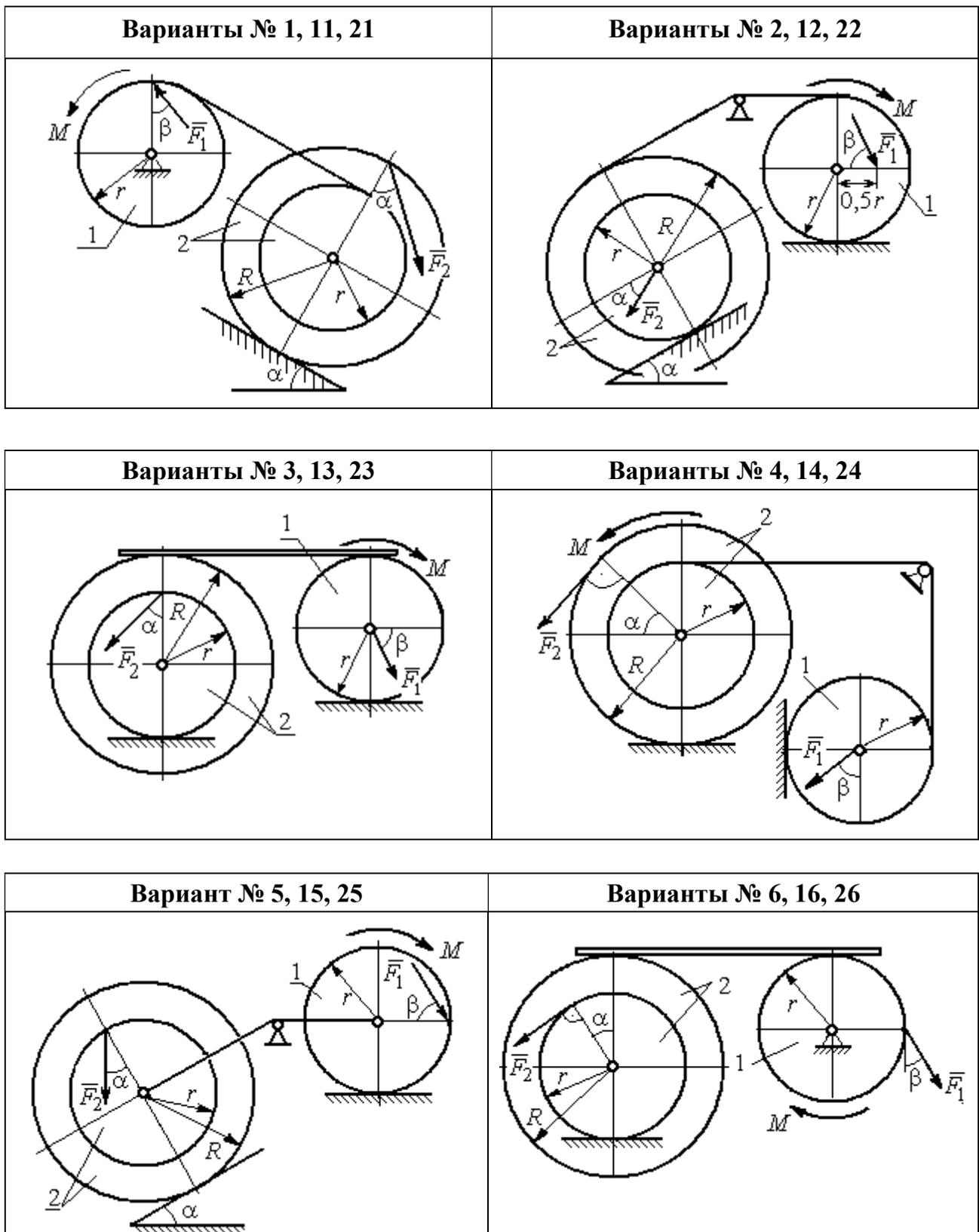


Рис. 3.5. Задание 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии.

Варианты задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

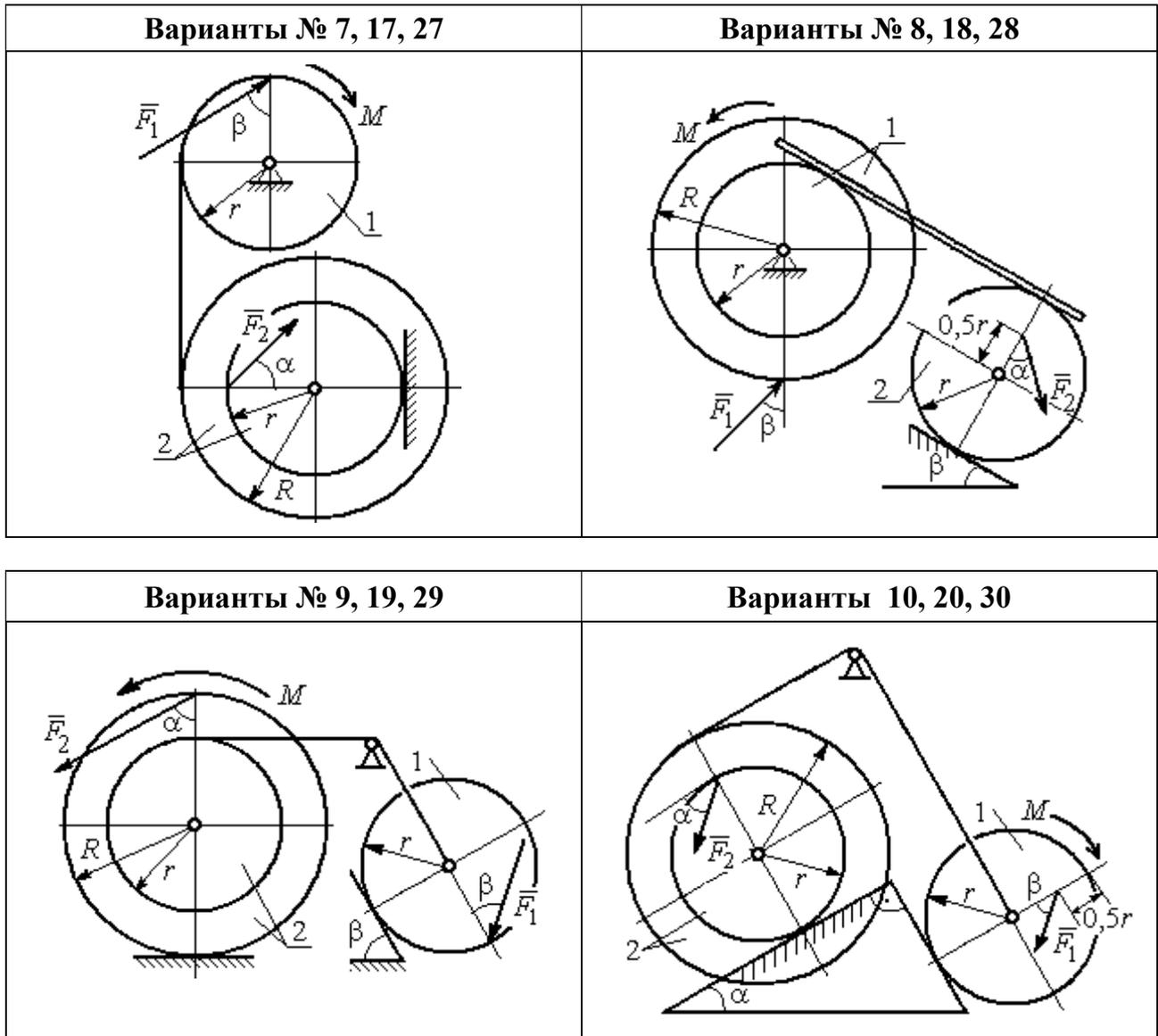


Рис. 3.6. Задание 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии.  
Варианты задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 3.2

**Исходные данные задания 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии**

Номер варианта задания	$P_1$ , Н	$P_2$ , Н	$F_1$ , Н	$F_2$ , Н	$M$ , Н·м	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$R$ , м	$r$ , м	$i_z$ , 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	$\alpha$ , град	$\beta$ , 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 5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых невесомым стержнем (рис. 3.7). 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  $\alpha$  и  $\beta$ .

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.

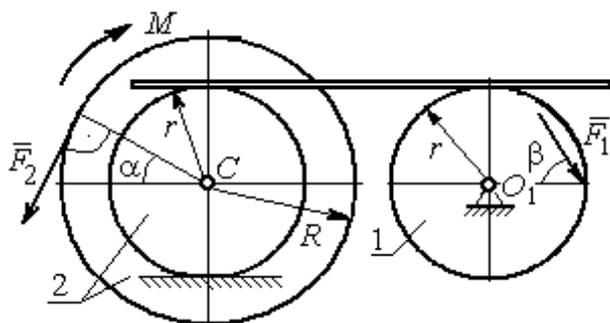


Рис. 3.7. Схема движения механической системы

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

### Решение

Предположим, что во время движения системы диск 1 вращается по ходу часовой стрелки. Угловые скорости  $\omega_1$  и  $\omega_2$  дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 показаны на рис. 3.8.

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. 3.8.

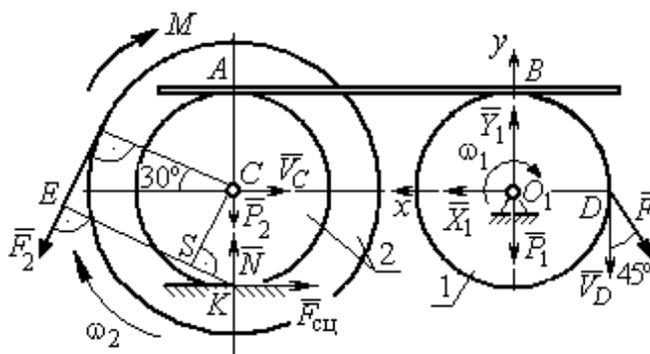


Рис. 3.8. Расчетная схема для исследования движения системы

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  $\omega_1$  – 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  $V_C$ ,  $\omega_2$  – 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. 3.8). 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  $V_B = \omega_1 r$ . Приравняв скорости  $V_B = V_A$ , найдём  $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$ .

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  $90^\circ$  (см. рис. 3.8). 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. 3.8). В этом случае мощность силы  $\vec{F}_2$ :  $N(\vec{F}_2) = \vec{M}_K \cdot \vec{\omega}_2 = -F_2 h_K \omega_2$ , 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  $K$ . Мощность 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. 3.8).

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. 3.8).

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,

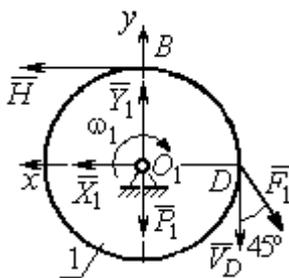


Рис. 3.9. Силы, действующие на диск 1 во время движения

заменяем его реакцией  $\vec{H}$  и составляем уравнения движения дисков 1 и 2.

Силы, действующие на диск 1 во время движения, показаны на рис. 3.9. Уравнение вращательного движения диска 1 в алгебраической форме:

$$J_{zO_1} \varepsilon_1 = \sum M_z(\vec{F}_k^e), \text{ где } \varepsilon_1 \text{ – угловое ускорение диска;}$$

$$J_{zO_1} \text{ – момент инерции диска 1 относительно оси } z,$$

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. 3.9, 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. 3.10. 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/с<sup>2</sup>), 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.

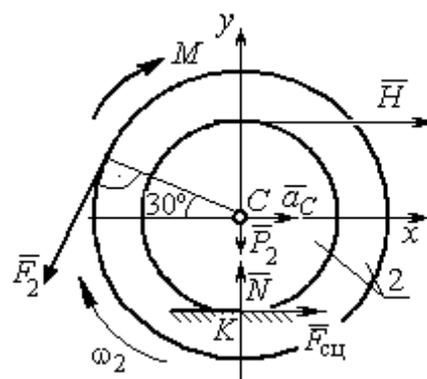


Рис. 3.10. Силы, действующие на диск 2 во время движения

## 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

### 4.1. Основные цели и задачи сопротивления материалов

**Сопротивление материалов** – наука о прочности частей сооружений и машин, которая основывается на результатах опыта и использует математический аппарат при их анализе.

**Задача науки** состоит в создании основ для расчета частей конструкций и машин с учетом их надежности и экономичности. Два последних требования противоречивы – это противоречие и обуславливает развитие науки о сопротивлении материалов.

**Цель науки** о сопротивлении материалов – определение размеров сооружений и машин еще до их постройки. Теоретические положения сопротивления материалов основываются на законах механики: на условиях равновесия, законах сложения сил, теоремах о моментах сил, на принципе возможных перемещений и др.

Наука о сопротивлении материалов занимается определением напряжений и деформаций в упругих телах.

### 4.2. Деформация растяжения и сжатия стержней

**Растяжением** называют такой вид деформации, при котором в каждом его поперечном сечении возникают только продольные внутренние усилия.

Деформация растяжения (сжатия) может возникнуть от любого количества как угодно приложенных сил, но при этом должно соблюдаться обязательное условие: вся система сил должна приводиться к двум равным по величине, но противоположно направленным силам, действующим по продольной оси стержня.

Продольное усилие  $N$  в любом поперечном сечении численно равно алгебраической сумме проекций на ось стержня внешних сил, приложенных к

части стержня, расположенной по одну сторону от сечения. Усилие считается положительным, если вызывает растяжение рассматриваемого участка.

При растяжении (сжатии) в сечении возникают только нормальные напряжения  $\sigma$ , которые определяются по формуле:  $\sigma = \frac{N}{A}$ , где  $N$  – продольное усилие, кН;  $A$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>.

**Условие прочности** имеет вид:  $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{adm}}$ , где  $\sigma_{\text{adm}}$  – допускаемое нормальное напряжение материала стержня, МПа.

Абсолютная деформация  $\Delta l$  однородного участка (постоянное сечение и материал) определяется **по закону Гука**:  $\Delta l = \frac{Fl}{EA}$ , где  $l$  – длина участка, м;  $E$  – модуль продольной упругости материала (модуль Юнга), Па.

Для наглядного представления строятся эпюры. Эпюрами продольных сил и нормальных напряжений называют графики (см. рис. 4.4), показывающие законы изменения сил и напряжений в поперечных сечениях по длине стержня. Эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений поперечных сечений строятся в выбранном масштабе с учетом знаков.

### **Влияние собственного веса на напряжения и перемещения**

Собственный вес стержня учитывается в тех случаях, когда его величина составляет более 5 % от внешней нагрузки и когда направление действия собственного веса совпадает с направлением внешней нагрузки.

Если ось в стержне вертикальна, то его собственный вес вызывает центральное растяжение или сжатие. Если вертикальный брус закреплен верхним концом, то от собственного веса он растягивается, а при закреплении нижнего конца – сжимается. Собственный вес вертикального бруса можно рассматривать как продольную (осевую) внешнюю нагрузку, распределенную вдоль оси бруса.

Рассмотрим брус постоянного сечения, закрепленный верхним концом. Продольная сила от собственного веса в поперечном сечении бруса на расстоянии  $x$  от его нижнего конца равна весу нижележащей части бруса  $N_x = \rho g A x$ , где  $N_x$  – продольная сила от собственного веса, Н;  $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $A$  – площадь поперечного сечения бруса, м<sup>2</sup>;  $x$  – расстояние от нижнего конца стержня, м.

Напряжение от собственного веса определяется по формуле:

$$\sigma_x = \frac{N_x}{A} = \rho g x.$$

По формулам для определения продольных усилий и нормальных напряжений строятся эпюры  $N_x$  и  $\sigma_x$  с учетом знаков. Если на стержень действует дополнительная сила  $F$ , то продольная сила и нормальное напряжение определяются по формулам:  $N_x = F + \rho g A x$ ;  $\sigma_x = \frac{F}{A} + \rho g x$ .

Полное удлинение (укорочение) стержня постоянного сечения от собственного веса определяется согласно выражению  $\Delta l = \frac{\rho g l^2}{2E}$ , где  $l$  – длина стержня, м;  $E$  – модуль продольной упругости материала, Па.

При действии внешней силы  $F$  и собственного веса удлинение стержня определяется выражением:  $\Delta l = \frac{Fl}{EA} + \frac{\rho g l^2}{2E}$ .

Физический смысл первого слагаемого – напряжение и удлинение от внешней силы, второго – напряжение и удлинение от собственного веса.

Перемещение любого поперечного сечения бруса, закрепленного верхним концом, равно удлинению части бруса, лежащей над сечением, и сумме удлинений под действием собственного веса верхней части, нижней части бруса и внешней силы.

### 4.3. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней

#### с учетом собственного веса

Для стального бруса по заданной схеме (рис. 4.1 – 4.3) с учетом собственного веса и при продольных нагрузках  $F_1, F_2, F_3$  (табл. 4.1), (принять  $F_3 = 2 F_1$ ) требуется:

1. Построить эпюры продольных сил  $N_x$ , нормальных напряжений  $\sigma_x$  и перемещений  $U_x$ .
2. Вычислить полное удлинение (укорочение) бруса и перемещение сечения I-I для заданных геометрических размеров, заданной схемы, где  $\gamma = 77$  кН/м<sup>3</sup> - удельный вес материала.

Варианты заданий даны на рис. 4.1, 4.2. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

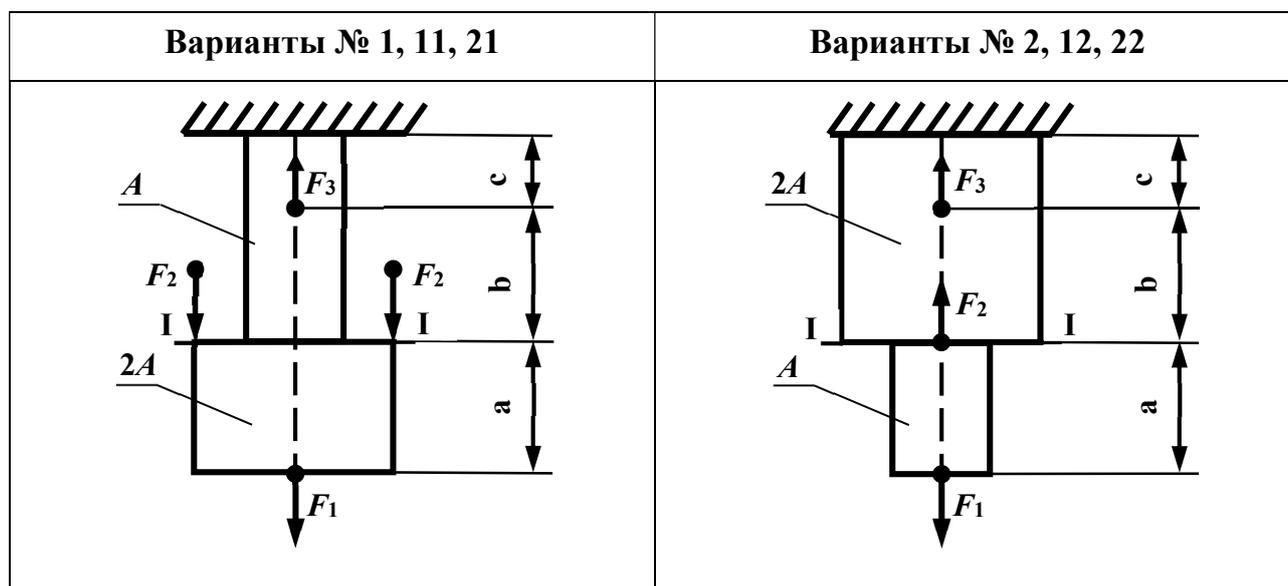


Рис. 4.1. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней с учетом собственного веса.  
Варианты задания 1-2, 11 – 12, 21 – 22

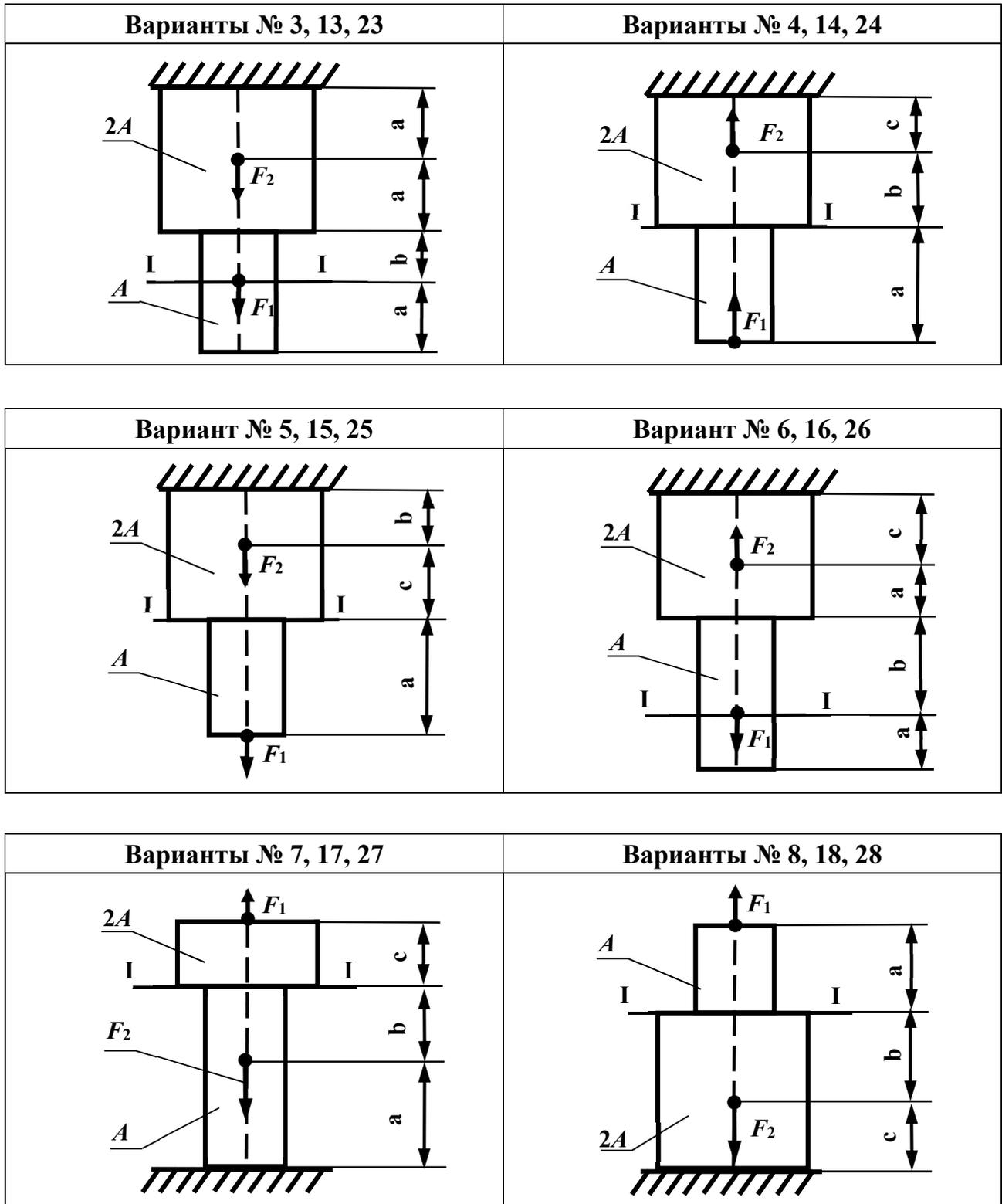


Рис. 4.2. Задание 6. Осовая деформация растяжения-сжатия стержней с учетом собственного веса.

Варианты задания 3-8, 13 – 18, 23 – 28

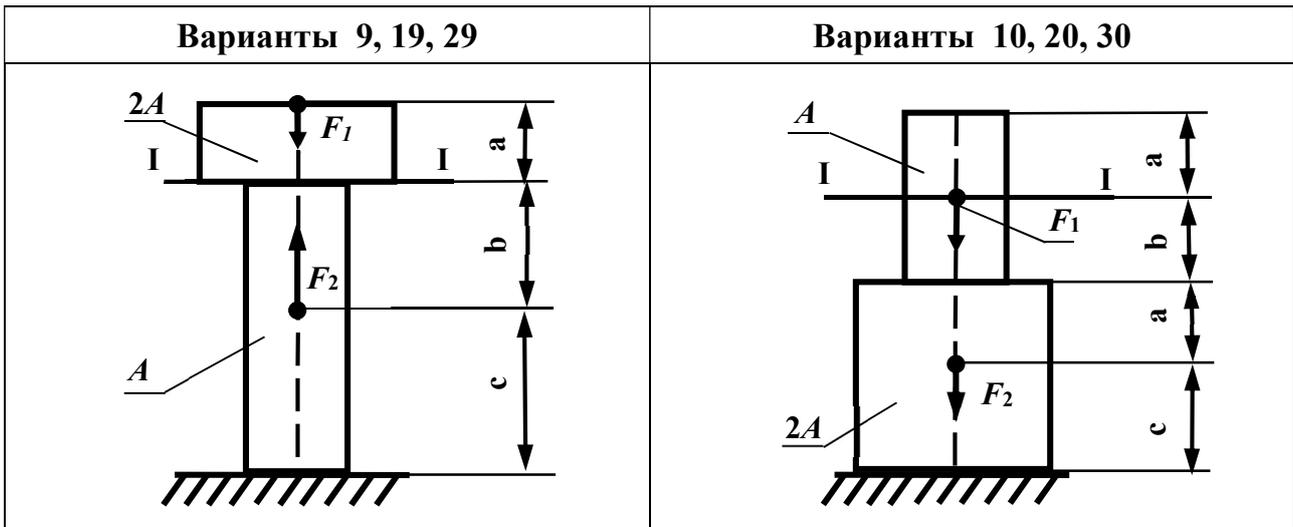


Рис. 4.3. Задание 6. Осевая деформация растяжения-сжатия стержней с учетом собственного веса.  
Варианты задания 9-10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 4.1

**Исходные данные задания 6. Деформация растяжения – сжатия**

Номер варианта задания	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м	$A$ , см <sup>2</sup>	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН
1	2,0	1,0	1,5	50	30	17
2	1,5	1,7	2,0	10	32	45
3	1,2	2,3	2,0	12	34	55
4	1,0	2,5	1,6	60	36	10
5	2,0	3,0	2,2	20	40	35
6	1,0	2,5	1,6	25	22	70
7	1,1	2,2	3,0	30	20	26
8	1,2	2,3	1,4	35	18	38
9	1,4	2,1	1,6	40	16	90
10	1,5	1,0	1,8	45	12	54
11	1,6	1,1	2,0	14	10	25
12	1,0	1,2	2,2	36	25	10
13	2,5	1,8	2,4	38	32	55
14	2,4	2,0	1,0	22	36	42
15	2,2	2,4	1,4	24	42	12
16	2,1	2,2	3,5	26	52	75

Номер варианта задания	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м	$A$ , см <sup>2</sup>	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН
17	1,0	2,1	3,0	30	40	65
18	1,0	3,5	2,2	28	55	10
19	1,8	3,0	1,4	32	65	18
20	1,5	1,1	2,0	45	60	22
21	1,5	1,0	1,8	44	50	10
22	2,0	1,8	1,0	25	22	58
23	1,6	2,0	1,6	45	30	33
24	1,4	2,5	3,0	55	45	16
25	1,0	2,2	1,4	16	48	50
26	1,3	2,2	3,0	22	50	14
27	1,5	1,8	2,4	40	60	22
28	2,0	1,5	1,0	36	35	40
29	2,5	2,0	1,8	48	14	30
30	2,2	3,0	2,5	15	27	45

**Пример выполнения задания 6. Деформация растяжения-сжатия стержня с учетом собственного веса.**

Стальной стержень ( $E=2 \cdot 10^5$  МПа) находится под действием продольной силы  $F$  и собственного веса ( $\gamma = 77$  кН/м<sup>3</sup> - удельный вес материала). Построить эпюру продольных усилий  $N_x$ , эпюру нормальных напряжений  $\sigma_x$ , эпюру перемещений  $U_x$ . Вычислить перемещение сечения  $\delta_{I-I}$ .

Дано:  $A = 60$  см<sup>2</sup> =  $60 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>,  $a = 1,0$  м,  $b = 1,5$  м,  $c = 2,5$  м,  $F = 40$  кН

*Решение*

1. Условно разделим стальной стержень на 3 участка (рис. 4.4), вычислим вес каждого участка:

$$G_a = 2 \cdot A \cdot a \cdot \gamma = 2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \cdot 77 \cdot 1,0 = 9240 \cdot 10^{-4} \text{ кН} = 0,92 \text{ кН};$$

$$G_b = 2 \cdot A \cdot b \cdot \gamma = 2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \cdot 77 \cdot 1,5 = 1,39 \text{ кН};$$

$$G_c = A \cdot c \cdot \gamma = 60 \cdot 10^{-4} \cdot 77 \cdot 2,5 = 1,16 \text{ кН}.$$

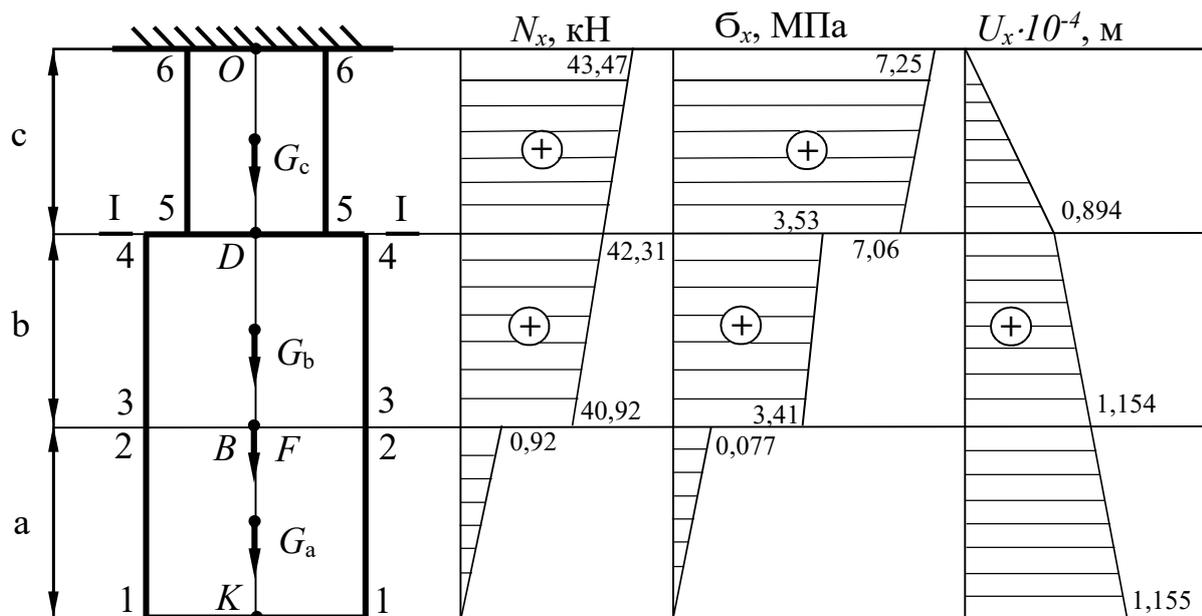


Рис. 4.4. Пример построения эпюр продольных сил  $N_x$ , нормальных напряжений  $\sigma_x$ , осевых перемещений  $U_x$

2. Проверим целесообразность учёта собственного веса в данной задаче.

Суммарный вес стержня:  $\sum G = G_A + G_B + G_C = 0,92 + 1,39 + 1,16 = 3,47 \text{ кН}$ .

Заданная нагрузка  $F=40 \text{ кН}$ . Вычислим процент, который составит суммарный вес стержня к заданной величине силы:

$$\delta = \frac{\sum G \cdot 100\%}{F} = \frac{3,47 \text{ кН} \cdot 100\%}{40 \text{ кН}} = 8,68\% ;$$

$\delta = 8,68\% > [5\%]$ , следовательно, собственный вес стержня учитывать необходимо.

3. Вычислим продольные усилия  $N_x$ , нормальные напряжения  $\sigma_x$  и построим эпюры « $N_x$ », « $\sigma_x$ » в выбранном масштабе, (+) – деформация растяжения, (–) – деформация сжатия.

Участок 1-2:  $N_{1-1} = 0$  ;  $N_{2-2} = G_A$

	$N$	$\sigma$
1 – 1	0	0
2 – 2	0,92	0,077

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_{1-1}}{2 \cdot A} = 0$$

$$\sigma_{2-2} = \frac{N_{2-2}}{2 \cdot A} = \frac{0,92 \cdot 10^3 \text{ Н}}{2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 0,077 \text{ МПа}$$

Участок 3-4:  $N_{3-3} = G_A + F$ ;  $N_{4-4} = G_A + G_B + F$ .

	$N$	$\sigma$
3 – 3	40,92	3,41
4 – 4	42,31	3,53

$$\sigma_{3-3} = \frac{N_{3-3}}{2 \cdot A} = \frac{40,92 \cdot 10^3 \text{ Н}}{2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 3,41 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{4-4} = \frac{N_{4-4}}{2 \cdot A} = \frac{42,31 \cdot 10^3 \text{ Н}}{2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 3,53 \text{ МПа};$$

Участок 5-6:  $N_{5-5} = G_A + G_B + F$ ;  $N_{6-6} = G_A + G_B + G_C + F$ .

	$N$	$\sigma$
5 – 5	42,31	7,06
6 – 6	43,47	7,25

$$\sigma_{5-5} = \frac{N_{5-5}}{A} = \frac{42,31 \cdot 10^3 \text{ Н}}{60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 7,06 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{6-6} = \frac{N_{6-6}}{A} = \frac{43,47 \cdot 10^3 \text{ Н}}{60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 7,25 \text{ МПа}.$$

По полученным данным строим эпюры в выбранном масштабе, в данном случае все участки растянуты, следовательно, произошла деформация растяжения (+).

4. Вычислим перемещение сечения I-I:  $\delta_{I-I} = \Delta c$ ; – равно сумме перемещений деформаций участков. Используем развернутый закон Гука для определения деформации (удлинения) каждого участка:

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA};$$

$$\Delta l = \Delta a + \Delta b + \Delta c,$$

$$\text{где } \Delta a = \frac{G_a \cdot a}{E \cdot 2A} = \frac{0,92 \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot 1 \text{ м}}{2 \cdot 10^5 \text{ МПа} \cdot 2 \cdot 60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 0,00192 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$\Delta b = \frac{(G_a + F + \frac{G_b}{2}) \cdot b}{E \cdot 2A} = 0,26 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$\Delta c = \frac{(G_a + F + G_b + \frac{G_c}{2}) \cdot c}{E \cdot A} = 0,894 \cdot 10^{-4} \text{ м},$$

тогда:

$$\Delta l = 0,00192 \cdot 10^{-4} + 0,26 \cdot 10^{-4} + 0,894 \cdot 10^{-4} = 1,156 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Для построения эпюры перемещений  $U_x$ , рассмотрим перемещение поперечного сечения стержня в характерных точках: О, В, С, К.

$$U_0 = 0;$$

$$U_D = U_0 + \Delta c = 0,894 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$U_B = U_D + \Delta b = 1,154 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$U_K = U_B + \Delta a = 1,155 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

Перемещение сечения I-I:  $\delta_{I-I} = \Delta c = 0,894 \cdot 10^{-4} \text{ м}$  – происходит за счёт растяжения верхнего участка «с».

При заданной схеме происходит удлинение стержня на длину  $\Delta l = 1,155 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ .

#### 4.4. Деформация кручения вала

*Деформация кручения* возникает при действии на вал пар сил, действующих в плоскостях, перпендикулярных к его продольной оси.

При расчетах вала на кручение выполняются следующие условия прочности и жесткости:  $\tau_{\max} \leq \tau_{\text{adm}}$ ,  $\varphi_{\max} \leq \varphi_{\text{adm}}$ , где  $\tau_{\max}$  – максимальное касательное напряжение,  $\varphi_{\max}$  – максимальный угол закручивания вала.

Для определения максимального касательного напряжения и максимального угла закручивания необходимо иметь представление о том, как

изменяется величина крутящего момента по длине вала. Текущие значения крутящих моментов определяются графиками их изменения, называемыми эпюрами. Вал по длине делится на участки вертикальными линиями, проведенными через те сечения, где приложены моменты пар сил. На каждом участке крутящий момент имеет постоянное значение и равен алгебраической сумме моментов относительно продольной оси, приложенных слева от сечения, проведенного условно на данном участке, или же приложенных справа от этого сечения.

Правило знаков: момент в сечении считается положительным, если, смотря на торцевое крайнее правое сечение вала, момент направлен по ходу часовой стрелки. Параллельно продольной оси вала проводится нулевая линия, от которой положительные моменты откладываются вверх, отрицательные – вниз в выбранном масштабе. Эпюра штрихуется вертикальными линиями.

Диаметр сечения вала определяется из условия прочности:

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_p} \leq \tau_{\text{adm}}, \text{ где } T_{\max} \text{ – максимальный крутящий момент из эпюры } T;$$

$$W_p = \frac{J_p}{d/2} = \frac{(\pi d^4/32)}{(d/2)} = \frac{\pi d^3}{16} \text{ – полярный момент сопротивления сечения.}$$

Исходя из условия прочности  $\frac{\pi d^3}{16} \geq \frac{T_{\max}}{\tau_{\text{adm}}}$  можно определить диаметр

вала:  $d \geq \sqrt[3]{\frac{16T_{\max}}{\pi\tau_{\text{adm}}}}$ . Углы закручивания вала на отдельных участках

определяются по формуле:  $\varphi = \frac{Tl}{GJ_p}$ , где  $T$  – крутящий момент на

рассматриваемом участке вала, взятый из эпюры моментов;  $l$  – длина участка

вала;  $GJ_p$  – жесткость вала при кручении;  $G$  – модуль сдвига;  $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$  –

полярный момент инерции поперечного сечения вала.

При построении эпюры углов закручивания вала необходимо помнить, что полный угол закручивания равен алгебраической сумме углов закручивания вала на отдельных участках. Значения углов закручивания в промежуточных сечениях определяются по формуле:  $\alpha_{\text{прав}} = \alpha_{\text{лев}} + \varphi$ , где  $\alpha_{\text{лев}}$  – суммарный угол закручивания всех участков, которые находятся слева от рассматриваемого участка;  $\varphi$  – угол закручивания на данном участке. Для определения максимального относительного угла закручивания определяют углы для каждого участка по формуле:  $\theta = \frac{\varphi}{l}$ , где  $l$  – длина рассматриваемого участка.

#### 4.5. Задание 7. Деформация кручения статически неопределимого вала

К стальному валу приложены три известных момента:  $T_1=1100$  Н·м,  $T_2=1400$  Н·м,  $T_3 = 1800$  Н·м,  $a = 1,1$  м,  $b = 1,4$  м,  $c = 1,8$  м (рис. 4.7).

Требуется:

1. Установить, при каком значении момента  $X$  угол закручивания правого концевого сечения вала равен нулю.
2. Построить эпюру крутящих моментов.
3. При заданном значении  $\tau_{\text{adm}}$  определить диаметр вала из расчета на прочность и округлить его величину до ближайшего большего, соответственно, равного 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 мм.
4. Построить эпюру углов закручивания.
5. Найти наибольший относительный угол закручивания и проверить вал на жесткость при  $\theta_{\text{adm}} = 1,5$  град/м.

Варианты заданий даны на рис. 4.5, 4.6. Исходные данные приведены в табл. 4.2.

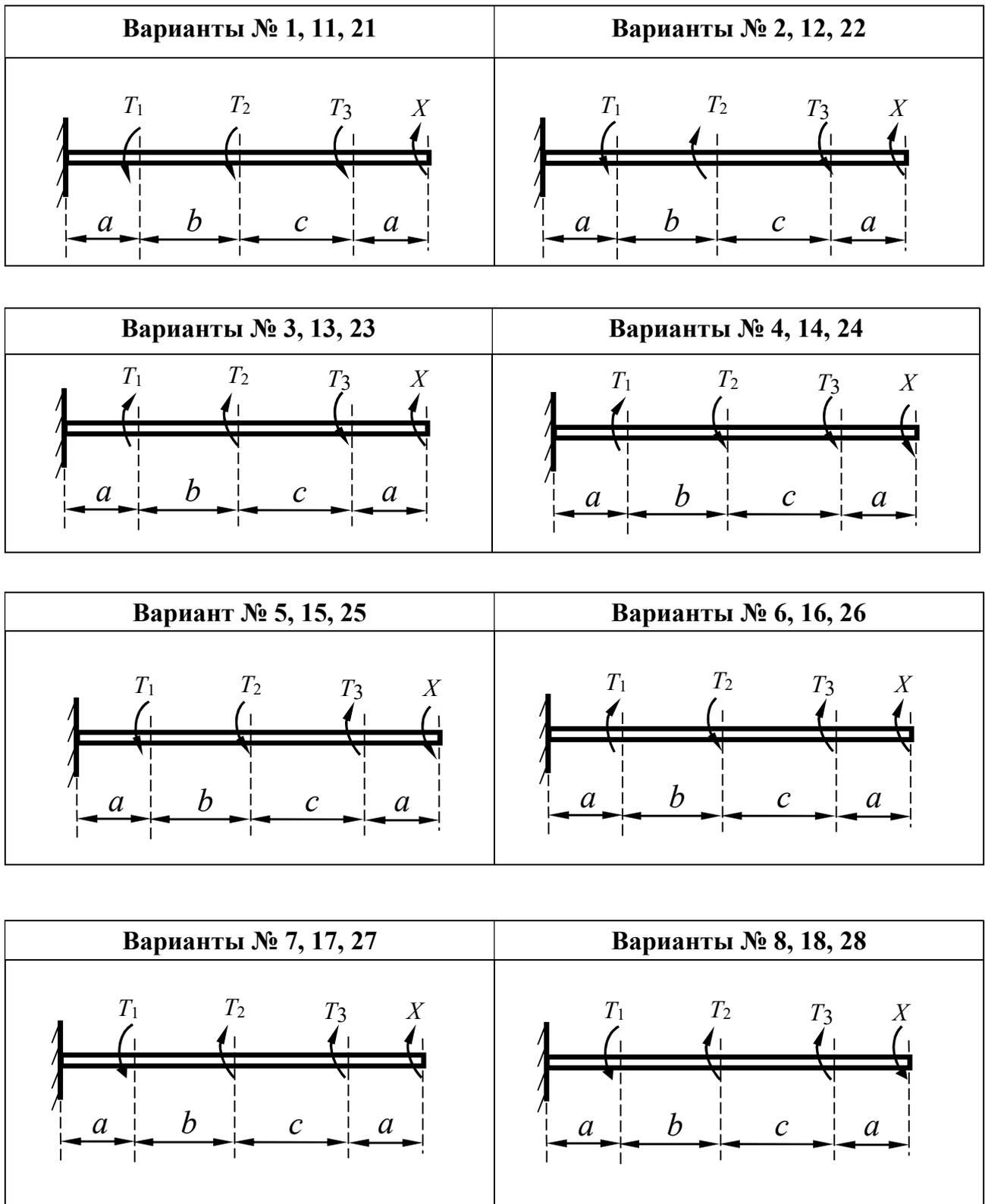


Рис. 4.5. Задание 7. Деформация кручения статически неопределимого вала.  
Варианты задания 1-8, 11 – 18, 21 – 28

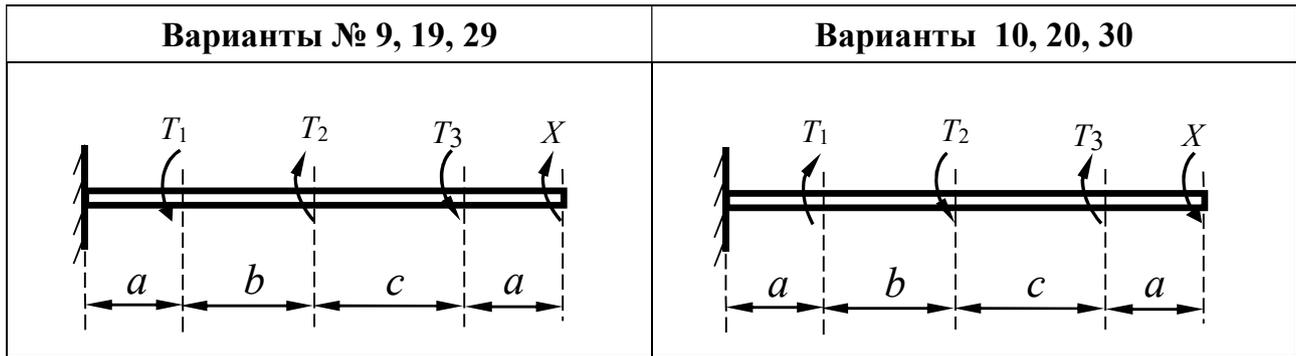


Рис. 4.6. Задание 7. Деформация кручения статически неопределимого вала.  
Варианты задания 9-10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 4.2

### Исходные данные задания 7. Деформация кручения вала

Номер варианта задания	Расстояние, м			Момент, Н·м			$\tau_{adm}$ , МПа
	$a$	$b$	$c$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	
<b>1</b>	1,1	1,2	1,1	1100	1000	1200	35
<b>2</b>	1,2	1,3	1,2	1200	1100	1000	40
<b>3</b>	1,3	1,4	1,3	1300	1200	1100	45
<b>4</b>	1,4	1,5	1,4	1400	1300	1200	50
<b>5</b>	1,5	1,6	1,5	1500	1400	1300	55
<b>6</b>	1,6	1,7	1,6	1600	600	1500	60
<b>7</b>	1,7	1,8	1,7	1700	700	1600	65
<b>8</b>	1,8	1,9	1,8	1800	800	1700	70
<b>9</b>	1,9	2,0	1,9	1900	900	1800	75
<b>10</b>	1,6	1,7	1,6	1600	600	1500	60
<b>11</b>	1,7	1,8	1,7	1700	700	1600	65
<b>12</b>	1,8	1,9	1,8	1800	800	1700	70
<b>13</b>	1,9	2,0	1,9	1900	900	1800	75
<b>14</b>	2,0	2,1	2,0	2000	1000	2100	80
<b>15</b>	1,2	1,9	1,1	1000	1200	1300	45
<b>16</b>	1,3	1,8	1,2	1000	1500	1000	40

Номер варианта задания	Расстояние, м			Момент, Н·м			$\tau_{adm}$ , МПа
	$a$	$b$	$c$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	
17	1,4	1,7	1,3	1200	1300	1000	55
18	1,5	1,6	1,4	1400	1600	900	50
19	1,6	1,5	1,8	1600	1800	700	65
20	1,7	1,4	2,0	1800	2000	500	60
21	1,8	1,3	2,1	2000	1900	1400	75
22	1,9	1,2	2,2	1900	1700	1200	70
23	2,0	1,1	2,3	1700	1500	1000	35
24	2,1	1,0	2,4	1500	1300	800	40
25	2,2	1,2	2,0	1300	1100	600	45
26	2,3	1,4	2,2	1100	900	400	50
27	1,0	1,6	2,1	1000	700	200	55
28	1,2	1,4	1,6	900	500	1900	60
29	1,4	1,2	1,8	800	1000	1700	65
30	1,6	1,0	1,9	700	1100	1500	70

### Пример выполнения задания 7. Деформация кручения статически неопределимого вала

Задача является статически неопределимой, так как невозможно определить из одного уравнения равновесия два неизвестных момента  $T_p$  и  $X$ .

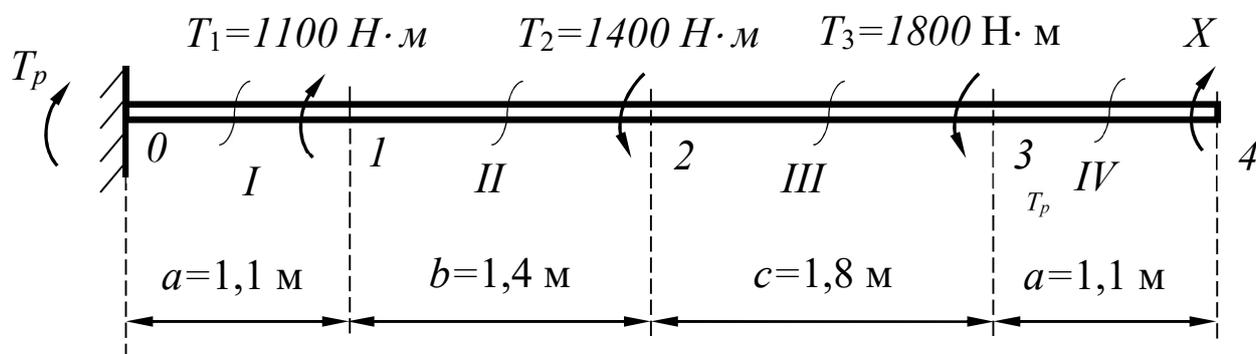


Рис. 4.7. Стальной вал

### Решение

1. Для решения составим одно уравнение статики и одно уравнение совместности деформации. Уравнение статики представляем в виде уравнения моментов относительно продольной оси вала:

$$\sum T = T_p + T_1 - T_2 - T_3 + X = 0.$$

Угол закручивания правого концевого сечения может быть выражен как алгебраическая сумма взаимных углов закручивания сечений отдельных участков под действием каждого из моментов в отдельности:

$$\sum \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 = 0,$$

где  $\varphi_1$  – угол закручивания вала на участке 0-1 под действием момента  $T_1$ ;  $\varphi_2$  – угол закручивания вала на участке под действием момента  $T_2$ ;  $\varphi_3$  – угол закручивания вала на участке под действием момента  $T_3$ ;  $\varphi_4$  – угол закручивания вала на участке 3-4 под действием неизвестного момента  $X$ .

При этом

$$\varphi_1 = \frac{T_1 a}{GJ_p}; \quad \varphi_2 = -\frac{T_2(a+b)}{GJ_p}; \quad \varphi_3 = -\frac{T_3(a+b+c)}{GJ_p}; \quad \varphi_4 = \frac{X(2a+b+c)}{GJ_p}.$$

$$\begin{aligned} \sum \varphi &= \frac{T_1 a}{GJ_p} - \frac{T_2(a+b)}{GJ_p} - \frac{T_3(a+b+c)}{GJ_p} + \frac{X(2a+b+c)}{GJ_p} = \\ &= T_1 a - T_2(a+b) - T_3(a+b+c) + X(2a+b+c) = 0. \end{aligned}$$

Подставив данные, получим:  $1100 \cdot 1,1 - 1400 \cdot 2,5 - 1800 \cdot 4,3 + X \cdot 5,4 = 0$ ;

откуда  $X = \frac{-1210 + 3500 + 7740}{5,4} = 1857 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

Реактивный момент находим из уравнения статики:

$$T_p = -T_1 + T_2 + T_3 - X;$$

$$T_p = -1100 + 1400 + 1800 - 1857 = 243 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2. Для построения эпюры моментов (рис. 4.8) определяем значения моментов методом сечений.

В сечении IV-IV  $T_{IV} = 1857 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

В сечении III-III  $T_{III} = 1857 - 1800 = 57 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

В сечении II-II  $T_{II} = 1857 - 1800 - 1400 = -1343 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

В сечении I-I  $T_I = 1857 - 1800 - 1400 + 1100 = -243 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

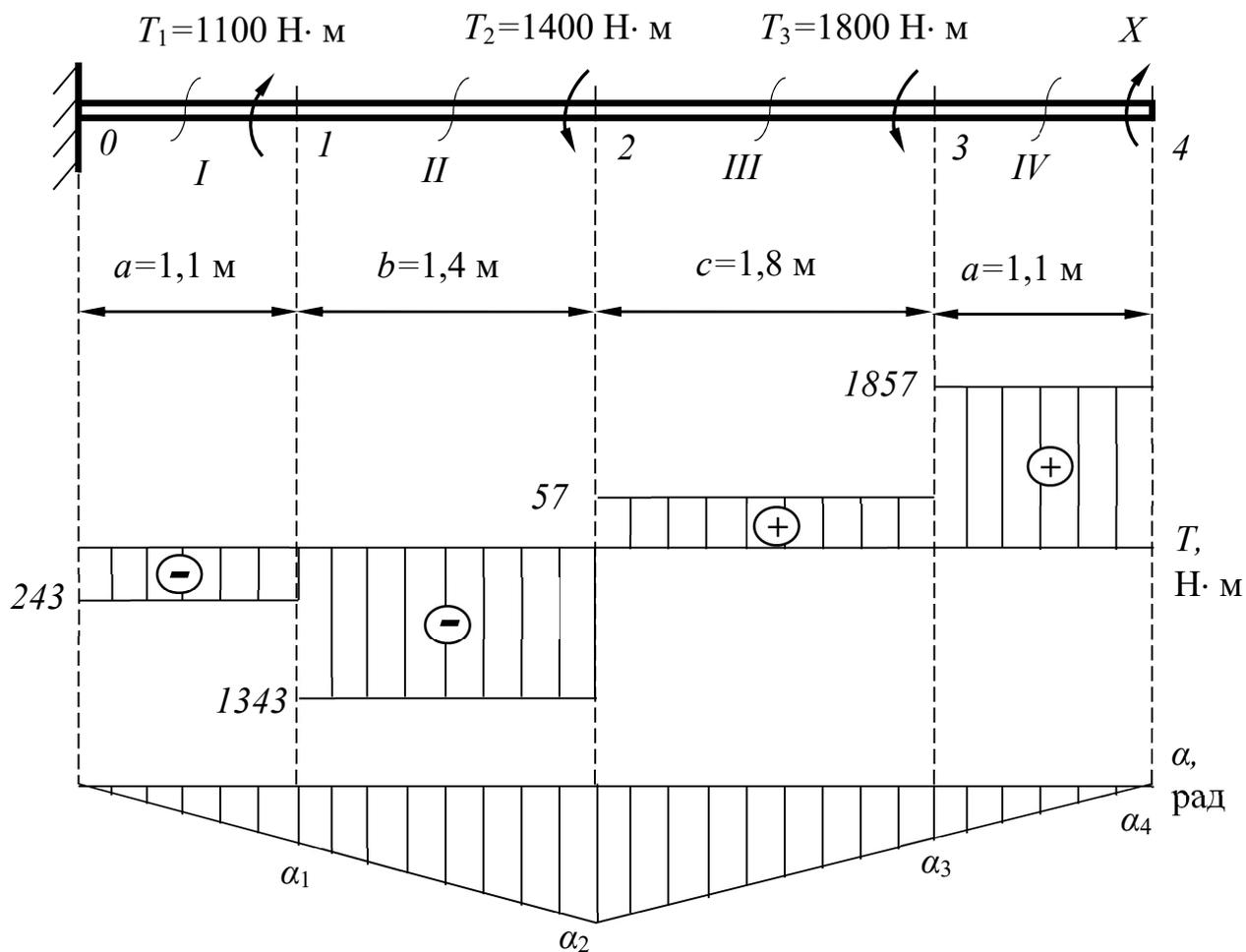


Рис. 4.8. Пример построения эпюр крутящих моментов  $T$ , углов закручивания вала  $\alpha$

3. Найдем полярный момент инерции сечения:

$$W_P \geq \frac{|T_{\max}|}{\tau_{\text{adm}}} \geq \frac{1857}{60 \cdot 10^6} \geq 30,95 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3,$$

где  $\tau_{\text{adm}}=60 \text{ МПа}$ ;  $T_{\max} = 1857 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

Из соотношения  $W_P = \frac{\pi d^3}{16}$  найдем диаметр вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_P}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 30,95 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 55 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр вала равным 60 мм.

4. Найдем углы закручивания вала  $\varphi$  на участках I, II, III, IV.

Полярный момент инерции сечения будет:

$$J_p = \frac{3,14 \cdot 6^4}{32} = 127,2 \text{ см}^4 = 127,2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

$$\varphi_I = \frac{T_I a}{G J_p} = -\frac{243 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1}{8 \cdot 10^4 \cdot 127,2 \cdot 10^{-8}} = -0,0026 \text{ рад};$$

$$\varphi_{II} = \frac{T_{II} b}{G J_p} = -\frac{-1343 \cdot 10^{-6} \cdot 1,4}{8 \cdot 10^4 \cdot 127,2 \cdot 10^{-8}} = -0,0185 \text{ рад};$$

$$\varphi_{III} = \frac{T_{III} c}{G J_p} = \frac{57 \cdot 10^{-6} \cdot 1,8}{8 \cdot 10^4 \cdot 127,2 \cdot 10^{-8}} = 0,0010 \text{ рад};$$

$$\varphi_{IV} = \frac{T_{IV} a}{G J_p} = \frac{1857 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1}{8 \cdot 10^4 \cdot 127,2 \cdot 10^{-8}} = 0,0200 \text{ рад.}$$

В месте жёсткой заделки в сечении 0 вал неподвижен. Найдем углы закручивания вала в сечениях I, II, III, IV:

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \varphi_I = 0 - 0,0026 \text{ рад};$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \varphi_{II} = -0,0026 - 0,0185 = -0,0211 \text{ рад};$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + \varphi_{III} = -0,0211 + 0,001 = -0,0201 \text{ рад};$$

$$\alpha_4 = \alpha_3 + \varphi_{IV} = -0,0201 + 0,02 = -0,0001 \approx 0 \text{ рад.}$$

Строим эпюру углов закручивания (см. рис. 4.8). Далее определим относительный угол закручивания на каждом участке:

$$\theta_I = \frac{\varphi_I}{1,1} = -\frac{0,0026}{1,1} = -0,0023 \text{ рад/м};$$

$$\theta_{II} = \frac{\varphi_{II}}{1,4} = -\frac{0,0185}{1,4} = -0,0132 \text{ рад/м};$$

$$\theta_{III} = \frac{\varphi_{III}}{1,8} = \frac{0,0010}{1,8} = 0,0006 \text{ рад/м};$$

$$\theta_{IV} = \frac{\varphi_{IV}}{1,1} = \frac{0,0200}{1,1} = 0,0182 \text{ рад/м}.$$

5. Наибольшим является относительный угол закручивания на участке 3-4:

$$\theta_{\max} = 0,0182 \text{ рад/м} = 0,0182 \frac{180^\circ}{\pi} = 1,04 \text{ град/м}.$$

Таким образом,  $\theta_{\max} = 1,04 \text{ град/м} < \theta_{\text{adm}} = 1,5 \text{ град/м}$ , т. е. условие жесткости выполняется.

#### 4.6. Деформация поперечного изгиба балок

##### Основные понятия

*Деформация поперечного изгиба* может возникнуть от любых нагрузок, если линии действия этих нагрузок находятся в плоскости, проходящей через продольную ось балки. Если в такой плоскости располагается одна из главных осей инерции поперечного сечения, то возникает деформация плоского изгиба.

Балки своими концами могут быть закреплены на шарнирных неподвижных и подвижных опорах или опоре в виде жесткой заделки.

##### Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

От действия внешних нагрузок в поперечных сечениях балок возникают внутренние силовые факторы – *поперечные силы* и *изгибающие моменты*. Для их нахождения пользуемся методом сечений и, применяя равновесие сил, приводим внешние нагрузки к центру тяжести поперечного сечения.

Поперечная сила  $Q_x$  в любом сечении равна *алгебраической сумме* проекций всех внешних сил, приложенных с одной стороны от рассматриваемого сечения, на ось, перпендикулярную к продольной оси балки.

Изгибающий момент  $M_x$  в любом сечении равен *алгебраической сумме* моментов всех сил, действующих с одной стороны от рассматриваемого сечения балки, относительно центра тяжести сечения.

*Правило знаков для  $Q_x$  и  $M_x$*  (см. рис. 4.9, 4.10):

1) поперечная сила считается положительной, если она сдвигает левую часть балки от сечения вверх, а правую часть балки вниз;

2) изгибающий момент в сечении считается положительным, если он изгибает балку выпуклостью вниз; при изгибе балки выпуклостью вверх изгибающий момент считается отрицательным.

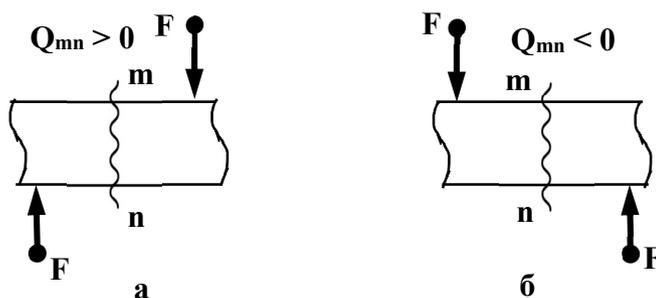


Рис. 4.9. Правило знаков при построении эпюр поперечных сил  $Q_x$

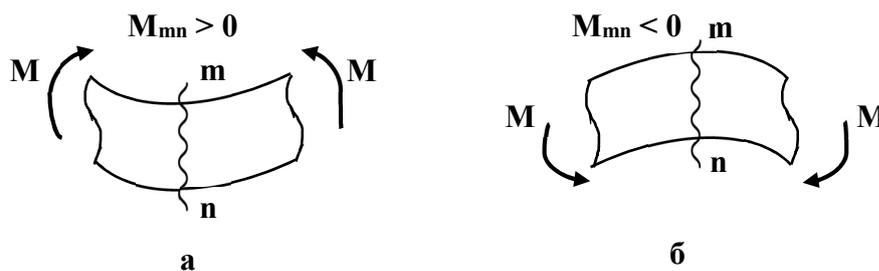


Рис. 4.10. Правило знаков при построении эпюр изгибающих моментов  $M_x$

Уравновесить момент внешних сил может только момент внутренних сил упругости, который образован силами, направленными нормально к сечению балки. Поперечная сила может быть уравновешена силой, которая является равнодействующей внутренних сил упругости, расположенных в плоскости сечения балки.

Таким образом, нормальные напряжения, возникающие в поперечных сечениях балок, зависят от величины изгибающих моментов в этих сечениях, а касательные напряжения – от величины поперечных сил в этих сечениях. Эту зависимость в общем виде можно записать:

$$\sigma = f_1(M_x); \quad \tau = f_2(Q_x).$$

То есть для определения напряжений в поперечных сечениях необходимо знать законы изменения  $Q_x$  и  $M_x$  по длине балок. Для этого строят два графика, называемых *эпюрами поперечных сил и изгибающих моментов*.

*Порядок построения эпюр  $Q_x$  и  $M_x$  сводится к следующему:*

1. Заданная балка вычерчивается в выбранном масштабе с указанием размеров и нагрузок.

2. С помощью уравнений равновесия статики определяют реакции опор с обязательной последующей проверкой.

3. Балка разбивается на отдельные участки. Каждый участок имеет свой закон изменения нагрузки.

4. Для каждого участка записываются уравнения для определения  $Q_x$  и  $M_x$ .

5. Вычисляют ординаты  $Q_x$  и  $M_x$  по составленным для отдельных участков уравнениям;

6. Строят в принятом масштабе эпюры  $Q_x$  и  $M_x$ .

Положительные значения найденных величин откладываются выше нулевой линии эпюры, а отрицательные – ниже ее.

Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов можно выполнить, применяя следующие **контрольные правила** для построения эпюр:

1. На концевых шарнирных опорах  $Q_x$  равны реакциям, а  $M_x$  равны нулю, если на опорах не приложены пары с моментами  $M$ .

2. На участках балки, где отсутствует распределенная нагрузка,

поперечная сила постоянна, а изгибающий момент изменяется по линейному закону.

3. На участках, где приложена равномерно распределенная нагрузка, эпюра  $Q_x$  изменяется по закону прямой наклонной линии, а эпюра  $M_x$  – по закону квадратичной параболы. В том сечении, где эпюра  $Q_x$  пересекается с нулевой линией, на эпюре  $M_x$  наблюдается экстремальное значение момента (вершина параболы).

4. На участках, где приложена нагрузка, изменяющаяся по закону треугольника, эпюра  $Q_x$  изменяется по закону квадратичной параболы, а эпюра  $M_x$  – по закону кубической параболы.

5. В тех сечениях, где приложены сосредоточенные силы (включая и реакции), на эпюре  $Q_x$  наблюдаются скачки (перепады) на величину этих сил, а на эпюре  $M_x$  – переломы смежных линий.

6. В тех сечениях, где приложены пары с моментами  $M$ , на эпюре  $M_x$  наблюдаются скачки на величину этих моментов.

7. На свободном конце консольной балки поперечная сила  $Q_x$  равна нулю, если в этом месте не приложена сосредоточенная сила; и изгибающий момент  $M_x$  равен нулю, если в этом месте не приложена пара с моментом  $M$ .

8. В жесткой заделке консольной балки  $Q_x$  равна реакции, а изгибающий момент  $M_x$  равен моменту заделки.

#### 4.7. Подбор поперечного сечения балки

Нормальные напряжения при изгибе определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{M_x}{J_{\text{н.о.}}} \cdot y, \text{ где } M_x \text{ – изгибающий момент в сечении; } J_{\text{н.о.}} \text{ – момент инерции}$$

сечения относительно нейтральной оси поперечного сечения (нейтральная ось – это ось, в любой точке которой нормальные напряжения всегда равны нулю);

$y$  – расстояние до рассматриваемого волокна от нейтральной оси.

Касательные напряжения при изгибе могут быть определены по формуле

Д. И. Журавского:  $\tau = \frac{Q_x S_{н.о.}}{J_{н.о.} b}$ , где  $Q_x$  – поперечная сила в сечении;  $S_{н.о.}$  –

статический момент площади отсеченной части поперечного сечения выше уровня, на котором определяются касательные напряжения относительно нейтральной оси;  $b$  – ширина сечения на уровне, для которого определяются напряжения.

*Подбор поперечного сечения балки* производится на основании

следующего **условия прочности**:  $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{н.о.}} \leq \sigma_{\text{adm}}$ , откуда  $W_{н.о.} \geq \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{adm}}}$ , где

$M_{\max}$  – максимальный изгибающий момент, взятый из эпюры  $M_x$ ;  $W_{н.о.}$  – момент сопротивления поперечного сечения балки изгибу относительно нейтральной оси;  $\sigma_{\text{adm}}$  – допускаемое нормальное напряжение для материала балки.

После подбора поперечного сечения производится полная проверка балки на прочность по следующим напряжениям:

а) *по рабочим нормальным напряжениям*:  $\sigma_{\text{раб.}} = \frac{M_{\max}}{W_{н.о.}} \leq \sigma_{\text{adm}}$ , где  $W_{н.о.}$  –

момент сопротивления выбранного поперечного сечения;

б) *по максимальным касательным напряжениям*:  $\tau_{\max} = \frac{Q_{\max} S_{н.о.}}{J_{н.о.} b} \leq \tau_{\text{adm}}$ ,

где  $Q_{\max}$  – наибольшая поперечная сила, взятая из эпюры  $Q_x$ ;  $S_{н.о.}$  – статический момент части площади выбранного поперечного сечения, находящейся выше или ниже нейтральной оси, относительно этой оси;  $b$  – ширина сечения на уровне нейтральной оси;  $J_{н.о.}$  – момент инерции выбранного сечения относительно нейтральной оси.

в) по главным напряжениям

Проверка проводится для балок, ширина сечений которых не постоянна. При этой проверке на основании эпюр выбирают *опасное сечение балки*, в котором *одновременно* значения  $Q_x$  и  $M_x$  *большие*. По формулам определения нормальных и касательных напряжений для этого сечения строят эпюры нормальных и касательных напряжений, а затем определяют главные напряжения для характерных волокон сечения по его высоте, пользуясь формулой:  $\sigma_{1,2} = \frac{1}{2}(\sigma \pm \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2})$ .

Для стальных балок определяют расчётное (эквивалентное) напряжение для верхних (нижних), средних, переходных волокон (где резко изменяется ширина сечения) по III или IV теориям прочности.

Проверка прочности сводится к рассмотрению выполнения следующих условий прочности:  $\sigma_p^{III} = \sigma_1 - \sigma_2 \leq \sigma_{adm}$ ,  $\sigma_p^{IV} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \leq \sigma_{adm}$ .

#### 4.8. Задание 8. Проверка балки на прочность.

##### Деформация балки при поперечном изгибе

Для расчетной схемы балки необходимо:

- 1) Определить реакции на опорах;
- 2) Построить по длине балки *эпюры* изгибающих моментов  $M_x$  и поперечных сил  $Q_x$ ;
- 3) Подобрать поперечное сечение балки двутаврового (приложение 1) либо швеллерного (приложение 2) профиля при допустимых напряжениях:  $\sigma_{adm} = 160$  МПа;  $\tau_{adm} = 100$  МПа;
- 4) Проверить стальную балку на прочность: а) по рабочим нормальным напряжениям, б) по максимальным касательным напряжениям.

Варианты заданий даны на рис. 4.11 – 4.13. Исходные данные приведены в табл. 4.3.

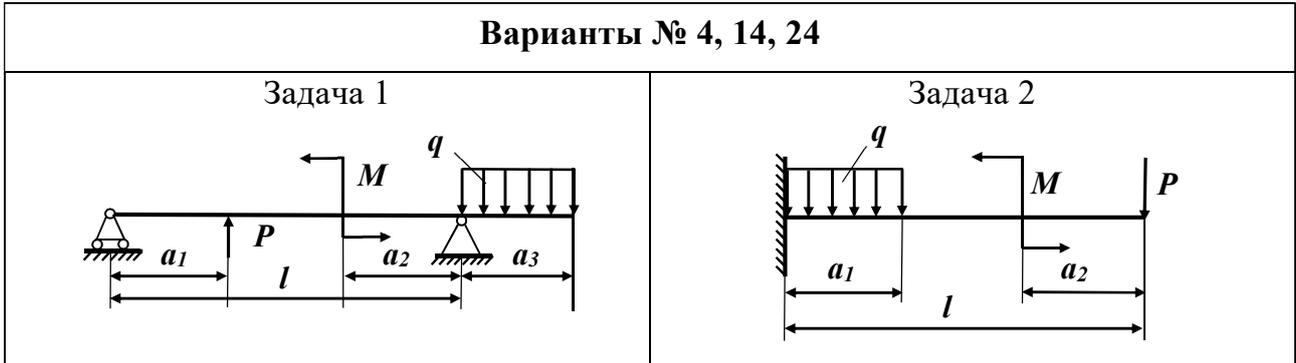
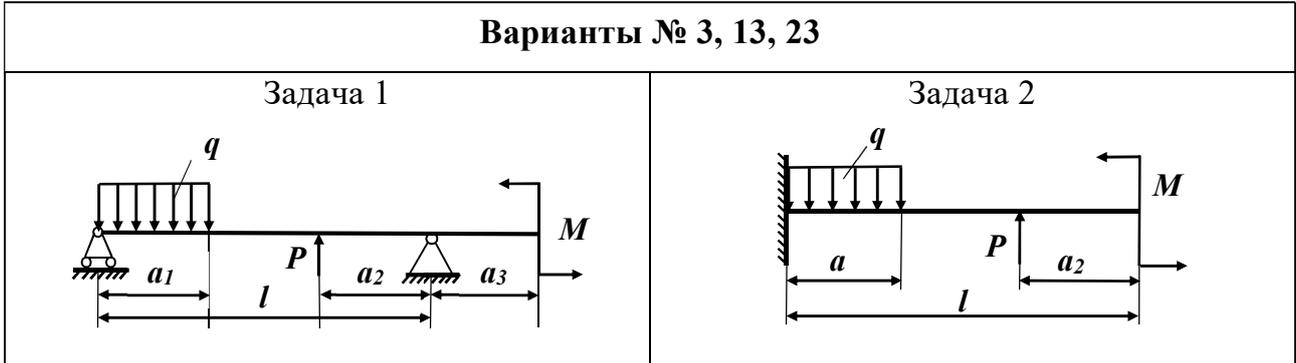
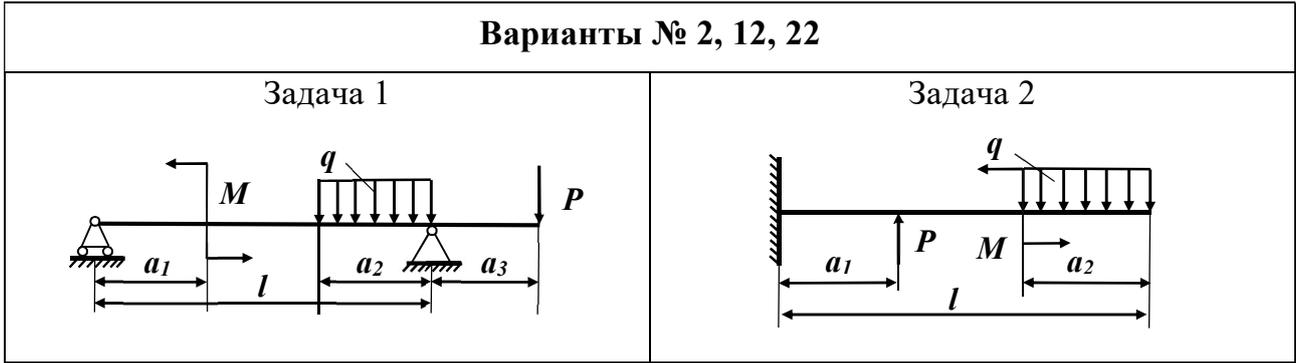
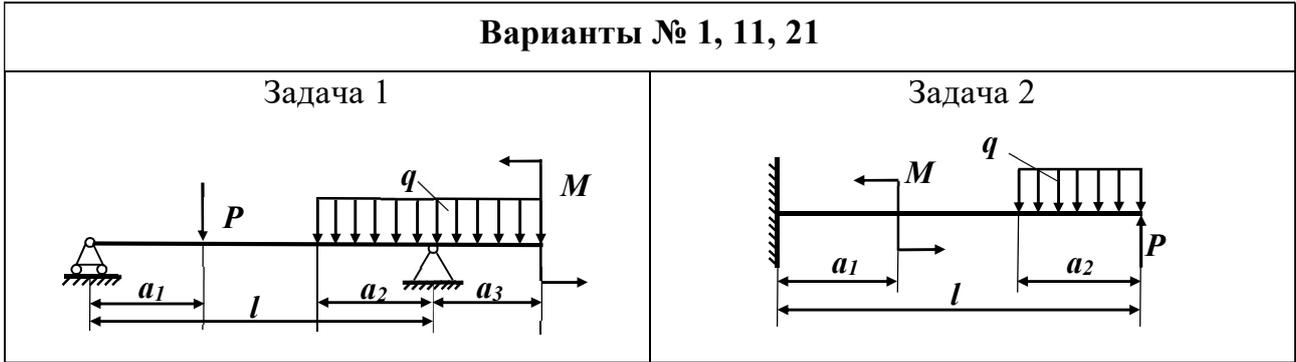


Рис. 4.11. Задание 8. Проверка балки на прочность.  
Деформация балки при поперечном изгибе. Номера вариантов задания 1 – 4,  
11 – 14, 21 – 24

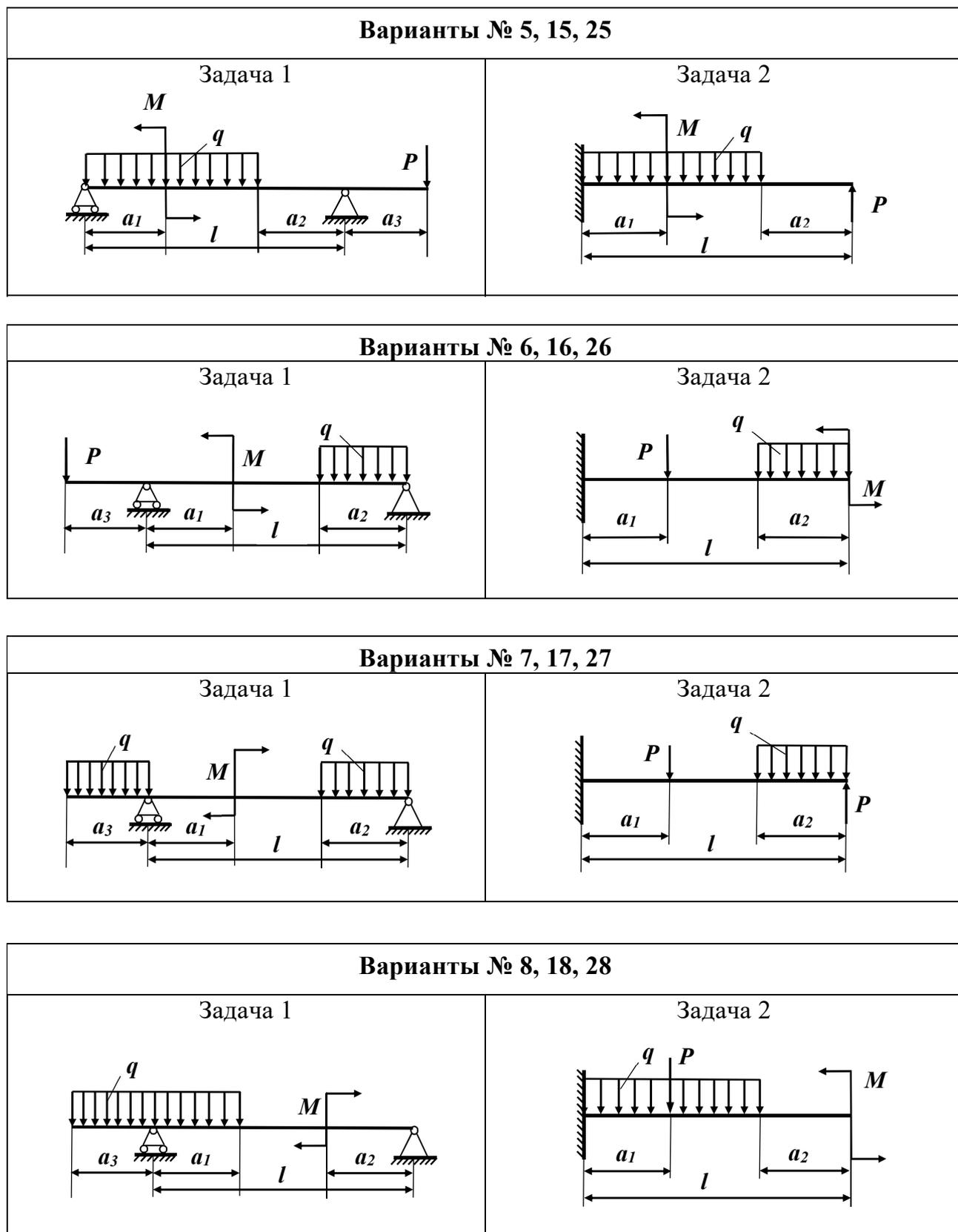


Рис. 4.12. Задание 8. Проверка балки на прочность.  
Деформация балки при поперечном изгибе. Номера вариантов задания 5 – 8,  
15 – 18, 25 – 28

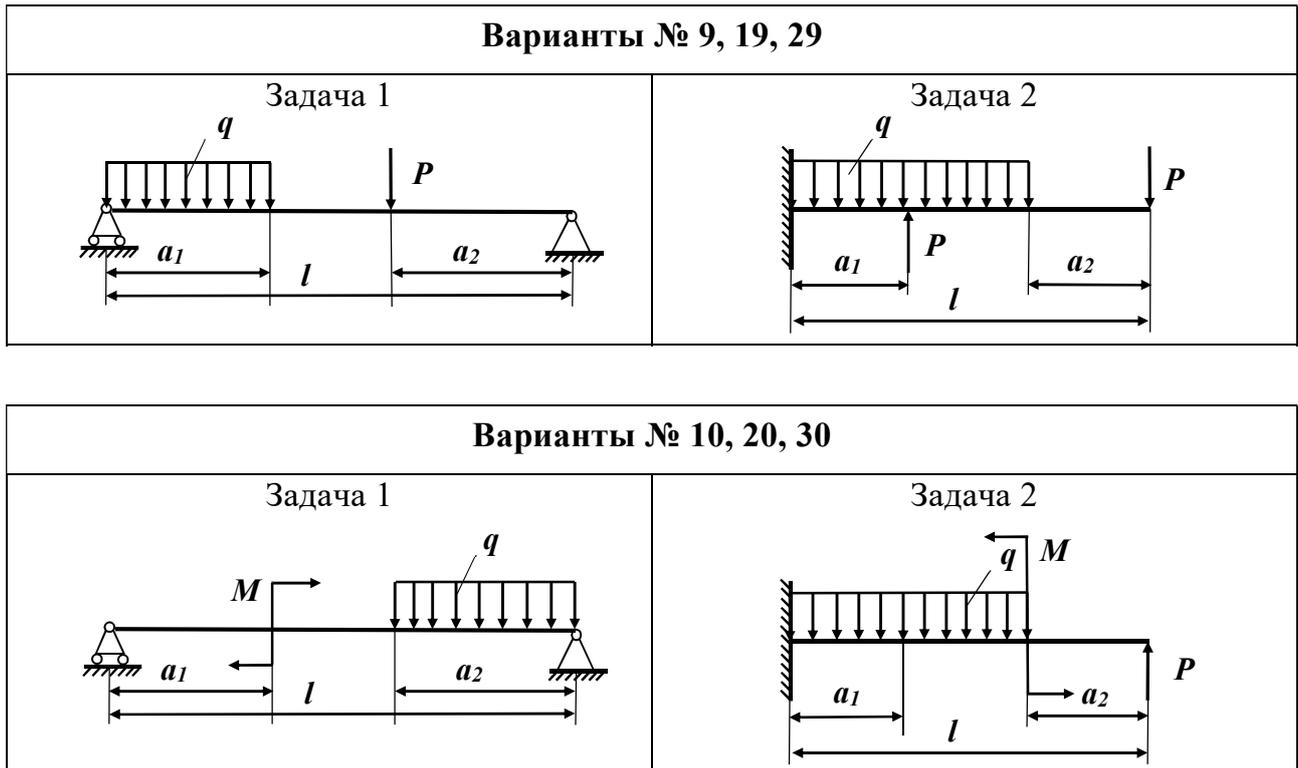


Рис. 4.13. Задание 8. Проверка балки на прочность. Деформация балки при поперечном изгибе. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 4.3

### Исходные данные задания 8

Номер варианта задания	$l$ , м	$a_1$ , м	$a_2$ , м	$a_3$ , м	$q$ , кН/м	$P$ , кН	$M$ , кН·м
<b>1</b>	1	0,1	0,5	0,4	20	15	7
<b>2</b>	1	0,1	0,5	0,2	15	28	44
<b>3</b>	2	0,15	0,5	1	10	7	25
<b>4</b>	2	0,15	0,5	1,5	5	22	10
<b>5</b>	3	0,4	1	1	4	30	42
<b>6</b>	3	0,4	1	0,5	2	15	62
<b>7</b>	4	0,4	1	1	24	10	6
<b>8</b>	4	0,4	2	0,4	22	35	14
<b>9</b>	5	0,5	2	0,5	20	17	44
<b>10</b>	5	0,5	2	0,5	18	40	26
<b>11</b>	6	1	2	1,2	16	25	28
<b>12</b>	6	1	2,5	1	14	50	2
<b>13</b>	7	1	2,5	0,6	12	36	48

Номер варианта задания	$l$ , м	$a_1$ , м	$a_2$ , м	$a_3$ , м	$q$ , кН/м	$P$ , кН	$M$ , кН·м
14	7	2	2,5	0,3	10	44	35
15	8	2	2,5	0,5	8	50	17
16	8	2	3	0,2	6	42	30
17	9	4	3,5	1,2	7	15	65
18	9	4	4	1	5	28	52
19	10	4	4,5	4	4	15	44
20	10	4,5	4	4,5	2	18	60
21	11	4,5	4	4	35	12	25
22	11	5	4	5	30	52	4
23	12	5	5,5	4,5	42	8	52
24	12	5	3	3	20	44	17
25	13	5	2,5	1	24	32	5
26	13	5	6	4	12	5	36
27	14	5	4	5	10	16	3
28	14	10	1	2	5	34	28
29	15	10	3,5	10	15	6	45
30	15	10	2	10	7	10	55

**Пример выполнения задания 8. Расчет балки на прочность. Консольная балка, сложное сечение**

**Задача 1.** Для расчетной схемы с указанными размерами и нагрузками (рис. 4.14) построить по длине балки эпюры изгибающих моментов и поперечных сил.

Подобрать поперечное сечение балки в двух вариантах:

а) прямоугольного профиля, полагая, что балка деревянная при

$\sigma_{adm} = 10$  МПа; соотношение между размерами сечения принять равным:

$$b:h = 1:2;$$

б) двутаврового профиля (табл. 4.3), материал сталь при  $\sigma_{adm} = 160$  МПа,

$$\tau_{adm} = 96 \text{ МПа};$$

в) провести полную проверку стальной балки на прочность.

*Решение.*

1. Расчёт балки следует начинать с расстановки и определения величины опорных реакций. Величина и направление опорных реакций и реактивных моментов могут быть определены из решения уравнений равновесия. Для плоской системы параллельных сил (поперечный плоский изгиб) условия равновесия описываются двумя уравнениями статики:  $\sum M_A = 0$ ;  $\sum M_B = 0$ .

Рассматриваемая балка (см. рис. 4.14) имеет две шарнирные опоры. В опоре  $A$  (шарнирно-подвижной) возникает одна реакция  $R_A$ , в опоре  $B$  (шарнирно-неподвижной) направление реакции в общем случае неизвестно, поэтому разложим её на две составляющие:  $H_B$  – горизонтальную и  $R_B$  – вертикальную. Все нагрузки действуют перпендикулярно продольной оси балки, поэтому из уравнения проекций на горизонтальную ось  $x$  получается, что составляющая  $H_B = 0$ . Запишем уравнения моментов сил относительно опоры  $B$ :

$$\sum M_B = 0, \quad M_1 - R_A \cdot 5 + F \cdot 3 - M_2 + q \cdot 3 \cdot 0,5 = 0.$$

Решаем уравнение относительно  $R_A$ :

$$R_A = \frac{M_1 + F \cdot 3 - M_2 + q \cdot 3 \cdot 0,5}{5} = \frac{30 + 60 \cdot 3 - 50 + 20 \cdot 1,5}{5} = 38 \text{ кН}.$$

Запишем уравнения моментов сил относительно опоры  $A$ :

$$\sum M_A = 0, \quad R_B \cdot 5 - q \cdot 3 \cdot 4,5 - M_2 - F \cdot 2 + M_1 = 0.$$

Решаем уравнение относительно  $R_B$ :

$$R_B = \frac{q \cdot 3 \cdot 4,5 + M_2 + F \cdot 2 - M_1}{5} = \frac{20 \cdot 3 \cdot 4,5 + 50 + 60 \cdot 2 - 30}{5} = \frac{410}{5} = 82 \text{ кН}.$$

Для проверки правильности вычисления опорных реакций составим уравнение проекций всех сил на вертикальную ось  $y$ :

$$\sum y = 0, \quad R_A - F - q \cdot 3 + R_B = 0; \quad 38 - 60 - 60 + 82 = 0, \quad 120 - 120 = 0.$$

Последнее уравнение обращается в тождество, следовательно, величина реакций и их направление определены правильно.

Если в результате решения уравнения реакция имеет отрицательное значение, то следует изменить направление реакции *на противоположное* и в дальнейших расчётах считать её положительной.

2. После определения опорных реакций можно перейти к построению эпюр изгибающих моментов и поперечных сил, предварительно разбив балку по длине на участки, в пределах которых закон изменения внешних нагрузок остаётся постоянным.

Границы участков располагаются в местах приложения моментов пар сил, сосредоточенных сил, начала или конца распределенной нагрузки.

Участки нумеруются слева или справа от концевых сечений балки. Рассчитываемая балка имеет пять участков I – V (см. рис. 4.14).

При составлении аналитических выражений для  $Q_x$  и  $M_x$  в пределах участка I проведём сечение с абсциссой  $x_1$  и рассмотрим равновесие левой части консоли. На эту часть балки действует пара сил с моментом  $M_1 = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , поэтому поперечная сила  $Q_1 = 0$ , а изгибающий момент в любом сечении будет постоянным  $M_1 = -M_1 = -30 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Для составления аналитических выражений  $Q_x$  и  $M_x$  в пределах II-го участка II проводим сечение с абсциссой  $x_2$  и рассматриваем равновесие левой части балки.

$Q_{II} = R_A = 38 \text{ кН}$  – поперечная сила в пределах II участка постоянна.

$$M_{II} = -M_1 + R_A(x_2 - 1).$$

Это уравнение прямой линии, для её построения достаточно определить ординаты изгибающего момента в двух точках (на концах участка):

при  $x_2 = 1 \text{ м}$       $M_{II} = -M_1 = -30 \text{ кН} \cdot \text{м}$

при  $x_2 = 3 \text{ м}$       $M_{II} = -M_1 + R_A \cdot 2 = -30 + 76 = 46 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Для III-го участка (сечение с абсциссой  $x_3$ )

$$Q_{III} = -F + R_A = 38 + 60 = -22 \text{ кН}$$

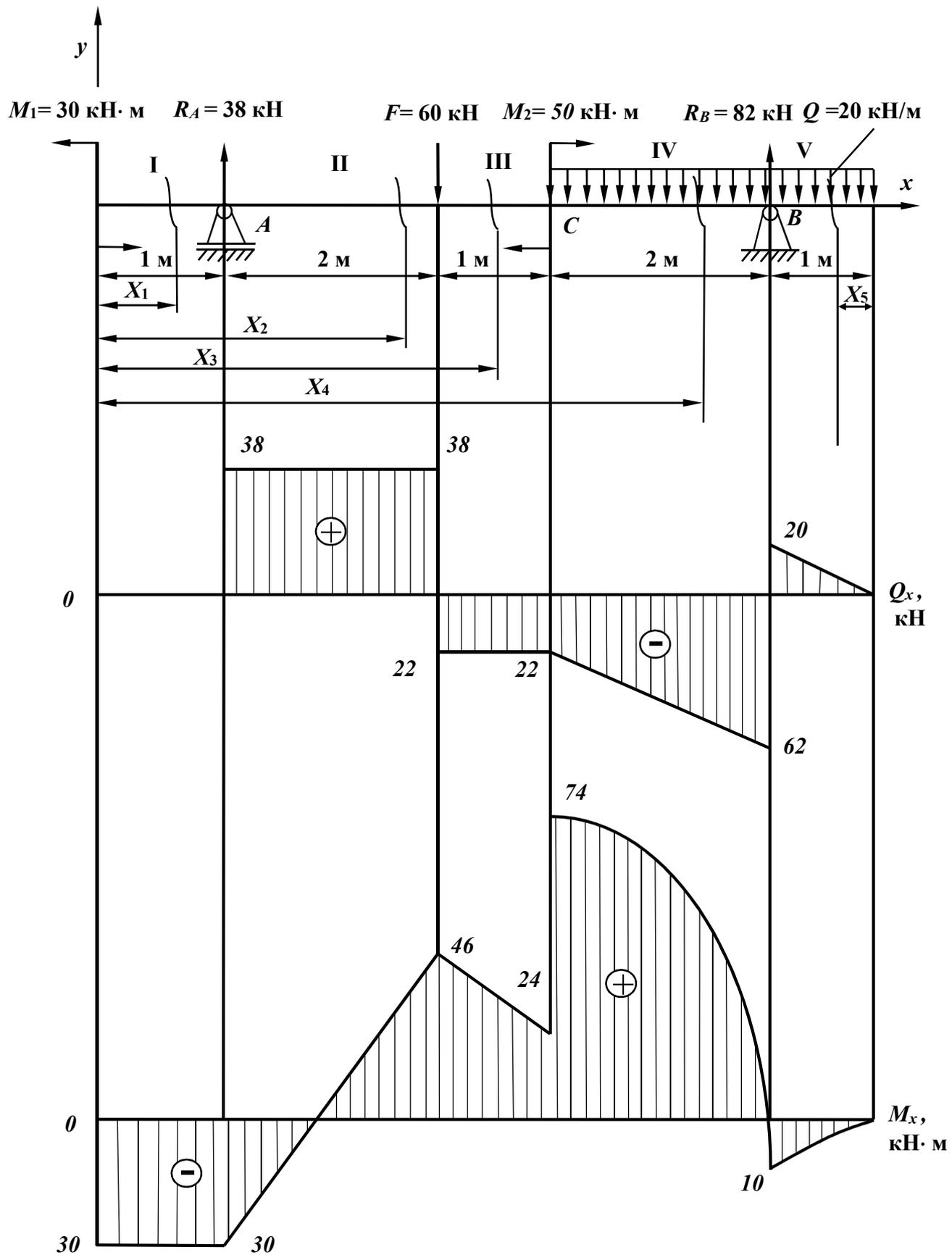


Рис. 4.14. Пример построения эпюр поперечных сил  $Q_x$  и изгибающих моментов  $M_x$  при деформации поперечного изгиба

На этом участке поперечная сила не зависит от  $x_3$ , и поэтому на протяжении всего участка она не меняет своего значения:

$$M_{III} = -M_I + R_A(x_3 - 1) - F(x_3 - 3)$$

Это уравнение прямой линии.

Вычислим моменты при следующих значениях  $x_3$ :

$$\text{при } x_3 = 3 \text{ м} \quad M_{III} = -30 + 38 \cdot 2 = 46 \text{ кН} \cdot \text{м} ;$$

$$\text{при } x_3 = 4 \text{ м} \quad M_{III} = -30 + 38 \cdot 3 - 60 = 24 \text{ кН} \cdot \text{м} .$$

Для IV участка (сечение с абсциссой  $x_4$ ) поперечная сила:

$$Q_{IV} = R_A - F - q(x_4 - 4) .$$

Это уравнение прямой линии.

Вычислим ординаты в начале и в конце участка:

$$\text{при } x_4 = 4 \text{ м} \quad Q_{IV} = 38 - 60 = -22 \text{ кН} ;$$

$$\text{при } x_4 = 6 \text{ м} \quad Q_{IV} = 38 - 60 - 40 = -62 \text{ кН} .$$

Уравнение изгибающих моментов для IV участка:

$$M_{IV} = -M_I + R_A(x_4 - 1) - F(x_4 - 3) + M_2 - q \frac{(x_4 - 4)^2}{2} .$$

Это уравнение параболы.

Для её построения определяем моменты:

$$\text{при } x_4 = 4 \text{ м} \quad M_{IV} = -30 + 114 - 60 + 50 - 20 \cdot 0 = 74 \text{ кН} \cdot \text{м} ;$$

$$\text{при } x_4 = 6 \text{ м} \quad M_{IV} = -30 + 38 \cdot 5 - 60 \cdot 3 + 50 - 20 \cdot \frac{4}{2} = -10 \text{ кН} \cdot \text{м} .$$

Прежде чем составлять выражение поперечной силы и изгибающего момента для V участка, заметим, что их можно найти как из равновесия левой части, так и из равновесия отсеченной правой части. Каждый раз к выбору решения нужно подходить с точки зрения возможной простоты и наименьшего количества вычислений.

Для V участка (сечение с абсциссой  $x_5$ ) поперечная сила равна  $Q_V = q \cdot x_5$ .

Вычислим значения ординат: при  $x_5 = 0$   $Q_V = 0$ ; при  $x_5 = 1$  м  $Q_V = 20$  кН.

Составим уравнение изгибающего момента для V участка:

$$M_V = -q \cdot x_5 \cdot \frac{x_5}{2} = -\frac{q \cdot x_5^2}{2}.$$

Получим уравнение параболы. Для её построения вычислим ординаты: при  $x_5 = 0$   $Q_V = 0$ ; при  $x_5 = 1$   $M_V = -10$  кН·м.

При построении эпюр  $Q_x$  и  $M_x$  выбираем масштаб и откладываем положительные значения ординат эпюр от нулевой линии вверх, а отрицательные вниз (см. рис. 4.14). После построения эпюр устанавливаем наибольшие значения поперечной силы ( $Q_{\max} = 62$  кН) и изгибающего момента ( $M_{\max} = 74$  кН·м).

Сечение C является «опасным», в нем  $Q_x = 22$  кН,  $M_x = 74$  кН·м.

3. Подбор поперечного сечения балки проводим в соответствии с условием задания в двух вариантах:

а) подбор сечения прямоугольного профиля деревянной балки:

$$W_{\text{н.о.}} \geq \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{adm}}} = \frac{74 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^6} = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 7400 \text{ см}^3.$$

$$\text{Для прямоугольного сечения } W_{\text{н.о.}} = \frac{J_{\text{н.о.}}}{y_{\max}} = \frac{(bh)^3 / 12}{h/2} = \frac{bh^2}{6}.$$

При  $h = 2b$ ,  $W_{\text{н.о.}} = (2/3)b^3 \geq 7400 \text{ см}^3$ , отсюда  $b \geq \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 7400}{2}} = 22,3 \text{ см};$

$$h = 2 \cdot 22,3 = 44,6 \text{ см}.$$

После округления размеров в большую сторону принимаем:  $h = 46$  см,  $b = 23$  см.

б) подбор сечения двутаврового профиля:

$$W_{\text{н.о.}} \geq \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{adm}}} = \frac{74 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 4,62 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 462 \text{ см}^3.$$

Из таблицы сортамента проката (приложение 1) этому значению соответствует двутавр № 30, для которого  $W_{н.о.} = W_x^{табл.} = 472 \text{ см}^3$ .

Основные размеры и геометрические характеристики профиля: высота  $h = 0,3 \text{ м}$ ; ширина полки  $b = 0,135 \text{ м}$ ; толщина полки  $t = 0,01 \text{ м}$ ; толщина стенки  $d = 0,65 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ; площадь сечения  $A = 46,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ; момент инерции сечения относительно нейтральной оси  $J_{н.о.} = J_x^{табл.} = 0,708 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$ ; статический момент половины площади сечения относительно нейтральной оси  $S_{н.о.}^{max.} = S_x^{табл.} = 2,68 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ .

4. Полная проверка стальной балки на прочность:

а) проверка по рабочим нормальным напряжениям

$$\sigma_{раб.} = \frac{M_{max}}{W_x^{табл.}} = \frac{74 \cdot 10^3}{4,72 \cdot 10^{-4}} = 157 \cdot 10^6 \text{ Па} = 157 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{раб.} = 157 \text{ МПа} < \sigma_{adm} = 160 \text{ МПа},$$

т. е. условие прочности выполняется;

б) проверка по максимальным касательным напряжениям (формула Д. И. Журавского):

$$\tau_{max} = \frac{Q_{max} S_x^{табл.}}{J_x^{табл.} d} = \frac{62 \cdot 2,68 \cdot 10^{-4}}{0,708 \cdot 10^{-4} \cdot 0,65 \cdot 10^{-2}} = 36,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 36,2 \text{ МПа};$$

$$\tau_{max} = 36,2 \text{ МПа} < \tau_{adm} = 96 \text{ МПа}.$$

Таким образом, условие прочности выполняется;

в) проверка по главным напряжениям в «опасном» сечении С, в котором  $Q_x = 22 \text{ кН}$ ,  $M_x = 74 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Строим эпюру нормальных напряжений для этого сечения по уровням (рис. 4.15):

$$\sigma_{1-1} = -\frac{M_x}{J_x^{табл.}} y_{1-1} = -\frac{74 \cdot 10^3}{0,708 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,15 = -157 \cdot 10^6 \text{ Па} = -157 \text{ МПа}.$$

Знак «минус» при напряжении для верхних волокон указывает на то, что при положительной эпюре  $M_x$  в этом сечении верхняя часть волокон испытывает деформацию осевого сжатия.

$$\sigma_{7-7} = \sigma_{1-1} = 157 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{2-2} = \sigma_{3-3} = -\frac{M_x}{J_x^{\text{табл.}}} \cdot y_{2-2} = -\frac{M_x}{J_x^{\text{табл.}}} \cdot \left(\frac{h}{2} - t\right) = -\frac{74 \cdot 10^3}{0,708 \cdot 10^{-4}} \cdot (0,15 - 0,01) = -147 \cdot 10^6 \text{ Па} =$$

$$\sigma_{2-2} = \sigma_{3-3} = -\frac{M_x}{J_x^{\text{табл.}}} y_{2-2} = -\frac{M_x}{J_x^{\text{табл.}}} \left(\frac{h}{2} - t\right) = -\frac{74 \cdot 10^3}{0,708 \cdot 10^{-4}} (0,15 - 0,01) =$$

$$= -147 \cdot 10^6 \text{ Па} = -147 \text{ МПа}; \quad \sigma_{4-4} = 0, \text{ так как } y_{4-4} = 0.$$

Эпюра касательных напряжений также строится по значениям, определяемым для различных уровней (волокон) сечения  $\tau_{1-1} = \tau_{7-7} = 0$ , так как  $S_{\text{н.о.}}^{1-1} = 0$ , т. е. статический момент площади сечения, находящейся выше или ниже уровня 1-1 относительно нейтральной оси, равен нулю.

Напряжения в волокнах уровня 2-2 и 6-6 можно не определять, так как они обычно очень малы.

В переходных волокнах 3-3 и 5-5 напряжения будут равны

$$\tau_{3-3} = \tau_{5-5} = \frac{Q_x S_{\text{н.о.}}^{3-3}}{J_x^{\text{табл.}} b_{3-3}} = \frac{Q_x b t (h/2 - t/2)}{J_x^{\text{табл.}} d} =$$

$$= \frac{22 \cdot 10^3 \cdot 0,135 \cdot 0,01 \cdot (0,15 - 0,005)}{0,708 \cdot 10^{-4} \cdot 0,65 \cdot 10^{-2}} = 9,7 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9,7 \text{ МПа}.$$

Для волокон нейтрального слоя

$$\tau_{4-4} = \frac{Q_x S_{\text{н.о.}}^{4-4}}{J_x^{\text{табл.}} b_{4-4}} = \frac{Q_x S_x^{\text{табл.}}}{J_x^{\text{табл.}} d} = \frac{22 \cdot 2,68 \cdot 10^{-4}}{0,708 \cdot 10^{-4} \cdot 0,65 \cdot 10^{-2}} = 12,8 \cdot 10^6 \text{ Па} = 12,8 \text{ МПа}.$$

Эпюры  $\sigma$  и  $\tau$  строятся в масштабе (см. рис. 4.15).

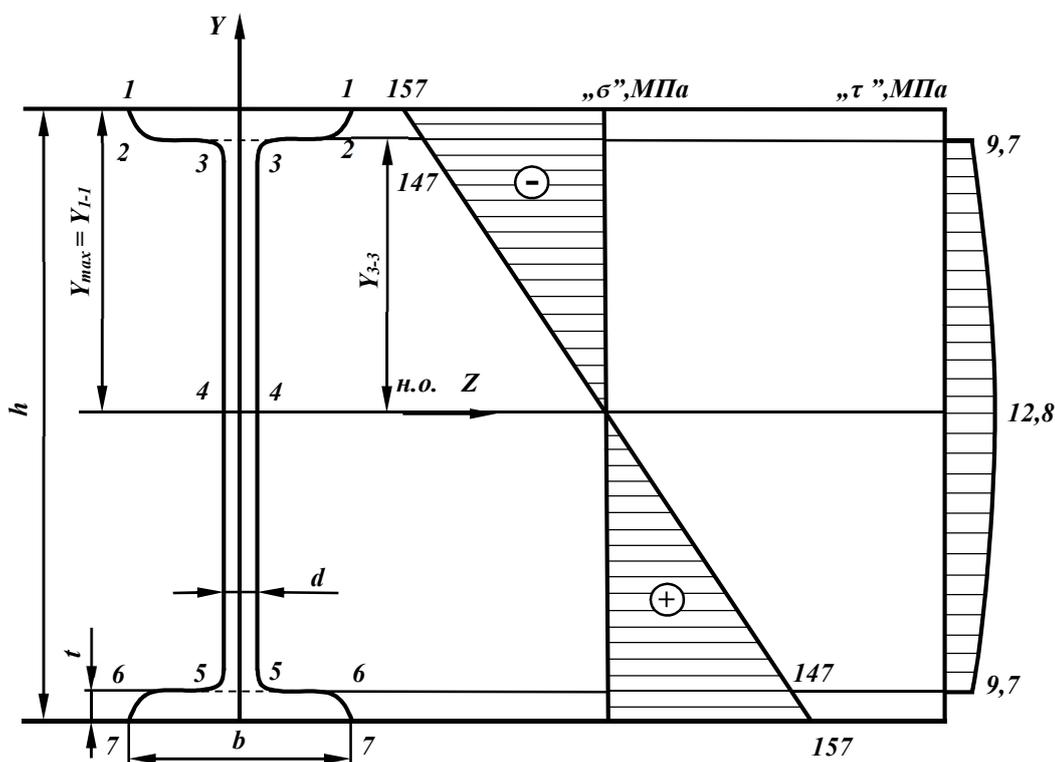


Рис. 4.15. Эпюры распределения нормальных и касательных напряжений по высоте двутавра

На основании эпюр напряжений определяют главные напряжения для верхних, переходных и средних волокон:

$$\sigma_1^{1-1} = 1/2(\sigma_{1-1} + \sqrt{\sigma_{1-1}^2 + 4\tau_{1-1}^2}) = 1/2(-157 + \sqrt{157^2 + 4 \cdot 0^2}) = 0;$$

$$\sigma_2^{1-1} = 1/2(-157 - \sqrt{157^2 + 4 \cdot 0^2}) = -157 \text{ МПа};$$

$$\sigma_1^{3-3} = 1/2(-147 + \sqrt{147^2 + 4 \cdot 9,7^2}) = 0,5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_2^{3-3} = 1/2(-147 - \sqrt{147^2 + 4 \cdot 9,7^2}) = -147,5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_1^{4-4} = 1/2(0 + \sqrt{0^2 + 4 \cdot 12,8^2}) = 12,8 \text{ МПа};$$

$$\sigma_2^{4-4} = -12,8 \text{ МПа}.$$

Определим величины расчётных напряжений по третьей теории прочности:

$$\sigma_p^{1-1} = \sigma_1^{1-1} - \sigma_2^{1-1} = 0 - (-157) = 157 \text{ МПа};$$

$$\sigma_p^{3-3} = \sigma_1^{3-3} - \sigma_2^{3-3} = 0,5 - (-147,5) = 148 \text{ МПа};$$

$$\sigma_p^{4-4} = \sigma_1^{4-4} - \sigma_2^{4-4} = 12,8 - (-12,8) = 25,6 \text{ МПа}.$$

Таким образом, условие прочности  $\sigma_p^{\text{III}} < \sigma_{\text{adm}}$  выполняется.

По четвертой теории прочности

$$\sigma_p^{1-1} = \sqrt{(\sigma_1^{1-1})^2 + (\sigma_2^{1-1})^2 - \sigma_1^{1-1}\sigma_2^{1-1}} = \sqrt{0^2 + 157^2 - 0^2} = 157 \text{ МПа}.$$

Аналогично:  $\sigma_p^{3-3} = 148 \text{ МПа}$ ;  $\sigma_p^{4-4} = 22,1 \text{ МПа}$ .

Таким образом, результаты по всем вариантам полной проверки прочности балки показывают, что все условия прочности выполняются, следовательно, к практическому применению принимается двутавр № 30.

**Задача 2.** Для заданной схемы балки (рис. 4.16) построить эпюры поперечных сил  $Q_x$  и изгибающих моментов  $M_x$ , определить размеры сечения заданной формы из условия прочности, принимая  $\sigma_{\text{adm}} = 160 \text{ МПа}$ .

### *Решение*

Определим реакции опоры  $A$  из уравнений равновесия:

$$1) \sum M_A = 0; \quad -M_A + M - q \cdot 1 \cdot 2,5 + F \cdot 3 = 0;$$

$$M_A = M - q \cdot 1 \cdot 2,5 + F \cdot 3 = 6 - 10 + 24 = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$2) \sum Y = 0; \quad R_A - q \cdot 1 + F = 0 \text{ (предварительное направление реакции } R_A \text{ вверх);}$$

$R_A = q \cdot 1 - F = 4 - 8 = -4 \text{ кН}$  (меняем направление реакции на противоположное).

$$\text{Проверка: } \sum M_C = 0; \quad -M_A + R_A \cdot 3 + M + q \cdot 1 \cdot 0,5 = -20 + 12 + 6 + 2 = 0.$$

Определим размеры поперечного сечения (см. рис. 4.16), для чего условно разбиваем это сечение на фигуры 1, 2, 3 и 4, площади которых:  $A_1 = 5b \cdot 6b$ ;  $A_2 = 2b \cdot 3b$ ;  $A_3 = A_4 = b \cdot b$ .

Для определения положения центра тяжести сечения проводим вспомогательную ось  $x_{\text{вр}}$  и найдем координату  $y_C$  по известной формуле

$$y_c = \frac{S_{x_{вр}}}{A} = \frac{A_1 y_1 - A_2 y_2 + A_3 y_3 + A_4 y_4}{A_1 - A_2 + A_3 + A_4} =$$

$$= \frac{6b \cdot 5b \cdot 2,5b - 2b \cdot 3b \cdot 1,5b + 2b \cdot b \cdot 0,5b}{6b \cdot 5b - 2b \cdot 3b + 2b \cdot b} = 2,58b,$$

где  $y_1, y_2, y_3, y_4$  – расстояния от центров тяжести фигур 1, 2, 3, 4 до оси  $x_{вр}$ .

Так как сечение симметричное, то его центр тяжести лежит на оси симметрии  $y$ .

Проводим нейтральную ось через центр тяжести параллельно вспомогательной оси  $x_{вр}$ . Находим момент инерции относительно нейтральной оси

$$J_{н.о.} = (J_{н.о.})_1 - (J_{н.о.})_2 + 2 \cdot (J_{н.о.})_3 = \left[ \frac{6b \cdot (5b)^3}{12} + 6b \cdot 5b \cdot (y_1 - y_c)^2 \right] -$$

$$- \left[ \frac{2b \cdot (3b)^3}{12} + 2b \cdot 3b \cdot (y_2 - y_c)^2 \right] + 2 \cdot \left[ \frac{b \cdot b^3}{12} + b \cdot b \cdot (y_3 - y_c)^2 \right] = 60 \cdot b^4.$$

Строим эпюры поперечных сил  $Q_x$  и изгибающих моментов  $M_x$ , пользуясь контрольными правилами и начиная построения со свободного конца балки:

$$Q_C = -F = -8 \text{ кН}; \quad Q_D = -F + q \cdot 1 = -8 + 4 = -4 \text{ кН} = Q_B = Q_A;$$

$$M_C = 0; \quad M_D = F \cdot 1 - q \cdot 1 \cdot 0,5 = 8 - 2 = 6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_B = F \cdot 2 - q \cdot 1 \cdot 1,5 = 16 - 6 = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

В сечении  $B$  изгибающий момент возрастает на момент  $M = 6 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , что на эпюре  $M_x$  отражается в виде скачка. Изгибающий момент в жесткой заделке равен моменту заделки  $M_A$ .

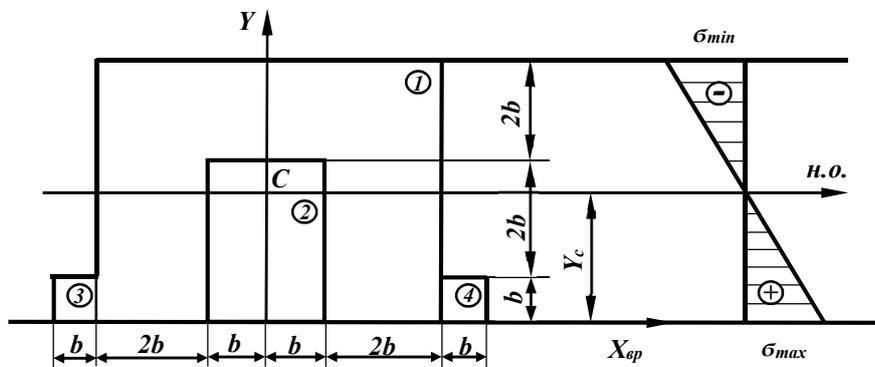
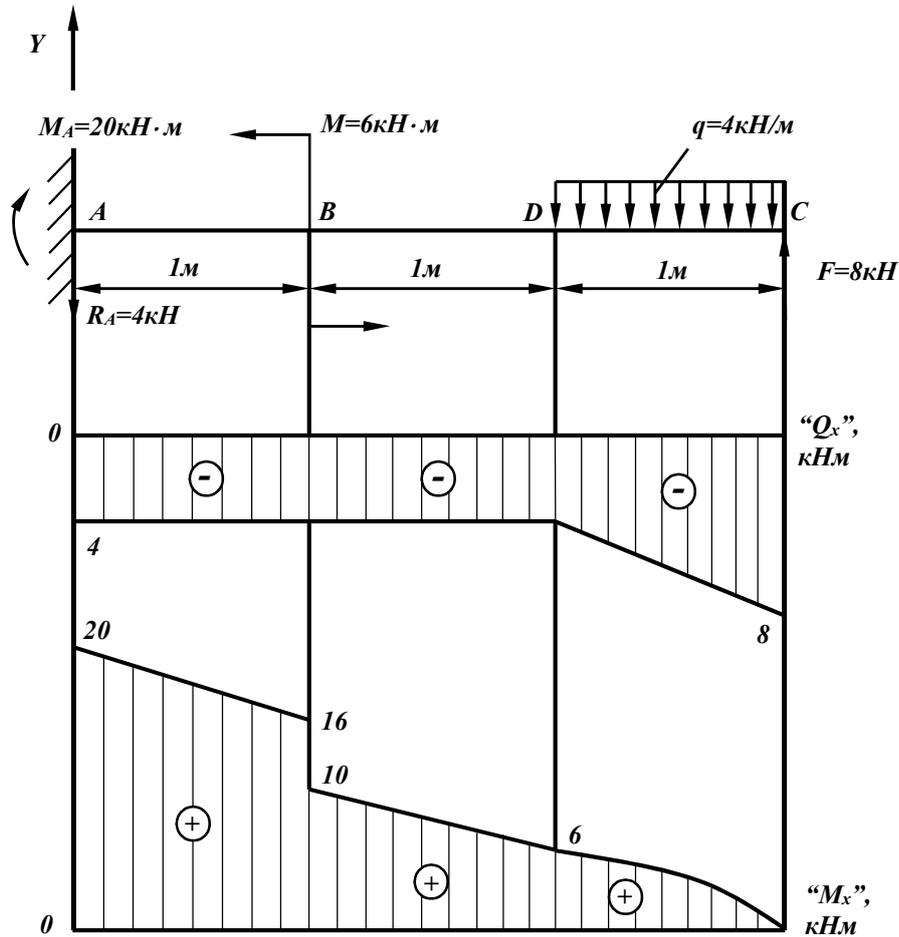


Рис. 4.16. Пример построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов для консоли

Максимальный изгибающий момент  $M_{\max} = M_A = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Максимальные напряжения, возникающие в нижних волокнах этого сечения:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max} y_{\max}^H}{J_{\text{н.о.}}} = \frac{20 \cdot 2,58 \cdot b}{60 \cdot b^4} = \frac{0,83 \text{ кН} \cdot \text{м}}{b^3}.$$

Максимальные напряжения, возникающие в верхних волокнах этого сечения:

$$\sigma_{\min} = \frac{M_{\max} y_{\max}^B}{J_{\text{н.о.}}} = \frac{20 \cdot 2,42 \cdot b}{60 \cdot b^4} = \frac{0,81 \text{ кН} \cdot \text{м}}{b^3}.$$

Приравнявая наибольшее напряжение к допускаемому напряжению  $\sigma_{\text{adm}}$ , получим размер сечения  $b$ :

$$\sigma_{\max} = \frac{0,83 \text{ кН} \cdot \text{м}}{b^3} \leq \sigma_{\text{adm}} = 160 \text{ МПа}; \quad b^3 \geq \frac{0,83 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6},$$
$$b \geq \sqrt[3]{5,2 \cdot 10^{-6}} = 1,73 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad b = 18 \text{ мм}.$$

Ответ: Принимаем размер сечения  $b = 18 \text{ мм}$ .

Сортамент двутаврового профиля

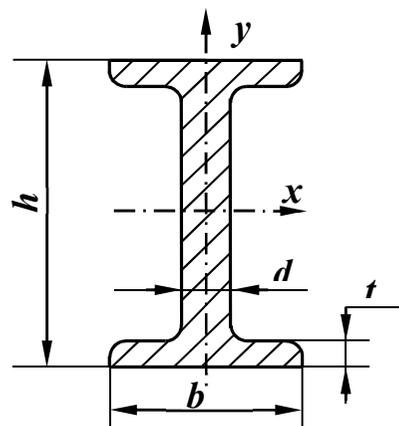


Таблица П.1

Двутавры стальные горячекатаные (ГОСТ – 8239-89)

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 пог. м, кг	Справочные величины для осей						
							x-x				y-y		
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>			$J_x$ , см <sup>4</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см	$S_x$ , см <sup>3</sup>	$J_y$ , см <sup>4</sup>	$W_y$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см
10	100	55	4,5	7,2	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	7,8	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,9	14,50	1,70
18	180	90	5,1	8,1	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88
18a	180	100	5,1	8,3	25,4	19,90	1430	159,0	7,51	89,8	114,0	22,80	2,12

Номер профи- ля	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 пог. м, кг	Справочные величины для осей						
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>			<i>x-x</i>				<i>y-y</i>		
							<i>J<sub>x</sub></i> , см <sup>4</sup>	<i>W<sub>x</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>i<sub>x</sub></i> , см	<i>S<sub>x</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>J<sub>y</sub></i> , см <sup>4</sup>	<i>W<sub>y</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>i<sub>y</sub></i> , см
20	200	100	5,2	8,4	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07
20a	200	110	5,2	8,6	28,9	22,70	2030	203,0	8,37	114,0	155,0	28,20	2,32
22	220	110	5,4	8,7	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27
22a	220	120	5,4	8,9	32,8	25,80	2790	254,0	9,22	143,0	206,0	34,30	2,50
24	240	115	5,6	9,5	34,8	27,3	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37
24a	240	125	5,6	9,8	37,5	29,40	3800	317,0	10,10	178,0	260,0	41,60	2,63
27	270	125	6,0	9,8	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,60	2,54
27a	270	135	6,0	10,2	43,2	33,90	5500	407,0	11,30	229,0	337,0	50,00	2,80
30	300	135	6,5	10,2	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69
30a	300	145	6,5	10,7	49,9	32,90	7780	518,0	12,50	292,0	436,0	60,10	2,95
33	330	140	7,0	11,2	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	12,3	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89
40	400	155	8,3	13,0	72,6	57,00	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	14,2	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	707,0	808,0	101,00	3,09
50	500	170	10,0	15,2	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	16,5	118,0	92,60	55962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	17,8	138,0	108,00	76806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54

Сортамент швеллерного профиля

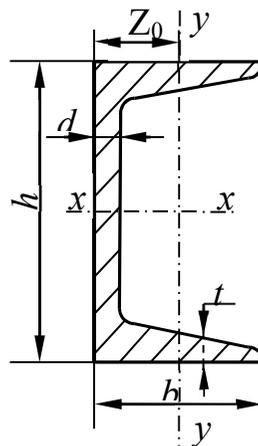


Таблица П.2

Швеллеры стальные горячекатаные – (ГОСТ 8240-89)

Номер профиля	Масса 1 пог. м, кг	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей							z <sub>0</sub> , см
		h	b	d	t		x-x				y-y			
							J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> , см	
5	4,84	50	32	4,4	7,0	6,16	22,8	9,10	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16
6,5	5,90	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,08	1,24
8	7,05	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	15,6	491	70,2	5,60	40,8	45,4	11,0	1,70	1,67

Номер про- филя	Масса 1 пог. м, кг	Размеры, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей							z <sub>0</sub> , см
		h	b	d	t		x-x				y-y			
							J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> , см	
14a	13,3	140	62	4,9	8,7	17,0	545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,3	1,84	1,87
16	14,2	160	64	5,0	8,4	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,80
16a	15,3	160	68	5,0	9,0	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2,00
18	16,3	180	70	5,1	8,7	20,7	1090	121	7,24	69,8	86	17,0	2,04	1,94
18a	17,4	180	74	5,1	9,3	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20,0	2,18	2,13
20	18,4	200	76	5,2	9,0	23,4	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,20	2,07
20a	19,8	200	80	5,2	9,7	25,2	1670	167	8,15	95,9	139	24,2	2,35	2,28
22	21,0	220	82	5,4	9,5	26,7	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
22a	22,6	220	87	5,4	10,2	28,8	2330	212	8,90	121	187	30,0	2,55	2,46
24	24,0	240	90	5,6	10,0	30,6	2900	242	9,73	139	203	31,6	2,60	2,42
24a	25,8	240	95	5,6	10,7	32,9	3180	265	9,84	151	254	37,2	2,78	2,67
27	27,7	270	95	6,0	10,5	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11,0	40,5	5810	387	12,0	224	327	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7,0	11,7	46,5	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,10	2,68
40	48,3	400	115	8,0	13,5	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. Теоретическая механика в примерах и задачах. [Текст]: учебник Том 1, 2. – М.: Лань, 2009.

Бутенин Н. В., Лунц Я. Л., Меркин Д. Р. Курс теоретической механики. [Текст]: учебник – М.: Лань, 2009.

Вебер Г. Э., Ляпцев С. А. Лекции по теоретической механике. [Текст]: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Васильев А. С., Канделя М. В., Рябченко В. Н. Основы теоретической механики [Электронный ресурс]: учебное пособие / — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. 191 с. — ISBN 978-5-4486-0154-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70776.html>

Волков Е. Б., Казаков Ю. М. Теоретическая механика: Сборник заданий для расчётно-графических работ. [Текст]: – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 156 с.

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике / под ред. А. А. Яблонского. – М.: Высшая школа, 2001.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. [Текст]: учебник – М.: Высшая школа, 2007.

Афанасьев А. И., Ахлюстина Н. В. Техническая механика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. - 80 с.

Афанасьев А. И., Казаков Ю. М., Ляпцев С. А. Техническая механика. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014.

Вольмир А. С. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Дрофа, 2007. – 408 с.

Степин П. А. Сопротивление материалов. – М.: Лань, 2010.

Мокрушин Н. В., Ляпцев С. А. Лекции по сопротивлению материалов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005.

Мокрушин Н. В., Ляпцев С. А., Чучманова Л. Д., Серeda К. В. Сопротивление материалов в примерах и задачах. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012.

Учебное издание

Евгений Борисович Волков  
Юрий Михайлович Казаков  
Любовь Дмитриевна Чучманова

## МЕХАНИКА

Учебное пособие  
для самостоятельной работы студентов

Редактор *Л. В. Устьянцева*

Компьютерная верстка *М. А. Илясова*

Подписано в печать

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.  
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.  
Печ. л. 6,375 Уч. изд. л. 4,6 Тираж 115 экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет.

Отпечатано с оригинал-макета  
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Директор по учебно-методическому  
комплексу

С.А.Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ОП.04 ФИЗИКА**

Специальность

***15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических  
процессов и производств (по отраслям)***

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

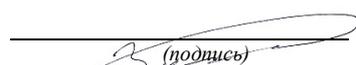
Автор: Глаголева Ю.В., к.ф.-м.н., Куриченко А.А., к.ф.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры

Физики

(название кафедры)

Зав. кафедрой



Зайцев Д.В.

(Фамилия И.О.)

№ 10 от 8 сентября 2022 г.

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией  
факультета

Геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель



Бондарев В.И.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 13 сентября 2022

(Дата)

Екатеринбург  
**1.Механика**

1. Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$  так, что в момент времени  $t_1 = 2$  с ее координата  $x_1 = 6$  м, а к моменту времени  $t_2 = 6$  с ее координата  $x_2 = -2$  м. Скорость движения точки равна

- 1) 2 м/с;                      2)  $-2$  м/с;                      3) 0,5 м/с;                      4)  $-0,5$  м/с.

2. Три четверти пути автомобиль двигался со скоростью 60 км/ч; остальную часть пути – со скоростью 80 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля?  
(64 км/ч)

3. За время  $t = 6$  с точка прошла путь, равный половине длины окружности радиусом  $R = 0,8$  м. Определите среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  за это время и модуль вектора средней скорости перемещения  $|\langle \vec{v} \rangle|$ .

(0,42 м/с; 0,27 м/с)

4. Из пунктов  $A$  и  $B$ , расположенных на расстоянии 5 км друг от друга, одновременно навстречу друг другу начинают двигаться прямолинейно и равномерно два велосипедиста. Первый из них, выехавший из пункта  $A$ , движется со скоростью 18 км/ч; второй, выехавший из пункта  $B$ , движется со скоростью 27 км/ч. Где и когда встретятся велосипедисты? (2 км от пункта  $A$ ; через 400 с)

5. Пассажир идет по коридору вагона против движения поезда со скоростью 3 км/ч. Чему равна скорость пассажира относительно поверхности Земли, если поезд движется со скоростью 75 км/ч?

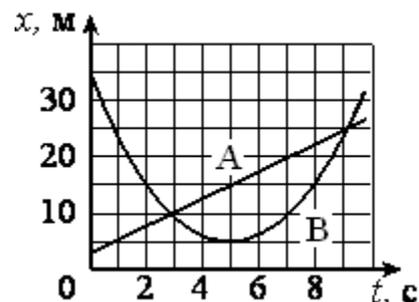
- 1) 75 км/ч;                      2) 72 км/ч;                      3) 78 км/ч;                      4) 150 км/ч.

6. Лодочник должен переправиться через реку шириной 100 м, двигаясь перпендикулярно линии берега, за 1 мин. Какую скорость должна развивать лодка относительно воды, если скорость течения реки 5 км/ч?

(2,2 м/с)

7. Два пешехода движутся к перекрестку двух улиц, пересекающихся под прямым углом, со скоростями  $v_1 = 3$  км/ч и  $v_2 = 4$  км/ч. Чему равна скорость второго пешехода относительно первого?  
(5 км/ч)

8. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел:  $A$  и  $B$ , движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось  $Ox$ . Выберите верное(-ые) утверждение(-я) о характере движения тел.



А. Временной интервал между встречами тел  $A$  и  $B$  составляет 6 с

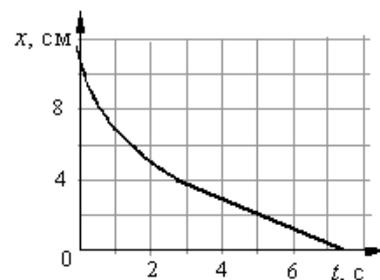
Б. Тело  $A$  движется со скоростью 3 м/с.

- 1) только  $A$                       2) только  $B$   
3) и  $A$ , и  $B$                       4) ни  $A$ , ни  $B$

9. Зависимость проекции скорости движущегося тела от времени имеет вид:  $v_x = 2 + 3t$  (м/с). Каково соответствующее уравнение координаты тела?

- 1)  $x = 2t + t^2$  (м);                      2)  $x = 2t + 1,5t^2$  (м);  
3)  $x = 1,5t^2$  (м);                      4)  $x = 3t + t^2$  (м)

**10.** Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



- 1) шарик все время двигался с постоянным ускорением
- 2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения
- 3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью
- 4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью

**11.** С горы длиной 50 м санки скатились за 10 с. С каким ускорением двигались санки и какую скорость они приобрели в конце горы? ( $1 \text{ м/с}^2$ ;  $10 \text{ м/с}$ ).

**12.** При подходе к светофору скорость автомобиля изменилась от 43,2 до 28,8 км/ч в течение 8 с. Определить ускорение автомобиля и длину тормозного пути. ( $-0,5 \text{ м/с}^2$ ; 80 м)

**13.** Движение двух автомобилей задано уравнениями  $x_1 = 15 + t^2$  и  $x_2 = 8t$ . Опишите движение каждого автомобиля; найдите время и место их встречи. (3 с, 5 с; 24 м, 40 м)

**14.** Определить начальную скорость и ускорение автомобиля, если, двигаясь равноускоренно, за первые 3 секунды он прошел 18 м, а за первые 5 секунд – 40 м. ( $3 \text{ м/с}$ ;  $2 \text{ м/с}^2$ )

**15.** Зависимость пройденного телом пути от времени дается уравнением  $s = 3 + 2t + t^2$  (м). Найдите ускорение тела и среднюю скорость за первую, вторую и третью секунды его движения. ( $2 \text{ м/с}^2$ ;  $3 \text{ м/с}$ ;  $5 \text{ м/с}$ ;  $7 \text{ м/с}$ )

**16.** С крыши высотного здания падает сосулька. Какую скорость она приобретет за 1 секунду свободного падения? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- 1) 1 м/с;
- 2) 5 м/с;
- 3) 10 м/с;
- 4) 15 м/с.

**17.** Тело свободно падает с некоторой высоты, причем время падения равно  $t$ . Через какое время от начала движения тело окажется на высоте, равной  $1/4$  первоначальной?

- 1)  $\sqrt{3}t$ ;
- 2)  $\frac{3}{4}t$ ;
- 3)  $\frac{1}{4}t$ ;
- 4)  $\frac{\sqrt{3}}{2}t$ .

**18.** Сколько времени падало тело, если за последние две секунды оно прошло 60 м? (4 с)

**19.** Камень упал в шахту. Определите глубину шахты, если звук от падения камня был услышан наверху через 6 секунд? Скорость звука 300 м/с. (150 м)

**20.** Мячик, брошенный с балкона вертикально вверх, упал на землю через 3 с. Определите начальную скорость мячика, если высота балкона над землей 15 м. Сопротивлением воздуха пренебречь. (10 м/с)

21. Тело бросают вертикально вверх. Наблюдатель заметил, что на высоте 85 м тело побывало дважды с интервалом времени 2 с. Найдите начальную скорость тела. (42,4 м/с)

22. Тело начинает свободно падать с высоты 45 м. В тот же момент из точки, расположенной на высоте 24 м, бросают другое тело вертикально вверх. Оба тела падают на землю одновременно. Определите начальную скорость второго тела. (7 м/с)

23. Тело свободно падает с высоты 90 м. На какой высоте его скорость в 3 раза меньше, чем в момент удара о землю?

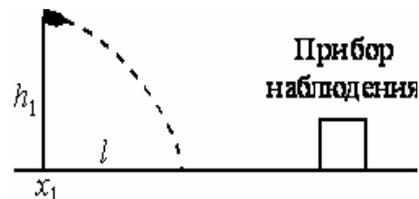
24. Тело с горизонтальной скоростью 5 м/с сброшено с крыши здания высотой 10 м. На каком расстоянии от среза крыши упадет тело? (7,1 м)

25. Дальность полета тела, брошенного со скоростью  $v_0$  в горизонтальном направлении, равна высоте бросания. С какой высоты  $h$  брошено тело? ( $2v_0^2/g$ )

26. Тело брошено с начальной скоростью  $v_0 = 10$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Найти скорость тела в высшей точке подъема и в точке его падения? ( $v_x = 5$  м/с;  $v = 10$  м/с)

27. От подножия пологого склона, у которого угол наклона к горизонтали  $\beta = 30^\circ$ , брошен камень с начальной скоростью 10 м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. На каком расстоянии  $L$  от точки броска камень упадет на склон? Ответ округлите до целых чисел. (7 м)

28. Прибор наблюдения обнаружил летящий снаряд и зафиксировал его горизонтальную координату  $x_1$  и высоту  $h_1 = 1655$  м над Землей (см. рисунок). Через 3 с снаряд упал на Землю и взорвался на расстоянии  $l = 1700$  м от места его обнаружения. Чему равнялось время полета снаряда от пушки до места взрыва, если считать, что сопротивление воздуха пренебрежимо мало? Пушка и место взрыва находятся на одной горизонтали.



29. Одна точка находится на краю равномерно вращающегося диска на расстоянии  $r_1 = R$  от его центра, а вторая – на расстоянии  $r_2 = R/2$  от центра. Сравните центростремительные ускорения точек.

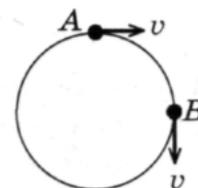
- 1)  $a_2 = 2a_1$ ;                      2)  $a_2 = a_1/2$ ;  
 3)  $a_2 = a_1$ ;                        4)  $a_2 = 4a_1$ .

30. Пони бежит по кругу радиуса 10 м со скоростью 5 м/с. Каковы его ускорение  $a$  и угловая скорость  $\omega$ ?

- 1)  $a = 0$ ;  $\omega = 0,5$  рад/с;                      2)  $a = 2,5$  м/с<sup>2</sup>;  $\omega = 0,5$  рад/с;  
 3)  $a = 5$  м/с<sup>2</sup>;  $\omega = 2$  рад/с;                      4)  $a = 10$  м/с<sup>2</sup>;  $\omega = 2$  рад/с.

31. При равномерном движении по окружности модуль вектора изменения скорости при перемещении из точки А в точку В (см. рисунок) равен

- 1) 0;                      2)  $v\sqrt{2}$ ;                      3)  $2v$ ;                      4)  $v$



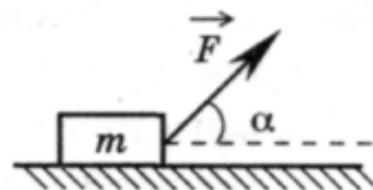
32. Материальная точка движется по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Как нужно изменить скорость её движения, чтобы при увеличении радиуса окружности в 2 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним?

- 1) увеличить в 2 раза                      2) уменьшить в 2 раза  
3) увеличить в  $\sqrt{2}$  раза                      4) уменьшить в  $\sqrt{2}$  раза

33. Найти угловую скорость и частоту вращения барабана лебедки диаметром 16 см при подъеме груза со скоростью 0,4 м/с. (5 рад/с; 0,8 с<sup>-1</sup>)

34. Пуля, летевшая горизонтально, пробила один за другим два диска, насаженных на один вал и вращавшихся с частотой 10 с<sup>-1</sup>. Расстояние между дисками 0,3 м. Найдите скорость пули между дисками, если угловое смещение пробоин равно 90° и пробоины оказались расположенными на одинаковом расстоянии от оси вращения. (120 м/с)

35. Брусок массой  $m$  движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения  $F$  равен  $\mu$ . Модуль силы трения равен



- 1)  $mg \cos \alpha$ ; 2)  $F \cos \alpha$ ; 3)  $\mu(mg - F \sin \alpha)$ ; 4)  $\mu(mg + F \sin \alpha)$ .

36. К невесомой нити подвешен груз массой 1 кг. Если точка подвеса нити движется равноускоренно вертикально вниз с ускорением 4 м/с<sup>2</sup>, то натяжение нити равно:

- 1) 8 Н; 2) 6 Н; 3) 4 Н; 4) 2 Н; 5) 1 Н.

37. На гладком столе лежат два бруска с массами  $m_1 = 400$  г и  $m_2 = 600$  г, связанные нитью. К одному из них приложена горизонтальная сила  $F = 2$  Н. Определите силу натяжения нити, если сила приложена: а) к первому бруску; б) ко второму бруску. (1,2 Н; 0,8 Н)

38. На гладком столе лежит брусок массой 4 кг. К бруску привязаны два шнура, перекинутые через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным концам стола. К концам шнуров подвешены гири, массы которых 1 кг и 2 кг. Найдите ускорение, с которым движется брусок, и силу натяжения каждого из шнуров. Массой блоков и трением пренебречь. (1,4 м/с<sup>2</sup>; 11,4 Н)

39. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сидение при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с? (940 Н)

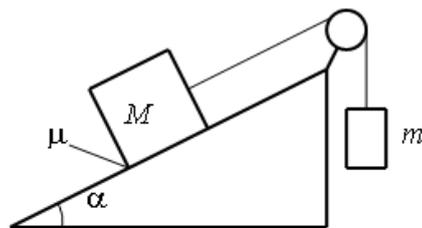
40. Автомобиль массой 2 т поднимается в гору с уклоном 0,2. На участке пути 32 м скорость автомобиля возросла от 21,6 до 36 км/ч. Считая движение автомобиля равноускоренным, определите силу тяги двигателя. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02. (6,39 кН).

41. Мальчик массой 45 кг вращается на «гигантских шагах» с частотой 16 об/мин. Длина канатов 5 м. Какой угол  $\alpha$  с вертикалью составляют канаты

«гигантских шагов»? Чему равны сила натяжения канатов и скорость  $v$  вращения мальчика? (45°; 632 Н; 6 м/с)

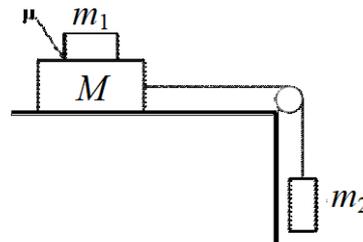
**42.** На внутренней поверхности полусферы, вращающейся с угловой скоростью 10 рад/с вокруг вертикальной оси, находится в равновесии маленький кубик. Угол между вертикальным радиусом полусферы и радиусом, проведенным к кубику, равен 30°. Коэффициент трения между кубиком и поверхностью полусферы равен 0,1. Определите радиус полусферы. (9 см)

**43.** Грузы массами  $M = 1$  кг и  $m$  связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой  $M$  находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту  $\alpha = 30^\circ$ , коэффициент трения  $\mu = 0,3$ ).



Чему равно максимальное значение массы  $m$ , при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя? Решение поясните схематичным рисунком с указанием сил, действующих на грузы.

**44.** Система грузов  $M$ ,  $m_1$  и  $m_2$ , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами  $M$  и  $m_1$  равен  $\mu = 0,2$ . Грузы  $M$  и  $m_2$  связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть  $M = 1,2$  кг,  $m_1 = m_2 = m$ . При каких значениях  $m$  грузы  $M$  и  $m_1$  движутся как одно целое?

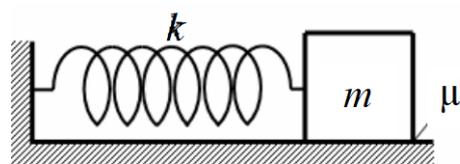


**45.** Определить жесткость системы двух пружин одинаковой длины при их последовательном и параллельном соединениях. Жесткости пружин:  $k_1 = 2 \cdot 10^3$  Н/м;  $k_2 = 6 \cdot 10^3$  Н/м. ( $k_{\text{пар}} = 8 \cdot 10^3$  Н/м;  $k_{\text{посл}} = 1,5 \cdot 10^3$  Н/м).

**46.** Две пружины равной длины скреплены одними концами и растягиваются за свободные концы руками. Пружина с коэффициентом жесткости 100 Н/м удлиняется на 5 см. Какова жесткость второй пружины, если ее удлинение составляет 1 см? (500 Н/м).

**47.** В начальный момент пружина не растянута. Подставку начинают опускать вниз с ускорением  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>. Через какое время  $t$  груз оторвется от подставки? Жесткость пружины  $k = 100$  Н/м, масса груза  $m = 1$  кг. (0,42 с)

**48.** К одному концу лёгкой пружины жёсткостью  $k = 100$  Н/м прикреплен массивный груз, лежащий на горизонтальной плоскости, другой конец пружины закреплен неподвижно (см. рисунок). Коэффициент трения груза по плоскости  $\mu = 0,2$ . Груз смещают по горизонтали, растягивая пружину, затем отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Груз движется в одном направлении и затем останавливается в положении, в котором пружина уже



сжата. Максимальное растяжение пружины, при котором груз движется таким образом, равно  $d = 15$  см. Найдите массу  $m$  груза.

**49.** В лифте находится тело массой  $100$  кг. Лифт движется вдоль вертикальной оси с ускорением  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>. Определить вес тела в четырех случаях: 1) лифт движется равномерно; 2) лифт движется вверх с ускорением  $a$ ; 3) лифт движется вниз с ускорением  $a$ ; 4) лифт движется вниз с ускорением  $a = g$ . (1000 Н; 1100 Н; 900 Н; 0)

**50.** Космический корабль движется по круговой орбите на расстоянии, равном двум радиусам Земли от её поверхности. Найдите отношение гравитационной силы, действующей на космонавта внутри корабля, к гравитационной силе, действовавшей на него на Земле:

- 1) 1;      2)  $\frac{1}{4}$ ;      3)  $\frac{1}{9}$ ;      4)  $\frac{1}{2}$ .

**51.** Чтобы период  $T$  обращения спутника вокруг Земли увеличить в 2 раза, необходимо массу спутника:

- 1) увеличить в 4 раза;    2) увеличить в 2 раза;    3) уменьшить в 2 раза;

**52.** Во сколько раз скорость искусственного спутника, вращающегося вокруг Земли по круговой орбите радиусом  $R$ , больше скорости спутника, вращающегося по орбите с радиусом  $2R$ ?

- 1) 4;      2) 2;      3)  $\sqrt{2}$ ;      4) 1;      5) 0,5.

**53.** Найти массу и среднюю плотность Луны. Радиус Луны  $1740$  км, ускорение свободного падения на Луне  $1,6$  м/с<sup>2</sup>. ( $7,3 \cdot 10^{22}$  кг;  $3400$  кг/м<sup>3</sup>).

**54.** На каком расстоянии от поверхности Земли ускорение свободного падения равно  $2,45$  м/с<sup>2</sup>? Ускорение свободного падения у поверхности Земли равно  $9,8$  м/с<sup>2</sup>, радиус Земли составляет  $6,4 \cdot 10^6$  м. ( $6400$  км).

**55.** Определить расстояние от центра Земли до «висящего» спутника, который все время находился бы в одной и той же точке плоскости экватора над земной поверхностью. Радиус Земли  $6,4 \cdot 10^6$  м. ( $42 \cdot 10^6$  м).

**56.** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок теста **6.13**), находится в равновесии. Массу первого груза увеличили в 2 раза. Как нужно изменить плечо  $d_1$ , чтобы равновесие сохранилось?

- 1) уменьшить в 4 раза                      2) увеличить в 4 раза  
3) уменьшить в 2 раза                      4) увеличить в 2 раза

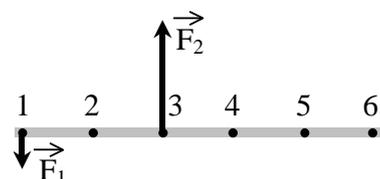
**57.** Железный стержень массой  $m$  лежит на земле. Чтобы приподнять его за один из концов, необходимо приложить к стержню минимальную силу, равную:

- 1)  $mg/3$ ;    2)  $mg/2$ ;    3)  $mg$ ;    4)  $2mg$ .

**58.** Тело подвешено на двух нитях и находится в равновесии. Угол между нитями равен  $90^\circ$ , а силы натяжения нитей равны  $3$  Н и  $4$  Н. Каков вес тела?

- 1)  $1$  Н;                      2)  $5$  Н;                      3)  $7$  Н;                      4)  $25$  Н.

**59.** На рисунке изображен тонкий невесомый стержень, к которому в точках 1 и 3 приложены силы  $F_1 = 100$  Н и  $F_2 = 300$  Н. В какой точке надо расположить ось вращения, чтобы стержень находился в равновесии?

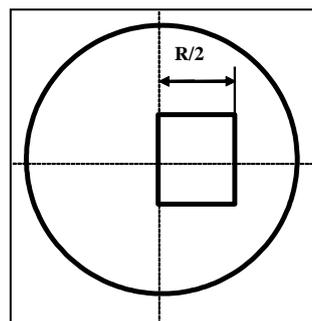


- 1) в точке 2;            2) в точке 6;  
3) в точке 4;            4) в точке 5.

**60.** Стержень длиной 1 м одинакового сечения изготовлен наполовину из свинца, а наполовину из железа. На каком расстоянии от середины стержня находится центр масс этого тела? Плотность свинца равна  $11,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; плотность железа  $7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . (4,5 см)

**61.** Определить положение общего центра масс (расстояние от середины стержня), если радиус первого шара 5 см, второго 10 см, длина стержня 40 см. (10 см)

**62.** На конце стержня длиной 30 см прикреплен шар радиусом 6 см. На каком расстоянии от центра шара находится центр масс этой системы, если массы стержня и шара одинаковы? (10,5 см)



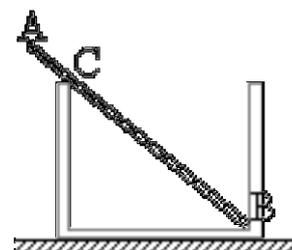
**63.** На столе лежит однородная цепочка длиной  $L$ . Какова максимальная длина  $L_1$  свешивающейся со стола части цепочки, если коэффициент трения между цепочкой и столом равен  $\mu$ . ( $L_1 = \mu L / (1 + \mu)$ ).

**64.** Определите положение центра масс однородной круглой пластинки одинаковой толщины, имеющей радиус  $R = 11,56 \text{ см}$ , из которой вырезан квадрат так, как указано на рисунке. (0,25 см)

**65.** Фонарь массой 20 кг подвешен на двух одинаковых тросах, угол между которыми равен  $120^\circ$ . Найдите силу натяжения тросов. (200 Н)

**66.** К гладкой вертикальной стене на нити длиной 4 см подвешен шар массой 300 г. Найдите силу давления шара на стенку, если его радиус 2,5 см. Трением о стену пренебречь. (1,25 Н)

**67.** Однородный стержень  $AB$  массой  $m = 100 \text{ г}$  покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом  $B$  и опираясь на край банки в точке  $C$  (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке  $C$ , равен 0,5 Н. Чему равен модуль вертикальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке  $B$ , если модуль горизонтальной составляющей этой силы равен 0,3 Н? Трением пренебречь.



**68.** Балка весом 8000 Н имеет длину 4 м и подперта на расстоянии 1,9 м от ее левого конца. На каком расстоянии от правого конца должен стать человек массой 80 кг, чтобы балка осталась в равновесии? (3,1 м)

**69.** Лестница длиной 4 м приставлена к гладкой стене под углом  $60^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом 0,25. На какое расстояние вдоль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнет скользить? Массой лестницы пренебречь. (173 см)

**70.** Какой максимальный груз можно подвесить к концу балки, закрепленной в стене, если стена выдерживает максимальную силу давления 6 кН? Масса балки 50 кг, ее длина 2,5 м, глубина погружения балки в стену 0,5 м. (95 кг)

71. Мяч массой  $m$  брошен вертикально вверх со скоростью  $v$ . Через некоторое время он пролетает вниз через исходную точку с такой же по модулю скоростью  $v$ . Чему равен модуль изменения импульса мяча за время от начала движения до возвращения в исходную точку?

- 1)  $mv$ ;      2)  $-mv$ ;      3)  $2mv$ ;      4)  $-2mv$ ;      5) 0.

72. На рисунке приведён график зависимости проекции импульса тела на ось  $Ox$ , движущегося по прямой, от времени. Как двигалось тело в интервалах времени 0–1 и 1–2?



1) в интервале 0–1 равномерно, в интервале 1–2 не двигалось;

2) в интервале 0–1 равноускоренно, в интервале 1–2 равномерно;

3) в интервалах 0–1 и 1–2 равномерно;

4) в интервалах 0–1 и 1–2 равноускоренно.

7.29. Какую скорость получит неподвижная лодка, имеющая вместе с грузом массу 400 кг, если находящийся в ней человек выстрелит в горизонтальном направлении? Масса пули 10 г, ее скорость 800 м/с?

( $2 \cdot 10^{-2}$  м/с)

73. Определить изменение импульса шарика, имеющего массу 100 г, летящего со скоростью 10 м/с и упруго ударяющегося о стенку под углом  $60^\circ$  к плоскости стенки и отскакивающего от стенки без потери скорости.

(1,73 кг·м/с)

74. Граната, брошенная под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью  $v_0 = 10$  м/с, разрывается в некоторой точке траектории на два осколка одинаковой массы, один из которых начинает двигаться по вертикали, а другой под углом  $45^\circ$  к горизонту. Какова скорость второго осколка? (Соппротивление воздуха не учитывать).

(14 м/с)

75. Молот массой  $m = 1$  кг падает с высоты  $h = 2$  м на наковальню. Длительность удара  $t = 0,01$  с. Определите среднее значение силы  $\langle F \rangle$  удара.

( $6,32 \cdot 10^2$  Н)

76. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки в направлении её движения. Каково была скорость лодки  $v_0$  до выстрела, если она остановилась после двух сделанных подряд выстрелов? Масса лодки 120 кг, масса охотника 80 кг, масса заряда 25 г. Скорость вылета заряда из ружья 600 м/с.

(0,15 м/с)

77. Три сцепленных вагона массами  $m$ ,  $2m$  и  $3m$ , где  $m = 2$  т, движущиеся со скоростью  $v = 1,8$  км/ч, столкнулись с неподвижным вагоном, после чего они все стали двигаться со скоростью  $v = 0,9$  км/ч. Чему равна масса  $m_0$  неподвижного вагона?

(12 т)

78. Вычислите работу, совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой 100 кг на высоту 4 м за время 2 с. Принять  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>.

(4,72 кДж)

79. При увеличении скорости тела его кинетическая энергия увеличилась в 4 раза. Как изменился при этом импульс тела?

- 1) увеличился в 4 раза;                      3) увеличился в 16 раз;  
2) увеличился в 2 раза;                     4) не изменился.

80. Укажите формулу для расчета потенциальной энергии упруго-деформированного тела:

- 1)  $\frac{kx^2}{2}$ ;                      2)  $mgh$ ;                      3)  $\frac{mv^2}{2}$ ;                      4)  $F_{\text{тр}}S$ .

81. Импульс тела равен 10 кг·м/с, а кинетическая энергия 25 Дж. Найти массу и скорость тела. (2 кг; 5 м/с)

82. Шар массой  $m = 1,8$  кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы  $M$ . В результате прямого упругого удара шар потерял  $w = 0,36$  своей кинетической энергии  $W_{\text{кл}}$ . Определите массу большего шара  $M$ . (16,2 кг)

83. Два неупругих шара массами 2 кг и 3 кг движутся со скоростями соответственно 8 м/с и 4 м/с. Определите увеличение внутренней энергии шаров при их столкновении в двух случаях: а) меньший шар нагоняет больший; б) шары движутся навстречу друг другу. (9,6 Дж; 86,4 Дж)

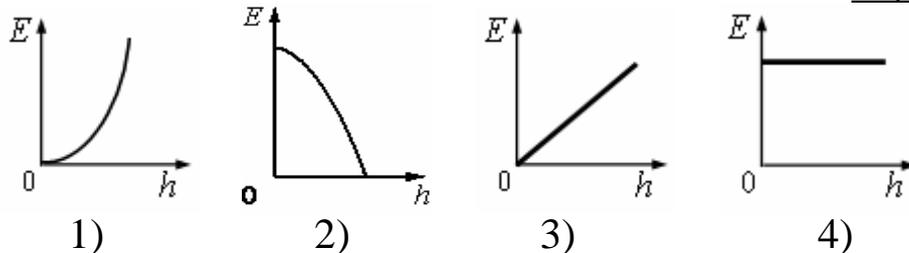
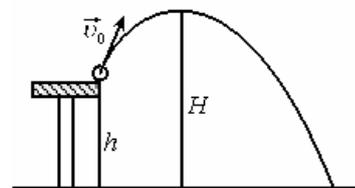
84. Консервативная система – это совокупность тел...

- 1) не взаимодействующих друг с другом;  
2) на которые не действуют внешние силы и которые взаимодействуют только друг с другом;  
3) на которые не действуют внешние силы и между которыми не действуют силы трения;  
4) между которыми не действуют силы трения.

85. Какие из перечисленных ниже сил не являются консервативными (потенциальными) силами?

- 1) упругая сила;                      2) сила тяжести;  
3) силы трения;                      4) силы электростатического поля.

86. Какой из графиков, приведённых на рисунке, показывает зависимость полной энергии  $E$  тела, брошенного под углом к горизонту, от его высоты  $h$  над Землёй? Сопротивлением воздуха пренебречь.



87. Космический корабль, вращающийся по круговой орбите, переходит на другую круговую орбиту большего радиуса. Как изменяется его потенциальная энергия  $W_{\text{П}}$ ? Его кинетическая энергия  $W_{\text{К}}$ ? Его полная энергия  $W_{\text{П}} + W_{\text{К}}$ ?

- 1)  $W_{\text{П}}$  уменьшилась,  $W_{\text{К}}$  увеличилась,  $W_{\text{П}} + W_{\text{К}}$  не изменилась;
- 2)  $W_{\text{П}}$  увеличилась,  $W_{\text{К}}$  уменьшилась,  $W_{\text{П}} + W_{\text{К}}$  не изменилась;
- 3)  $W_{\text{П}}$  увеличилась,  $W_{\text{К}}$  уменьшилась,  $W_{\text{П}} + W_{\text{К}}$  увеличилась;
- 4)  $W_{\text{П}}$  уменьшилась,  $W_{\text{К}}$  увеличилась,  $W_{\text{П}} + W_{\text{К}}$  увеличилась.

**88.** Девочка свободно, не раскачиваясь, качается на качелях. Сохраняются ли при этом ее импульс и механическая энергия?

- 1) импульс сохраняется, энергия – нет;
- 2) импульс не сохраняется, энергия сохраняется;
- 3) и импульс, и энергия сохраняются;
- 4) ни импульс, ни энергия не сохраняются.

**89.** Тело, брошенное под некоторым углом к горизонту, описало параболу и упало на землю. Чему равна работа силы тяжести, если начальная и конечная точки траектории лежат на одной горизонтали?

- 1)  $mgh$ ;
- 2)  $mgh \cdot \cos \alpha$ ;
- 3) 0;
- 4)  $-mgh$ .

**90.** Чему равны значения потенциальной и кинетической энергии камня массой 1 кг, брошенного вертикально вверх со скоростью 12 м/с через 1 с после бросания. Сопротивление не учитывать. (48 Дж; 2 Дж)

**91.** В пружинном ружье пружина сжата на  $x_1 = 20$  см. При взводе ее сжали еще на  $x_2 = 30$  см. С какой скоростью вылетит из ружья стрела массой  $m = 50$  г, если жесткость пружины  $k = 120$  Н/м. (22,4 м/с)

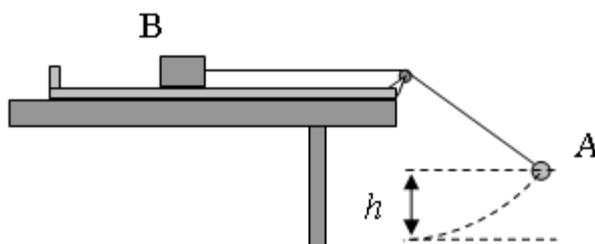
**92.** Из пружинного пистолета выстрелили вертикально вниз в мишень, находящуюся на расстоянии 2 м от него. Совершив работу 0,12 Дж, пуля застряла в мишени. Какова масса пули, если пружина была сжата перед выстрелом на 2 см, а ее жесткость 100 Н/м?

**93.** Шайба массой  $m$  начинает движение по желобу  $AB$  из точки  $A$  из состояния покоя. Точка  $A$  расположена выше точки  $B$  на высоте  $H = 6$  м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы за трения уменьшается на  $\Delta E = 2$  Дж. В точке  $B$  шайба вылетает из желоба под углом  $\alpha = 15^\circ$  к горизонту и падает на землю в точке  $D$ , находящейся на одной горизонтали с точкой  $B$  (см. рисунок).  $BD = 4$  м. Найдите массу шайбы  $m$ . Сопротивлением воздуха пренебречь.



из-

**94.** В установке, изображённой на рисунке, грузик  $A$  соединён перекинутой через блок нитью с бруском  $B$ , лежащим на горизонтальной поверхности трибометра, закреплённого на столе. Грузик отводят в сторону, приподнимая его на высоту  $h$ , и отпускают. Длина свисающей части нити равна  $L$ . Какую величину должна превзойти масса



грузика, чтобы брусок сдвинулся с места в момент прохождения грузиком нижней точки траектории? Масса бруска  $M$ , коэффициент трения между бруском и поверхностью  $\mu$ . Трением в блоке, а также размерами блока пренебречь.

**95.** Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30 %?

**96.** Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй в этом же месте – через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

**97.** На краю стола высотой  $h = 1,25$  м лежит пластилиновый шарик массой  $m = 100$  г. На него со стороны стола налетает по горизонтали другой пластилиновый шарик, имеющий скорость  $v = 0,9$  м/с. Какой должна быть масса второго шарика, чтобы точка приземления шариков на пол была дальше от стола, чем заданное расстояние  $L = 0,3$  м? (Удар считать центральным.)

**98.** С помощью рычага длиной 150 см подняли груз массой 100 кг на высоту 5 см. Какую работу совершили при этом, если КПД устройства 95%? (53

Дж)

**99.** Баба копра массой 400 кг падает на сваю массой 100 кг, вбитую в грунт. Определить среднюю силу сопротивления грунта и КПД копра, если известно, что при каждом ударе свая погружается в грунт на 5 см, а высота поднятия копра 1,5 м. Удар неупругий. ( $10,1 \cdot 10^4$ )

## 2. Жидкости и газы

**1.** В стеклянной трубке, запаянной с одного конца, находятся воздух и столбик ртути, закрывающий воздух в трубке. Какие действия нужно произвести с этой трубкой для измерения давления атмосферного воздуха?

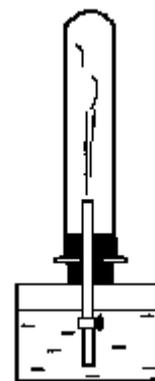
1) измерить длину  $h$  столба ртути и длину  $\ell$  воздушного столба при вертикальном положении трубки;

2) измерить длину  $h$  столба ртути и длину  $\ell$  воздушного столба при горизонтальном положении трубки;

3) измерить длину  $h$  столба ртути и длину  $\ell$  воздушного столба при вертикальном и горизонтальном положениях трубки;

4) опустить открытый конец стеклянной трубки в чашку со ртутью и измерить высоту  $h$  ртутного столба в трубке при вертикальном положении.

2. Из стеклянной трубки откачали воздух и закрыли кран. Почему при открывании крана в трубке (см.рисунок), из которой откачан воздух, образуется водяной фонтан?



1) вода поступает в сосуд потому, что атмосферное давление больше давления разреженного воздуха в сосуде;

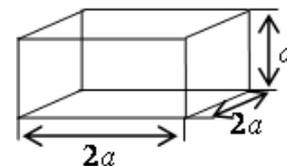
2) вода обладает свойством расширения и потому заполняет любое пустое пространство;

3) пустой сосуд втягивает воду;

4) воздух обладает способностью заполнять пустоту. Он стремится в трубку и вталкивает туда находящуюся на его пути воду.

3. Найдите давление воды на стенку цилиндрического сосуда с диаметром основания 20 см на расстоянии 5 см от дна. Объем воды в сосуде 10 л, плотность воды  $1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . (2,6 · 10<sup>3</sup> Па)

4. Сосуд, изображённый на рисунке, доверху наполнили некоторой жидкостью. Найдите давление жидкости на дно сосуда. Атм. давление не учитывать. Плотность жидкости равна  $\rho$ .



1)  $\rho g a$ ;      2)  $2\rho g a$ ;      3)  $2\rho g a^2$ ;      4)  $2\rho g a^3$ .

5. Малый поршень гидравлического пресса опускается за один ход на 25 см, а большой поднимается на 5 мм. Какова сила давления, действующая на большой поршень, если к малому поршню приложена сила 200 Н? Найдите работу, совершаемую за один ход поршня.

(10 кН; 50 Дж)

6. В стакане с водой плавает кусок льда с впаянной внутрь деревянной щепкой. Как изменится уровень воды в стакане, когда лед растает?

1) уровень воды увеличится;      2) уровень воды уменьшится;  
3) уровень воды не изменится;      4) всякое может быть.

7. При взвешивании груза в воздухе показание динамометра равно 2 Н. При опускании груза в воду показание динамометра уменьшается до 1,5 Н. Выталкивающая сила равна

1) 0,5 Н;      2) 1,5 Н;      3) 2 Н;      4) 3,5 Н.

8. В стакане с водой плавает кусок льда со впаянной внутрь свинцовой дробинкой. Как изменится уровень воды в стакане, когда лед растает?

1) уровень воды увеличится;      2) уровень воды уменьшится;  
3) уровень воды не изменится;      4) всякое может быть.

9. Теплоход переходит из устья Волги в соленое Каспийское море. При этом архимедова сила, действующая на теплоход:

1) уменьшается;      2) не изменяется;      3) увеличивается;  
3) уменьшается или увеличивается в зависимости от размера теплохода.

10. Алюминиевый и железный шары одинаковой массы уравновешены на рычаге. Нарушится ли равновесие, если шары погрузить в воду?

- 1) не нарушится;    2) алюминиевый шар опустится;  
3) железный шар опустится;                              4) всякое может быть.

**11.** Тело плавает на границе двух жидкостей. Плотность тяжелой жидкости в 2,5 раза больше плотности тела, а плотность легкой – в 2 раза меньше плотности тела. Какая часть объема тела погружена в тяжелую жидкость?  
(25 %)

**12.** Найдите массу золота в изделии, изготовленном из сплава золота с серебром. Вес изделия в воздухе 25,4 Н, в воде 23,4 Н. Плотность золота  $19,3 \text{ г/см}^3$ , серебра  $10,5 \text{ г/см}^3$ ;  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .  
(965 г)

**13.** Один конец нити закреплен на дне, а второй прикреплен к пробковому поплавку. При этом  $\frac{3}{4}$  всего объема поплавок погружено в воду. Определите силу натяжения нити, если масса поплавок равна 2 кг. Плотность пробки  $300 \text{ кг/м}^3$ ;  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .  
(30 Н)

### 3. Механические колебания и волны

**1.** Первая пружина имеет жесткость 20 Н/м, вторая – 60 Н/м. Обе пружины растянуты на 1,5 см. Определите отношение потенциальных энергий.  
(3)

**2.** На какое расстояние надо оттянуть груз массой 500 г от положения равновесия, чтобы он, будучи прикреплен к пружине жесткостью 0,2 кН/м, проходил через положение равновесия со скоростью 10 м/с?  
(0,5 м)

**3.** Пружинный маятник вывели из положения равновесия и отпустили. Через какое минимальное время, начиная с начала колебания, его потенциальная энергия станет равна кинетической, если масса маятника 100 г, а жесткость пружины 10 Н/м?  
(0,08 с)

**4.** Груз изображённого на рисунке к тесту 10.25 пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется потенциальная энергия пружины маятника, кинетическая энергия груза и жесткость пружины при движении груза маятника от точки 1 к точке 2? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

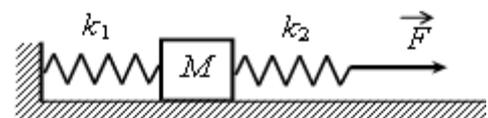
- 1) увеличивается;          2) уменьшается;          3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины маятника	Кинетическая энергия груза	Жёсткость пружины

**5.** К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила  $F$  (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жёсткость первой пружины  $k_1 = 300 \text{ Н/м}$ . Жёсткость второй пружины  $k_2 = 600 \text{ Н/м}$ . Удлинение второй пружины равно 2 см. Модуль силы  $F$  равен



- 1) 4 Н;          2) 6 Н;          3) 12 Н;          4) 18 Н.

**6.** Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как ведёт себя потенциальная энергия пружины, кинетическая энергия груза, его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается;      2) уменьшается;      3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

**7.** Когда наблюдатель воспринимает по звуку, что самолет находится в зените, он видит его под углом  $73^\circ$  к горизонту ( $\text{tg } 73^\circ = 3,2709$ ). С какой скоростью летит самолет? Скорость звука 340 м/с. (100 м/с)

**8.** Звук взрыва, произведенного в воде вблизи поверхности, приборы, установленные на корабле и принимающие звук по воде, зарегистрировали на 45 с раньше, чем он пришел по воздуху. На каком расстоянии от корабля произошел взрыв? Скорость звука в воде 1400 м/с, в воздухе 340 м/с. (20 км)

**9.** Молотком по железнодорожному рельсу ударяют на расстоянии 1,068 км от наблюдателя. Приложив ухо к рельсу, наблюдатель услышал звук на 3 с раньше, чем он дошел к нему по воздуху. Найдите скорость звука в стали, если скорость звука в воздухе равна 340 м/с. (7565 м/с)

#### 4. Молекулярная физика и термодинамика

**1.** Хаотичность теплового движения молекул газа приводит к тому, что

- 1) плотность газа одинакова во всех местах занимаемого им сосуда;
- 2) плотность вещества в газообразном состоянии меньше плотности этого вещества в жидком состоянии;
- 3) газ гораздо легче сжать, чем жидкость;
- 4) при одновременном охлаждении и сжатии газ превращается в жидкость.

**2..** Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Это утверждение соответствует модели строения

- 1) только газа;
- 2) только жидкости;
- 3) только твердого тела;
- 4) газа, жидкости и твердого тела.

**3.** Одним из подтверждений положения молекулярно-кинетической теории строения вещества о том, что частицы вещества хаотично движутся, может служить

А — возможность испарения жидкости при любой температуре;

Б — зависимость давления столба жидкости от глубины;

В — выталкивание из жидкости погруженных в нее тел.

Какие из утверждений правильны?

- |              |                  |
|--------------|------------------|
| 1) только А; | 3) только А и Б; |
| 2) только Б; | 4) только Б и В. |

**4.** Явление диффузии в жидкостях свидетельствует о том, что молекулы жидкостей

- 1) движутся хаотично;
- 2) притягиваются друг к другу;
- 3) состоят из атомов;
- 4) колеблются около своих положений равновесия.

**5.** В баллоне находится масса  $m_1 = 10$  кг газа при давлении  $p_1 = 10$  МПа. Какую массу газа взяли из баллона, если давление стало  $p_2 = 2,5$  МПа? Температуру газа считать постоянной.

- 1) 7,5 кг; 2) 15 кг; 3) 10 кг; 4) 2,5 кг.

**6.** Установите соответствие между физическими константами и их размерностями.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ**      **ИХ РАЗМЕРНОСТИ**

- |                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| А. Постоянная Больцмана             | 1) К·м / (моль·Н) |
| Б. Универсальная газовая постоянная | 2) Вт·с/К         |
|                                     | 3) К/(Вт·с)       |
|                                     | 4) Дж/ (моль·К)   |

А	Б

**7.** Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**      **ПРИБОРЫ ДЛЯ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ**

- |                |               |
|----------------|---------------|
| А. Давление    | 1) калориметр |
| Б. Температура | 2) термометр  |
|                | 3) манометр   |
|                | 4) динамометр |

А	Б

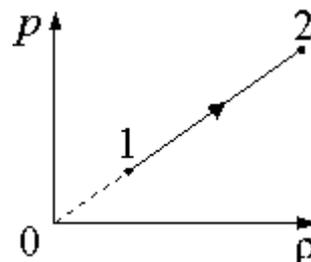
**8.** Два сосуда, содержащие одинаковые массы одного газа, соединены трубкой с краном. В первом сосуде давление  $p_1 = 5 \cdot 10^3$  Па, во втором –

$p_2 = 8 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . Какое давление установится после открытия крана, если температура останется неизменной?

- 1) 6150 Па;      2) 12300 Па;      3) 3000 Па;      4) 8130 Па.

9. При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление газа пропорционально его плотности. Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в этом процессе

- А. происходит изотермическое сжатие газа.  
 Б. концентрация молекул газа увеличивается.  
 1) верно только А;      2) верно только Б;  
 3) оба утверждения верны;      4) оба утверждения неверны.



10. В сосуде находится 3 моль гелия. Что произойдет с давлением газа на стенки сосуда, температурой и объемом газа при его изотермическом расширении?

К каждому элементу левого столбца подберите соответствующий элемент из правого и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

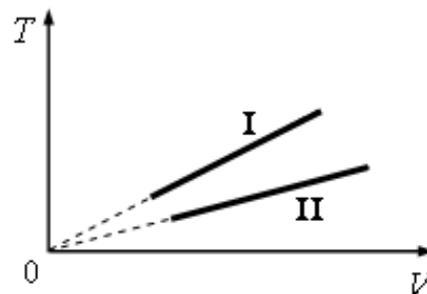
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

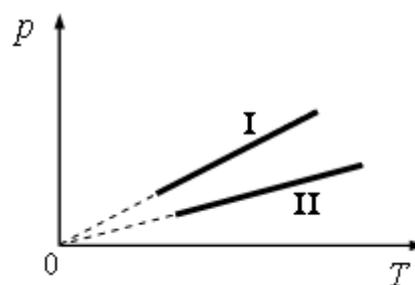
- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| А. Давление газа    | 1) увеличивается |
| Б. Температура газа | 2) уменьшается   |
| В. Объем газа       | 3) не изменяется |

А	Б	В

11. В трубке, закрытой с одного конца, столбик воздуха заперт столбиком ртути длиной 19 см. Если трубку повернуть открытым концом вниз, длина столбика воздуха будет 10 см, а если открытым концом вверх, то 6 см. Найдите атмосферное давление (в мм рт. ст.) (760 мм рт. ст.)



12. На рисунке изображены графики двух процессов, проведенных с идеальным газом при одном и том же давлении. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



13. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объема. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

13. На  $V$ - $T$ -диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа  $p$  на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



14. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния  $A$  в состояние  $C$  (см. рисунок к тесту 13.9). Масса газа не меняется. Как ведут себя перечисленные ниже величины, описывающие этот газ, в ходе указанного на диаграмме процесса.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Объём газа	Внутренняя энергия

15. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс изотермического сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

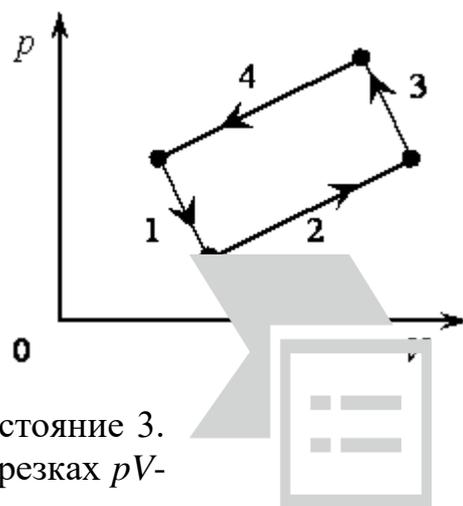
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А. Давление	1) увеличивается
Б. Температура	2) уменьшается
В. Внутренняя энергия	3) не изменяется

А	Б	В

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

16. На рис. Показан ход изменения состояний 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшим положительным значением работы газа и наибольшим положительным значением работы внешних сил? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.

А) работа газа положительна и минимальна  
 Б) работа внешних сил положительна и максимальна



17. На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа  $A_{12}/A_{23}$  на этих двух отрезках  $p$ - $V$ -диаграммы?

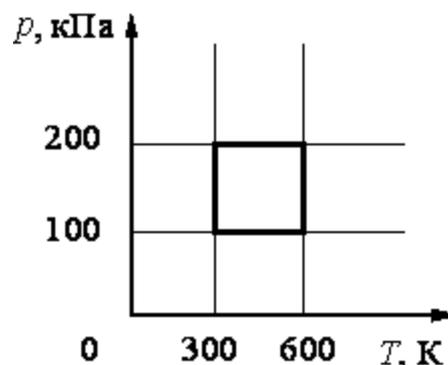
1) 6; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

18. На графике изображен цикл с идеальным газом неизменной массы. На каком участке графика работа равна нулю?

- 1)  $AB$ ; 2)  $DA$ ; 3)  $CD$ ; 4)  $BC$ .

19. С идеальным газом происходит циклический процесс,  $pT$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объём, который занимает газ в этом процессе, составляет 6 л. Определите количество вещества этого газа.

- 1) 0,36 моль; 2) 0,24 моль;  
3) 0,18 моль; 4) 0,12 моль.



20. В калориметр с горячей водой погрузили медный цилиндр, взятый при комнатной температуре. В результате в калориметре установилась температура  $60^\circ\text{C}$ . Если вместо медного цилиндра опустить в калориметр алюминиевый цилиндр такой же массы при комнатной температуре, то конечная температура в калориметре будет

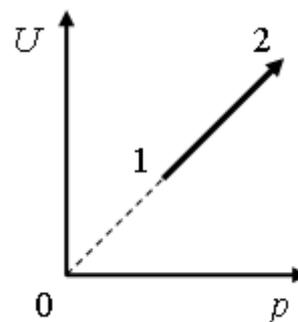
- 1) выше  $60^\circ\text{C}$ ; 2) ниже  $60^\circ\text{C}$ ; 3)  $60^\circ\text{C}$ ; 4) зависеть от отношения.

21. В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  заливают  $m = 1$  кг воды с температурой  $t_2 = 44^\circ\text{C}$ . Какая масса льда  $\Delta m$  расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ выразите в граммах.

22. Алюминиевый чайник массой 0,4 кг, в котором находится 2 кг воды при  $10^\circ\text{C}$ , помещают на газовую горелку с КПД 40%. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причем 20 г воды выкипело. ( $c_{\text{ал}} = 880$  Дж/(кг·К);  $c_{\text{в}} = 4,19$  кДж/(кг·К); удельная теплота парообразования 2,3 МДж/кг). (3,5 кВт)

23. Чтобы расплавить на примусе 4 кг льда, взятого при температуре минус  $8^\circ\text{C}$  ( $c_{\text{л}} = 2,1$  кДж/(кг·К);  $\lambda = 334$  кДж/кг), израсходовали 900 г керосина ( $q_{\text{к}} = 46$  МДж/кг). Определите КПД примуса. (3,4%)

24. На рисунке показан процесс изменения состояния одного моль одноатомного идеального газа ( $U$  – внутренняя энергия газа;  $p$  – его давление). Как изменяются в ходе этого процесса объём, абсолютная температура и теплоёмкость газа?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Температура газа	Теплоёмкость газа

**25.** Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1=600$  К и давлении  $p_1=4 \cdot 10^5$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа  $p_2=10^5$  Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу  $A=2493$  Дж?

**26.** Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1=600$  К и давлении  $p_1=4 \cdot 10^5$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа  $p_2=10^5$  Па. На какую величину изменилась внутренняя энергия аргона в результате расширения?

**27.** Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1=600$  К и давлении  $p_1=4 \cdot 10^5$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечный объём газа вдвое больше начального. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу  $A = 2493$  Дж?

**28.** Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими адиабатный процесс расширения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ                      ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| А. Давление           | 1) увеличивается |
| Б. Объём              | 2) уменьшается   |
| В. Температура        | 3) не изменяется |
| Г. Внутренняя энергия |                  |

А	Б	В	Г

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

**29.** Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс изотермического сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

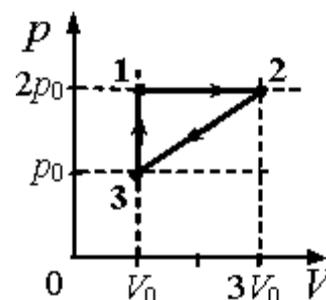
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ                      ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| А. Давление           | 1) увеличивается |
| Б. Температура        | 2) уменьшается   |
| В. Внутренняя энергия | 3) не изменяется |

А	Б	В

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

**30.** С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу  $A_{ц} = 5$  кДж.



Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?

**31.** Двигатель внутреннего сгорания имеет КПД 28 % при температуре горения топлива  $927^{\circ}\text{C}$  и температуре отходящих газов  $447^{\circ}\text{C}$ . На сколько процентов КПД идеальной машины больше КПД двигателя?

- 1) 12 %; 2) 19 %; 3) 23 %; 4) 56 %.

**32.** С идеальным газом происходит циклический процесс,  $pT$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объём, который занимает газ в этом процессе, составляет 6 л. Определите количество вещества этого газа.

- 1) 0,12 моль; 2) 0,36 моль; 3) 0,48 моль; 4) 0,56 моль.

**33.** Определите работу расширения 20 л газа при изобарическом нагревании от 300 К до 393 К. Давление газа 80 кПа. (496 Дж)

**34.** Температуру холодильника тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя неизменной. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

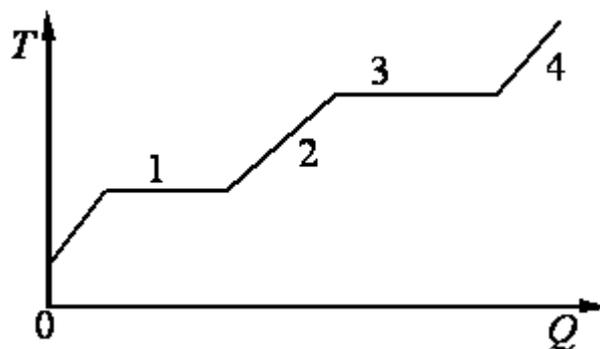
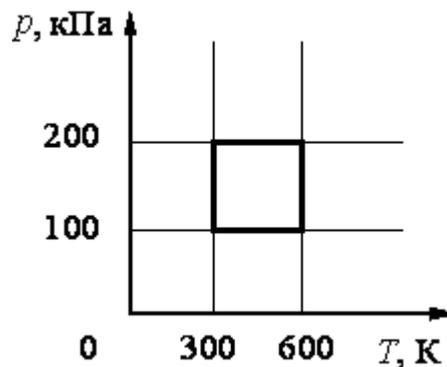
КПД тепловой машины	Количество теплоты отданное газом холодильнику за цикл	Работа газа за цикл

**35.** Азот массой 280 г был нагрет при постоянном давлении на  $100^{\circ}\text{C}$ . Определите работу расширения. ( $8,3 \cdot 10^3$  Дж)

**36.** Киломоль одноатомного газа нагревается на 100 К при постоянном объеме. Найти количество теплоты, сообщенное газу. (1,24 МДж)

5. Агрегатные состояния вещества

**1.** В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры  $T$  вещества по мере поглощения им количества теплоты  $Q$ . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца.



**ПРОЦЕССЫ**

**УЧАСТКИ ГРАФИКА**

- А) нагревание вещества в газообразном состоянии      1) 2;      2) 2;  
 Б) кипение жидкости      3) 3;      4) 4.

2.. По мере понижения температуры от +50 °С до –50 °С вода находилась сначала в жидком состоянии, затем происходил процесс ее затвердевания, и дальнейшее охлаждение твердой воды – льда. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время этих трех процессов и если изменялась, то как? Установите соответствие между физическими процессами, перечисленными в первом столбце, и изменениями внутренней энергии воды, перечисленными во втором столбце.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ      ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ**

- А. Охлаждение жидкой воды      1) остается неизменной  
 Б. Отвердевание воды      2) увеличивается  
 В. Охлаждение льда      3) уменьшается

А	Б	В

3. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

4. В закрытом сосуде находится 6 г водяного пара под давлением 25 кПа при температуре 100 °С. Объем сосуда уменьшили в 8 раз, без изменения температуры. Найдите массу пара, оставшегося после этого в сосуде.

(3 г)

5.. В сосуде под поршнем – вода и водяной пар. Масса воды в 3 раза больше, чем масса пара. Объем сосуда изотермически увеличивают в 2 раза. Как изменяются при этом масса воды и давление пара?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;    2) уменьшится;    3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

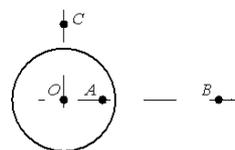
Масса пара	Давление пара

модуль напряжённости электростатического поля кубика в точке *M*

- 1) 0;      2)  $E_A$ ;      3)  $4E_A$ ;      4)  $16E_A$ .

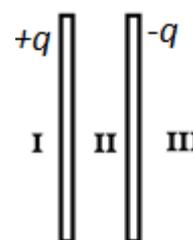
**6. Электростатика. Постоянный ток**

1. На неподвижном проводящем уединённом шарике радиусом  $R$  находится заряд  $Q$ . Точка  $O$  – центр шарика,  $OA = \frac{3}{4}R$ ,  $OB = 3R$ ,  $OC = \frac{3}{2}R$ . Модуль напряжённости электростатического поля заряда  $Q$  в точке  $C$  равен  $E_C$ . Чему равен модуль напряжённости электростатического поля заряда  $Q$  в точке  $A$  и точке  $B$ ?



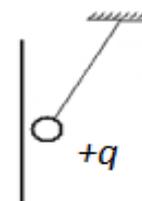
- А) модуль напряжённости электростатического поля шарика в точке  $A$   
 Б) модуль напряжённости электростатического поля шарика в точке  $B$   
 1) 0; 2)  $4E_C$ ; 3)  $E_C/2$ ; 4)  $E_C/4$ .

2. Две очень большие квадратные металлические пластины заряжены до зарядов  $+q$  и  $-q$  (см. рис.). В каких областях пространства напряжённость электрического поля, созданного пластинами, равна нулю?



- 1) только в I; 2) только в II;  
 3) только в III; 4) в I и III.

3. Маленький шарик с зарядом  $q = 4 \cdot 10^{-7}$  Кл и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм?



4. Цинковая пластина, имеющая отрицательный заряд  $-10e$ , при освещении потеряла четыре электрона. Каким стал заряд пластины?

- 1)  $+6e$ ; 2)  $-6e$ ; 3)  $+14e$ ; 4)  $-14e$ .

5. Точка  $B$  находится в середине отрезка  $AC$ . Неподвижные точечные заряды  $+q$  и  $-2q$  расположены в точках  $A$  и  $C$



соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку  $C$  взамен заряда  $-2q$ , чтобы напряжённость электрического поля в точке  $B$  увеличилась в 2 раза?

- 1)  $-5q$ ; 2)  $-4q$ ; 3)  $4q$ ; 4)  $5q$ .

6. Заряженная пылинка находится в однородном электрическом поле напряжённостью  $E = 1,3 \cdot 10^5$  В/м, направленном вертикально. Какой заряд она должна иметь, чтобы находиться в равновесии? Масса пылинки

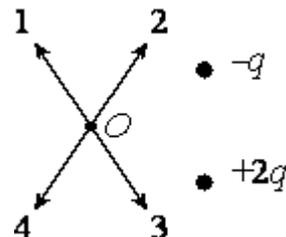
$$m = 2 \cdot 10^{-12} \text{ кг.}$$

$$(1,5 \cdot 10^{-16} \text{ Кл})$$

7. В однородное электрическое поле со скоростью  $0,5 \cdot 10^7$  м/с влетает электрон и движется по направлению линий напряжённости поля. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если модуль напряжённости поля равен 3600 В/м?

- 1) 1 см;    2) 2 см;    3) 5 см;    4) 8 см.

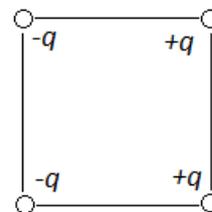
8. По какой из стрелок 1–4 направлен вектор напряжённости электрического поля  $\vec{E}$ , созданного двумя разноимёнными неподвижными точечными зарядами в точке  $O$  (см. рисунок,  $q > 0$ )? Точка  $O$  равноудалена от зарядов.



9. Как изменится ускорение заряженной пылинки, движущейся в электрическом поле, если напряжённость поля увеличить в 2 раза, а заряд пылинки в 2 раза уменьшить? Силу тяжести не учитывать.

- 1) не изменится;                      2) увеличится в 2 раза;  
3) уменьшится в 2 раза;            4) увеличится в 4 раза.

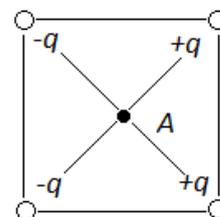
10. Как направлен вектор напряженности электрического поля в центре квадрата, созданного зарядами, которые расположены в его вершинах так, как это представлено на рисунке?



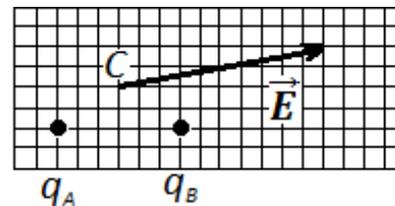
- 1) влево;    2) вправо;    3) вниз;    4) вверх.

11. Каждый из четырех одинаковых по величине и знаку зарядов, расположенных в вершинах квадрата, создают в точке  $A$  электрическое поле, напряженность которого равна  $E$  (см. рис.). Напряженность поля в точке  $A$  равна

- 1) 0;    2)  $4E$ ;    3)  $2\sqrt{2}E$ ;    4)  $4\sqrt{2}E$ .

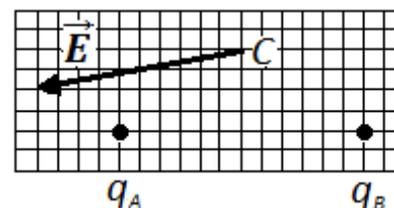


12. На рисунке изображен вектор напряженности  $\vec{E}$  электрического поля в точке  $C$ , которое создано двумя точечными зарядами  $q_A$  и  $q_B$ . Чему примерно равен заряд  $q_B$ , если заряд  $q_A$  равен 2 мкКл? Ответ выразите в микрокулонах (мкКл). 1 мкКл;    2) 2 мкКл;    3) 1 мкКл;    4) 2 мкКл.



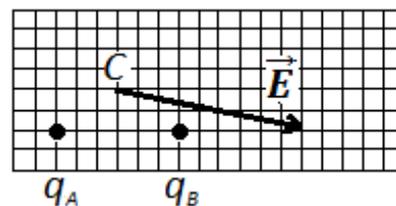
13. На рисунке изображен вектор напряженности  $\vec{E}$  электрического поля в точке  $C$ , которое создано двумя точечными зарядами  $q_A$  и  $q_B$ . Каков заряд  $q_B$ , если заряд  $q_A$  равен 2 мкКл?

- 1) 1 мкКл;    2) 2 мкКл;

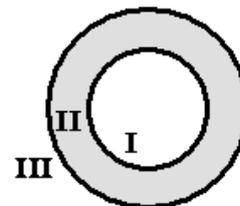


- 3) 1 мкКл;            4) 2 мкКл.

**14.** На рисунке изображен вектор напряженности  $\vec{E}$  электрического поля в точке  $C$ , которое создано двумя точечными зарядами  $q_A$  и  $q_B$ . Каков заряд  $q_B$ , если заряд  $q_A$  равен 1 мкКл? 1) 1 мкКл; 2) 2 мкКл; 3) 1 мкКл; 4) 2 мкКл.



**15.** На рисунке изображено сечение уединенного проводящего полого шара. I – область полости, II – область проводника, III – область вне проводника. Шару сообщили отрицательный заряд. В каких областях пространства напряженность электрического поля, создаваемого шаром, отлична от нуля?



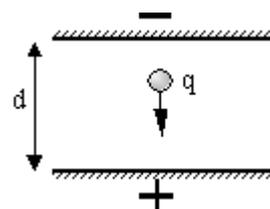
- 1) только в I;            2) только в II;            3) только в III;            4) в I и II.

**16.** Пóлый шарик массой  $m = 0,4$  г с зарядом  $q = 8$  нКл движется в горизонтальном однородном электрическом поле, напряжённость которого  $E = 500$  кВ/м. Какой угол  $\alpha$  образует с вертикалью траектория шарика, если его начальная скорость равна нулю?

**17.** Пылинка, имеющая заряд  $10^{-11}$  Кл, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью  $0,1$  м/с и переместилась на расстояние 4 см. Какова масса пылинки, если её скорость увеличилась на  $0,2$  м/с при напряженности поля  $10^5$  В/м? Ответ выразите в миллиграммах (мг).

**18.** Пылинка, имеющая массу  $10^{-6}$  кг, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью  $0,1$  м/с и переместилась на расстояние 4 см. Каков заряд пылинки, если её скорость увеличилась на  $0,2$  м/с при напряженности поля  $E = 10^5$  В/м? Ответ выразите в пикокулонах (пКл).

**19.** Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии  $d = 1$  см друг от друга. Напряжение на пластинах конденсатора 5000 В. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Масса капли  $4 \cdot 10^{-6}$  кг. При каком значении заряда  $q$  капли ее скорость будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебечь. Ответ выразите в пикокулонах ( $10^{-12}$  Кл).



**20.** Два одинаковых воздушных конденсатора ёмкостью по 100 пФ каждый соединены последовательно и подключены к источнику напряжения 10 В.

Найти изменение заряда на конденсаторах, если в один из них вставить диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 2$ , не отключая от источника. (0,17 нКл)

**21.** Разность потенциалов между пластинами одного из двух одинаковых конденсаторов емкостью  $C$  равна  $U$ , а другого нулю. Конденсаторы соединяют параллельно. Найдите изменение энергии системы после соединения конденсаторов. (Уменьшилась на  $CU^2/4$ )

**22.** Первый конденсатор емкостью  $3C$  подключен к источнику тока с ЭДС  $\epsilon$ , а второй – емкостью  $C$  подключен к источнику с ЭДС  $3\epsilon$ . Отношение энергии электрического поля второго конденсатора к энергии электрического поля первого равно 1)1; 2)13; 3)3; 4)9.

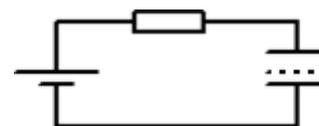
**23.** Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при увеличении зазора между обкладками конденсатора три величины: емкость конденсатора, величина заряда на его обкладках, разность потенциалов между ними? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1)увеличится; 2)уменьшится; 3)не изменится.

А) Емкость конденсатора.

Б) Величина заряда на обкладках конденсатора.

В) Разность потенциалов между обкладками конденсатора.

**24.** Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины медленно раздвинули. Какая работа была совершена против сил притяжения пластин, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 10 мкДж и заряд конденсатора изменился на 1 мкКл?



**25.** Если напряжение между концами проводника и его длину увеличить в 3 раза, то сила тока, идущего через проводник:

- 1) уменьшится в 3 раза;      2) не изменится;  
3) увеличится в 3 раза;      4) уменьшится в 9 раз.

**26.** Участок цепи состоит из четырех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны  $r$ ,  $2r$ ,  $3r$  и  $4r$ . Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

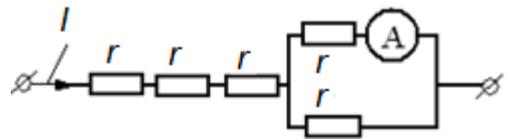
- 1)  $10r$ ;    2)  $20r$ ;    3)  $30r$ ;    4)  $40r$ .

**27.** Медная проволока имеет электрическое сопротивление 6 Ом. Какое электрическое сопротивление имеет медная проволока, у которой в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?

- 1) 36 Ом;    2) 9 Ом;    3) 4 Ом;    4) 1 Ом.

**28.** Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны  $r$ ,  $2r$  и  $3r$ . Сопротивление участка уменьшится в 1,5 раза, если убрать из него

- 1) первый резистор;    2) второй резистор;  
3) третий резистор;    4) первый и второй резисторы.

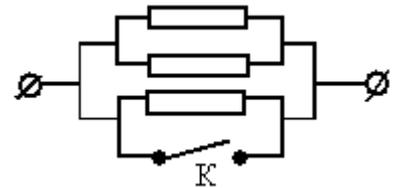


**29.** Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток  $I = 4$  А. Что показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

- 1) 1 А;    2) 2 А;    3) 3 А;    4) 1,5 А.

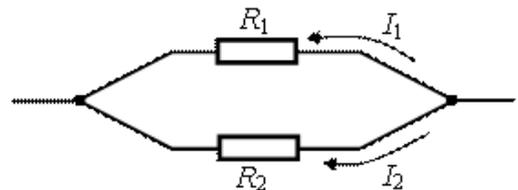
**30.** Каким будет сопротивление участка цепи (см. рисунок), если ключ  $K$  замкнуть? (Каждый из резисторов имеет сопротивление  $R$ ).

- 1)  $2R$ ;    2) 0;    3)  $3R$ ;    4)  $R$ .



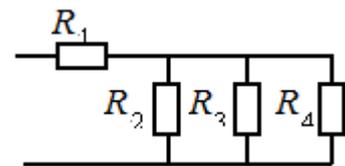
**31.** Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах  $I_1 = 0,8$  А,  $I_2 = 0,2$  А. Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение

- 1)  $R_1 = 14R_2$ ;    2)  $R_1 = 4R_2$ ;  
3)  $R_1 = 12R_2$ ;    4)  $R_1 = 2R_2$ .

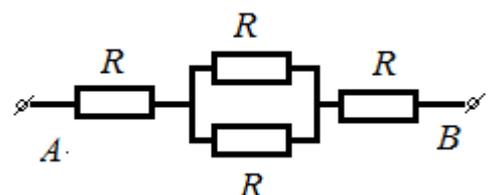


**32.** Определите общее сопротивление электрической цепи, если  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = R_3 = R_4 = 3$  Ом.

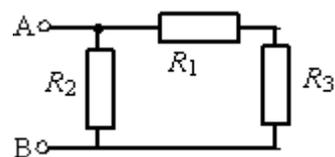
- 1) 11 Ом;    2) 3 Ом;    3) 1,5 Ом;    4)  $19/9$  Ом.



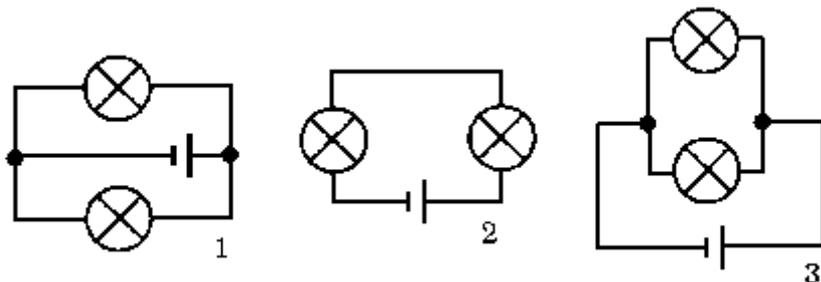
**33.** электрической цепи, представленной на рисунке, равно 1)  $4R$ ; 2)  $3R$ ; 3)  $2,5R$ ; 4)  $2,25R$ .



34. Определите общее сопротивление  $R$  участка цепи между клеммами  $A$  и  $B$ , если  $R_1=R_2=2\text{ Ом}$ ,  $R_3=4\text{ Ом}$ . 1) 8 Ом; 2) 5 Ом; 3) 1,5 Ом; 4) 0,5 Ом

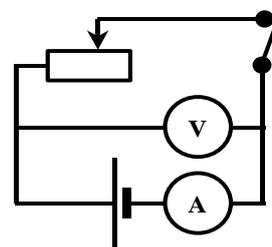


35. Какая из схем, изображенных на рисунке, соответствует последовательному включению ламп?



- 1) только 1;      2) только 2;      3) только 3;      4) 1 и 2;  
 5) 1 и 3;      6) 2 и 3;      7) 1, 2 и 3.

36. В электрической цепи, изображенной на рисунке, ползунок реостата переместили вправо. Как изменились при этом показания вольтметра и амперметра?



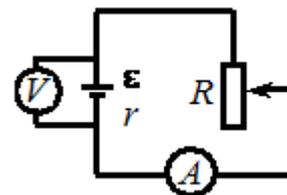
- 1) показания обоих приборов увеличились;  
 2) показания обоих приборов уменьшились;  
 3) показания амперметра увеличились, вольтметра уменьшились;  
 4) показания амперметра уменьшились, вольтметра увеличились.

37. Обмотка амперметра, предназначенного для измерения силы тока, имеет сопротивление 0,9 Ом. Определите сопротивление шунта, который нужно подключить к амперметру, чтобы можно было измерять токи, в 10 раз большие. (0,1 Ом)

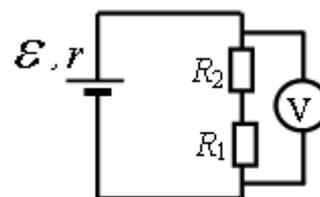
38. К миллиамперметру, рассчитанному на максимальный ток 100 мА, присоединили добавочное сопротивление, чтобы получить вольтметр, которым можно измерять напряжение до 220 В. Какой должна быть величина этого добавочного сопротивления, если известно, что при шунтировании миллиамперметра сопротивлением 0,2 Ом цена его деления возрастает в 10 раз? (2198 Ом)

39. В каждую из сторон правильного шестиугольника включено сопротивление 5 Ом. Кроме того, каждая из вершин соединена с центром шестиугольника таким же сопротивлением. Чему равно сопротивление получившейся системы при подключении противоположными вершинами?  
(4 Ом)

40. При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6 В, амперметр – 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 4 В и 2 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.  
1) 0,5 Ом; 2) 1 Ом; 3) 1,5 Ом; 4) 2 Ом.



41. К однородному медному цилиндрическому проводнику на 15 с приложили разность потенциалов 1 В. Какова длина проводника, если его температура при этом повысилась на 10 К? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь (удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м).



42. В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника тока равна 5 В, его внутреннее сопротивление  $r = 1$  Ом, а сопротивления резисторов  $R_1 = R_2 = 2$  Ом. Какое напряжение показывает вольтметр?  
1) 1 В; 2) 2 В; 3) 3 В; 4) 4 В.

43. На одной лампочке написано «220 В, 60 Вт», на другой – «110 В, 30 Вт». Сопротивление какой лампочки больше?

- 1) сопротивление первой больше;      2) сопротивление второй больше;  
3) сопротивления одинаковы;          4) среди ответов нет правильного.

44. Как изменится мощность, потребляемая электрической лампой, если, не изменяя её электрическое сопротивление, уменьшить напряжение на ней в 3 раза?

- 1) уменьшится в 3 раза;                      2) уменьшится в 9 раз;  
3) не изменится;      4) увеличится в 9 раз.

45. Как изменятся тепловые потери в линии электропередачи, если будет использоваться напряжение 110 кВ вместо 11 кВ при условии передачи одинаковой мощности?

- 1) увеличатся в 10 раз;                      2) уменьшатся в 10 раз;  
3) увеличатся в 100 раз;                      4) уменьшатся в 100 раз;  
5) не изменятся.

46. Два резистора, имеющие сопротивления  $R_1 = 3$  Ом и  $R_2 = 6$  Ом, включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение  $Q_1/Q_2$  количеств теплоты, выделяющихся на этих резисторах за одинаковое время?

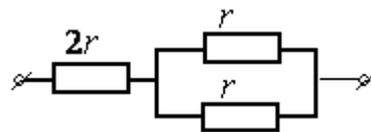
- 1)  $\frac{1}{2}$ ;                      2) 2;                      3) 4;                      4)  $\frac{1}{4}$ .

47. Два нагревателя подключаются к источнику питания сначала последовательно, затем – параллельно. В каком случае к.п.д. больше?

- 1) в первом;                      2) в обоих случаях одинаково;  
3) во втором;                      4) среди ответов нет правильного.

48. При питании лампочки от элемента с ЭДС 1,5 В сила тока в цепи равна 0,2 А. Найдите работу сторонних сил в элементе за 1 мин. (18 Дж)

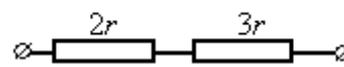
49. При подключении электромагнита к источнику с ЭДС 30 В и внутренним сопротивлением 2 Ом напряжение на зажимах источника стало 28 В. Найдите силу тока в цепи. Какую работу совершают сторонние силы источника за 5 мин? Какова работа тока во внешней и внутренней частях цепи за то же время? (1 А; 9 кДж; 8,4 кДж; 0,6 кДж)



50. На рисунке показан участок цепи, по которому течет постоянный ток. Отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на одном из двух правых, равно

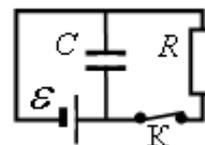
- 1) 18; 2) 2;                      3) 14;                      4) 8.

51. На рисунке показан участок цепи, по которому течет постоянный ток. Отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на правом, равно



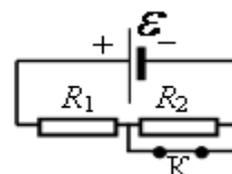
- 1) 3/2;                      2) 2/3;                      3) 9/4;                      4) 4/9.

52. Конденсатор ёмкостью  $C = 2$  мкФ присоединён к батарее с ЭДС  $\varepsilon = 10$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом. В начальный момент времени ключ К был замкнут (см. рисунок). Какой станет энергия конденсатора через длительное время (не менее 1 с) после размыкания ключа К, если сопротивление резистора  $R = 10$  Ом?



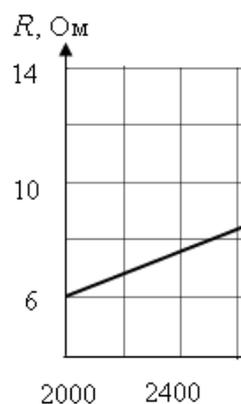
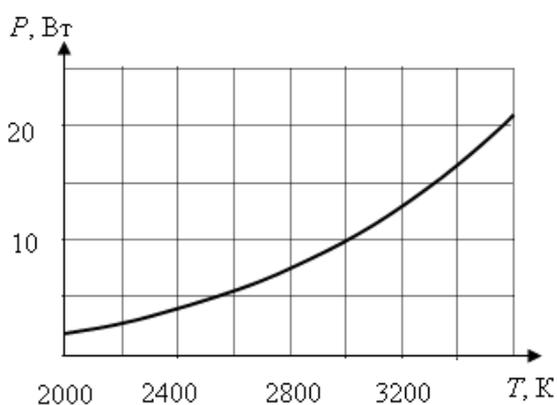
- 1) 100 нДж;                      2) 200 нДж;                      3) 100 мкДж;                      4) 200 мкДж.

53. На рисунке показана цепь постоянного тока. Сопротивления обоих резисторов одинаковы и равны  $R$ .

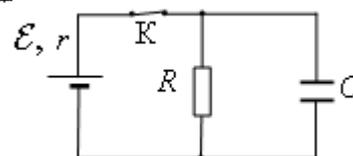


Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\varepsilon$  – ЭДС источника тока). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

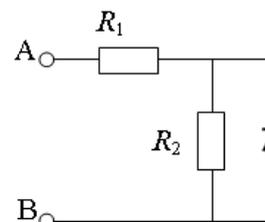
**54.** При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунке изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы  $P=P(T)$  и сопротивления спирали  $R=R(T)$  от температуры. При помощи этих графиков определите напряжение, приложенное к спирали, при температуре  $T=2500\text{K}$ .



- 1) 5,0 В; 2) 6,3 В; 3) 10,3 В; 4) 12,0 В.



**55.** В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном – многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке  $A$  – положительного, а к точке  $B$  – отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна 4,8 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 14,4 Вт. Укажите условия протекания тока через диод и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.



**56.** Вольтметр, подключенный к лампочке, показывает напряжение  $U = 4$  В, а амперметр – ток  $I = 2$  А. Чему равно внутреннее сопротивление  $r$  источника тока, к которому эта лампочка присоединена, если ЭДС источника  $\varepsilon = 5$  В?  
(0,5 Ом)

**57.** Источник тока, замкнутый на сопротивление  $R_1 = 2$  Ом, дает ток  $I_1 = 1,6$  А. Тот же источник тока, замкнутый на сопротивление  $R_2 = 1$  Ом, дает

ток  $I_2 = 2$  А. Найдите мощность, теряемую внутри батареи, во втором случае.  
(12 Вт)

**58.**  $R_1 = 10$  Ом и  $R_2 = 20$  Ом, подключены к источнику тока с напряжением 120 В. Чему равна мощность, выделяемая в резисторе с сопротивлением  $R_2$ ?  
(320 Вт)

**59.** Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора, если при токе 5 А он отдает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе 7 А – мощность 12,6 Вт.  
( $\varepsilon = 25$  В;  $r = 0,05$  Ом)

**60.** Для нагревания 4,5 л воды от  $23^\circ\text{C}$  до кипения нагреватель потребляет 0,5 кВт·ч электрической энергии. Чему равен КПД нагревателя? Плотность воды  $\rho = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $c_B = 4,2$  кДж/(кг·К).  
(81 %)

Когда к тем же зажимам подключили резистор, вольтметр стал показывать 3 В. Что покажет вольтметр, если вместо одного подключить два таких же резистора, соединенных последовательно? параллельно?  
(2 В; 4 В)

**61.** Лампочки, сопротивления которых 3 и 12 Ом, поочередно подключенные к некоторому источнику тока, потребляют одинаковую мощность. Найти внутреннее сопротивление источника и КПД цепи в каждом случае.  
(6 Ом; 33 %; 67 %)

**62.** ЭДС батареи 12 В, ток короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи?  
(15 Вт)

**63.** При коротком замыкании выводов гальванической батареи сила тока в цепи 0,45 А. При подключении к выводам батареи электрической лампы сила тока в цепи 0,225 А, а напряжение на лампе 4,5 В. Найдите ЭДС гальванической батареи.

**64.** Линия электропередачи, имеющая сопротивление 250 Ом, подключена к генератору постоянного тока мощностью 25 кВт. При каком напряжении на зажимах генератора потери в линии составят 4 % от мощности генератора?  
( $1,25 \cdot 10^4$  В)

**65.** Два резистора, имеющие сопротивления  $R_1 = 3$  Ом и  $R_2 = 6$  Ом, включены параллельно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение мощностей  $P_1/P_2$  электрического тока, выделившихся в этих резисторах?

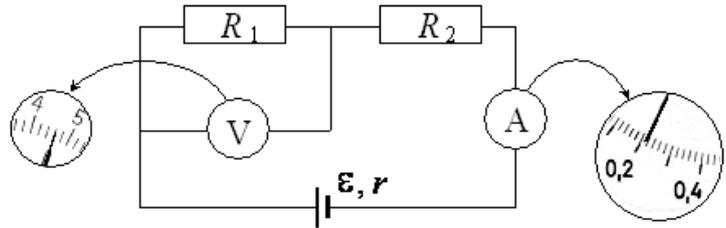
1) 1 : 1

2) 1 : 2

3) 2 : 1

4) 4 : 1

**66.** При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке.



Сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  равны

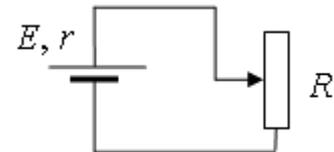
20 Ом и 150 Ом соответственно. Сопротивление вольтметра равно 10 кОм, а амперметра – 0,4 Ом. ЭДС источника равна 36 В, а его внутреннее сопротивление – 1 Ом. На рисунке показаны шкалы приборов с показаниями, которые получил ученик. Исправны ли приборы или же какой-то из них даёт неверные показания?

**67.** Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока  $P_{\max}$ , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата  $R = 2$  Ом. Какова ЭДС источника?

**68.** Паяльник, рассчитанный на напряжение  $U_1 = 220$  В, подключили в сеть с напряжением  $U_2 = 110$  В. Как изменилась мощность, потребляемая паяльником? Сопротивление спирали паяльника считать постоянным.

- 1) уменьшилась в 4 раза; 2) увеличилась в 2 раза;  
3) уменьшилась в 2 раза; 4) увеличилась в 4 раза.

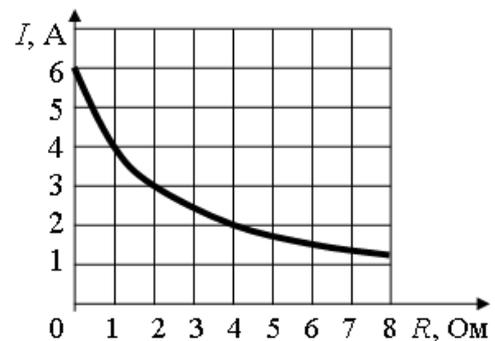
**69.** Реостат  $R$  подключен к источнику тока с ЭДС  $E$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок).



Зависимость силы тока в цепи от сопротивления

реостата представлена на графике.

Найдите сопротивление реостата, при котором мощность тока, выделяемая на внутреннем сопротивлении источника, равна 8 Вт.

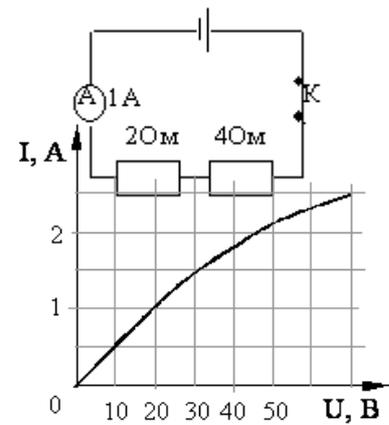


**70.** При лечении электростатическим душем к электродам электрической машины прикладывается разность потенциалов 10 кВ. Какой заряд проходит между электродами за время процедуры, если известно, что электрическое поле совершает при этом работу, равную 3,6 кДж?

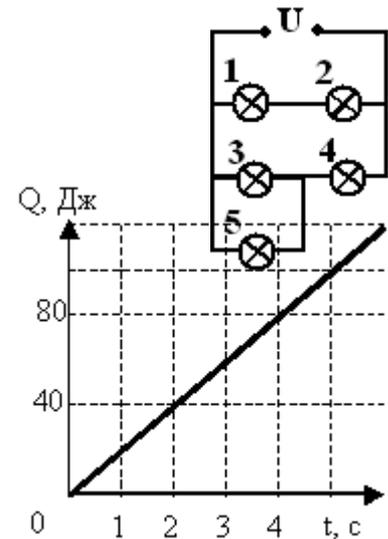
- 1) 36 мКл; 2) 0,36 Кл; 3) 36 МКл; 4)  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

**71.** Изучая закономерности соединения резисторов, ученик собрал электрическую цепь, изображенную на рисунке. Какая энергия выделится во

внешней части цепи при протекании тока в течение 10 минут? Необходимые данные указаны на схеме. Амперметр считать идеальным.



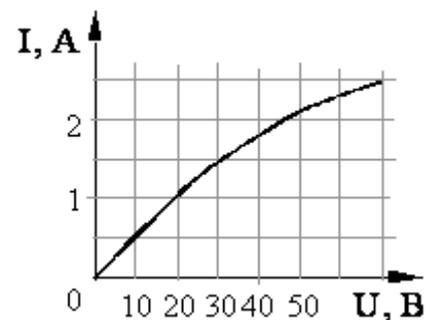
72. Какая лампа (см. рис.) горит ярче других (все лампы имеют одинаковое сопротивление)?  
 1) 5;      2) 2;      3) 3;      4) 4.



73. По резистору течет постоянный ток. На рисунке приведен график зависимости количества теплоты, выделяемого в резисторе, от времени. Сопротивление резистора 5 Ом. Чему равна сила тока в резисторе?

74. Две проволоки одинаковой длины из одного и того же материала включены последовательно в электрическую цепь. Сечение первой проволоки в 3 раза больше сечения второй. Количество теплоты, выделяемое в единицу времени в первой проволоке,

- 1) в 3 раза больше, чем во второй;  
 2) в 3 раза меньше, чем во второй;  
 3) в 9 раз больше, чем во второй;  
 4) в  $\sqrt{3}$  раз меньше, чем во второй.



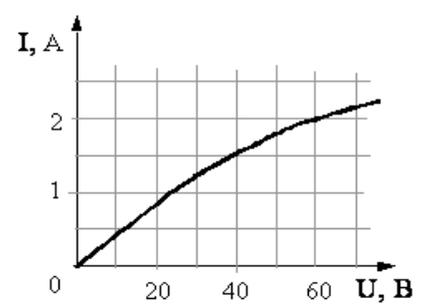
75. На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При напряжении 30 В мощность тока в лампе равна

- 1) 135 Вт;    2) 67,5 Вт;    3) 45 Вт;    4) 20 Вт.

76. На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При силе тока 1,5 А мощность тока в лампе равна

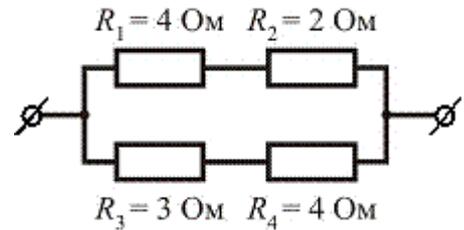
- 1) 135 Вт;    2) 67,5 Вт;    3) 45 Вт;    4) 20 Вт.

77. силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При силе тока 2 А ток в лампе за 3 с совершает работу



- 1) 90 Дж; 2) 10,8 кДж; 3) 270 Дж; 4) 360 Дж.

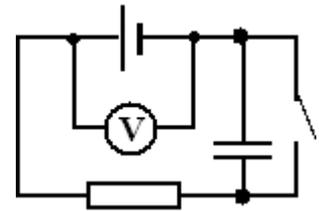
**78.** На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты  $Q_2/Q_3$ , выделившихся на резисторах  $R_2$  и  $R_3$  за одно и то же время?



- 1) 0,44; 2) 0,67; 3) 0,9; 4) 1,5.

**79.** На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 10 А. Подаваемое в цепь напряжение равно 110 В. Какое максимальное число электрических чайников, мощность каждого из которых равна 400 Вт, можно одновременно включить в квартире?

- 1) 2,7; 2) 2; 3) 3; 4) 2,8.



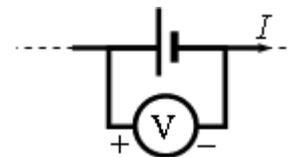
**80.** Схема электрической цепи показана на рисунке.

Когда цепь разомкнута, вольтметр показывает 8 В. При замкнутой цепи вольтметр показывает 7 В. Сопротивление внешней цепи равно 3,5 Ом. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

**81.** На цоколе автомобильной лампочки обозначены два числа: 12 В, 20 Вт. Какую работу совершает электрический ток за 10 мин свечения лампы при ее работе в сети напряжением 12 В?

- 1) 12000 Дж; 2) 2400 Дж; 3) 240 Дж; 4) 20 Дж.

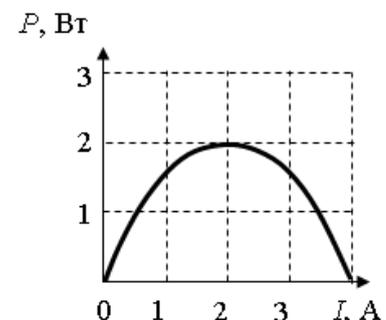
**82.** Вольтметр подключён к клеммам источника тока с ЭДС  $\varepsilon = 3$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом, через который течёт ток  $I = 2$  А (см. рисунок).



Вольтметр показывает 5 В. Какое количество теплоты выделяется внутри источника за 1 с?

- 1) 5 Дж; 2) 4 Дж; 3) 3 Дж; 4) 1 Дж.

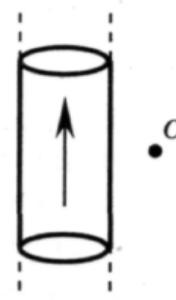
**83.** Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС  $\varepsilon$  и внутренним сопротивлением  $r = 0,5$  Ом и подключённого к ней резистора нагрузки с сопротивлением  $R$ . При изменении сопротивления нагрузки изменяется сила тока в цепи и мощность в нагрузке. На рисунке представлен график изменения мощности, выделяющейся на нагрузке, в зависимости от силы тока в цепи. Используя известные физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от силы тока является параболой. Чему равно ЭДС батареи?



## 7. Магнитное поле

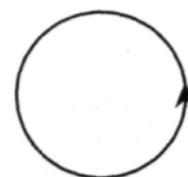
1. На рисунке изображен цилиндрический проводник, по которому идет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции в точке  $C$ ?

- 1) в плоскости чертежа вверх;
- 2) в плоскости чертежа вниз;
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа;
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа.



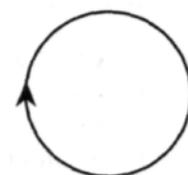
2. На рисунке изображен проволочный виток, по которому идет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

- 1) к нам перпендикулярно плоскости чертежа;
- 2) от нас перпендикулярно плоскости чертежа;
- 3) вправо  $\rightarrow$ ;
- 4) влево  $\leftarrow$ .



3. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа;
- 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа;
- 3) влево  $\leftarrow$ ;
- 4) вправо  $\rightarrow$ .



4. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

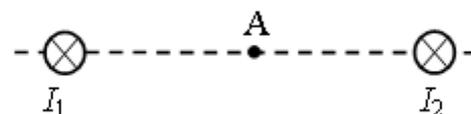
- 1) вертикально вверх  $\uparrow$ ;
- 2) горизонтально влево  $\leftarrow$ ;
- 3) горизонтально вправо  $\rightarrow$ ;
- 4) вертикально вниз  $\downarrow$ .



5. Магнитное поле создано в точке  $A$  двумя параллельными длинными проводниками с токами  $I_1$  и  $I_2$ , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Векторы  $\vec{B}_1$  и  $\vec{B}_2$  в точке  $A$  направлены в плоскости чертежа следующим образом:

- 1)  $\vec{B}_1$  – вверх,  $\vec{B}_2$  – вниз;
- 2)  $\vec{B}_1$  – вниз,  $\vec{B}_2$  – вверх;

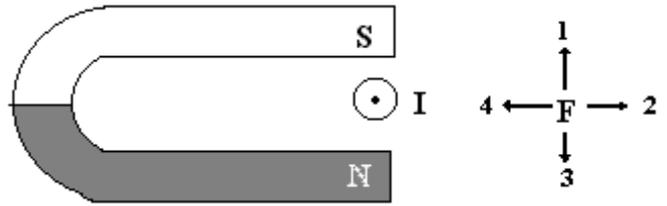
- 3)  $\vec{B}_1$  –



2)  $\vec{B}_1$  – вверх,  $\vec{B}_2$  – вверх;

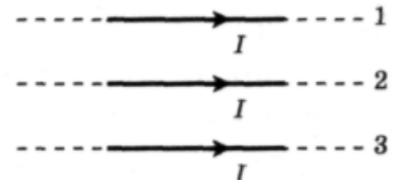
4)  $\vec{B}_1$  – вниз,  $\vec{B}_2$  – вниз.

6. Ток в проводнике помещенному в магнитное поле, направлен так, как показано на рисунке. Укажите направление силы Ампера, действующей на этот проводник.



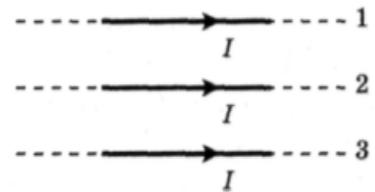
- 1) 1;      2) 2;      3) 3;      4) 4.

7. На проводник 2 со стороны двух других проводников действует сила Ампера (см. рисунок). Все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу, и расстояния между соседними проводниками одинаковы,  $I$  — сила тока. Сила Ампера в этом случае



- 1) направлена вверх  $\uparrow$ ;      3) направлена от нас;  
2) направлена вниз  $\downarrow$ ;      4) равна нулю.

8. На проводник 3 со стороны двух других проводников действует сила Ампера (см. рисунок). Все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу, и расстояния между соседними проводниками одинаковы,  $I$  — сила тока. Сила Ампера в этом случае

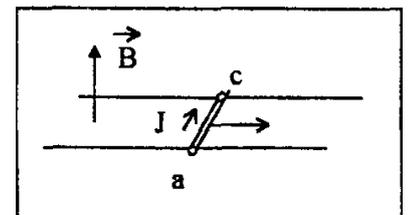


- 1) направлена вверх  $\uparrow$ ;      2) направлена к нам;  
3) направлена вниз  $\downarrow$ ;      4) равна нулю.

9. Участок проводника длиной 20 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила электрического тока, идущего по проводнику, равна 5 А. Какое перемещение совершит проводник в направлении действия силы Ампера, если работа этой силы равна 0,005 Дж? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

- 1) 0,0001 м;      2) 0,1 м;      3) 0,01 м;      4) 10 м.

10. Электромагнитный ускоритель представляет собой два провода, расположенные в горизонтальной плоскости на расстоянии 20 см друг от друга, по которым может скользить без трения металлическая перемычка  $ac$  массой 2 кг (см. рисунок). Магнитное поле индукцией  $B = 1$  Тл перпендикулярно плоскости движения перемычки. Какой ток следует пропустить по перемычке, чтобы она, пройдя путь 2 м, приобрела скорость 10 м/с?



- 1) 10 А;      2) 50 А;

- 3) 100 А; 4) 250 А.

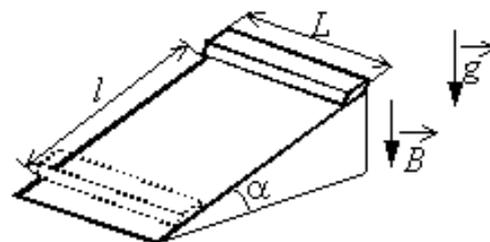
**11.** На сколько отличаются наибольшее и наименьшее значения модуля силы, действующей на прямой провод длиной 20 см с током 10 А, при различных положениях провода в однородном магнитном поле, индукция которого равна 1 Тл?

- 1) 200 Н; 2) 2 Н; 3) 1 Н; 4) 20Н.

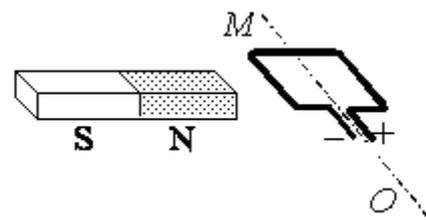
**12.** Прямолинейный проводник подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Во сколько раз изменится сила натяжения нитей при изменении направления тока на противоположное? Масса единицы длины проводника 0,01 кг/м, сила тока в проводнике 5 А.

- 1) 1,5 раза; 2) 2 раза; 3) 2,5 раза; 4) 3 раза.

**13.** Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину  $L = 0,5$  м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией  $B = 0,1$  Тл (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние  $l = 1,6$  м.



**14.** Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси  $MO$ , если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.



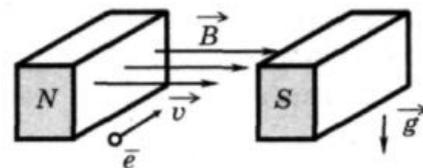
**15.** Электрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии  $L$  друг от друга с одинаковыми скоростями  $v$ . Отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени

- 1) 0; 2) 1; 3) 2000; 4) 1/2000.

**16.** Радиусы окружностей  $R_\alpha$  и  $R_p$ , по которым движутся  $\alpha$ -частица и протон ( $m_\alpha = 4m_p$ ;  $q_\alpha = 2q_p$ ), влетевшие в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с одинаковыми скоростями, соотносятся как

- 1)  $R_{\dot{\alpha}} = 2R$ ; 2)  $R_{\dot{\alpha}} = 0,5R_p$ ; 3)  $R_{\dot{\alpha}} = 4R_p$ ; 4)  $R_{\dot{\alpha}} = 0,25R_p$ .

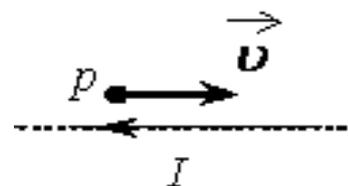
**17.** Электрон  $e$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость  $v$ , перпендикулярную вектору индукции магнитного поля (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца  $F$ ?



- 1) вертикально вниз; 2) горизонтально влево; 3) вертикально вверх; 4) горизонтально вправо.

**18.** Протон  $p$  имеет скорость  $v$ , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током  $I$  (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?

- 1) вертикально вверх в плоскости рисунка  $\uparrow$ ;  
2) вертикально вниз в плоскости рисунка  $\downarrow$ ;  
3) горизонтально влево в плоскости рисунка  $\leftarrow$ ;  
4) перпендикулярно плоскости рисунка от нас  $\otimes$ .



**19.** Две частицы, имеющие отношение зарядов  $q_1/q_2 = 2$  и отношение масс  $m_1/m_2 = 1$ , влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и движутся по окружностям. Определите отношение периодов обращения этих частиц.

**20.** Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией  $B$  по круговой орбите радиусом  $R = 6 \cdot 10^{-4}$  м. Значение импульса электрона равно  $p = 4,8 \cdot 10^{-24}$  кг·м/с. Чему равна индукция  $B$  магнитного поля?

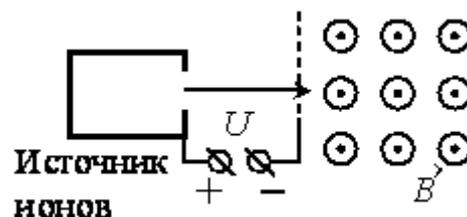
**21.** В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции влетают электрон и протон ( $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг,  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг). Их кинетические энергии одинаковы. Как соотносятся радиусы кривизны их траекторий?

**22.** С какой скоростью вылетает  $\alpha$ -частица из радиоактивного ядра, если она, попадая в однородное магнитное поле индукцией  $B = 2$  Тл перпендикулярно его силовым линиям, движется по дуге окружности радиусом  $R = 1$  м ( $\alpha$ -частица — ядро атома гелия, молярная масса гелия  $\mu = 0,004$  кг/моль)?

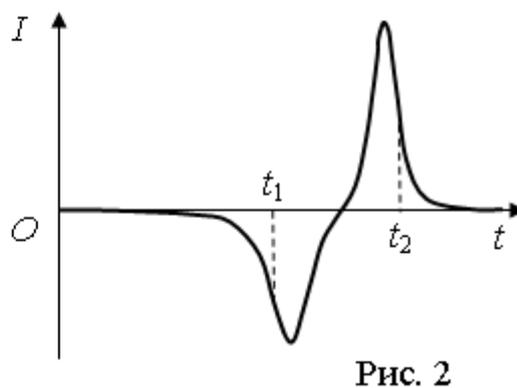
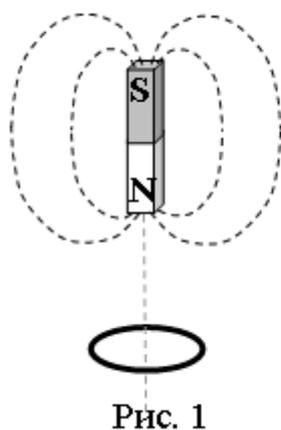
23. Как изменится радиус окружности, по которой заряженная частица движется в однородном магнитном поле при увеличении ее кинетической энергии в 4 раза? Масса частицы не изменяется.

24. перпендикулярно линиям магнитной индукции, которая равна 1 Тл. Какова должна быть минимальная протяженность поля в направлении движения протона, чтобы направление его движения сменилось на противоположное?

25. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов  $U = 10$  кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции  $\vec{B}$  (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле  $R = 0,2$  м, модуль индукции магнитного поля равен 0,5 Тл. Определите отношение массы иона к его электрическому заряду  $m/q$ . Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



26. Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.



Почему в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

27. Зависимость от времени магнитного потока  $\Phi$ , пронизывающего виток, показана на рисунке 10. Чему равен ток в витке в интервале В-Г, если его сопротивление равно  $0,05 \text{ Ом}$  ?

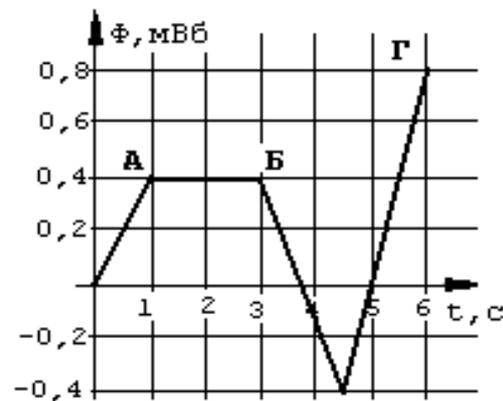


Рис 10

28. Закон электромагнитной индукции заключается в следующем: ЭДС индукции в контуре со знаком минус равна скорости изменения

- 1) силы тока в нем;
- 2) магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром;
- 3) магнитной индукции;
- 4) электромагнитной индукции.

29. За  $5 \text{ с}$  магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, увеличился от  $3$  до  $8 \text{ Вб}$ . Чему равно при этом значение ЭДС индукции в рамке?

- 1)  $0,6 \text{ В}$ ;
- 2)  $1 \text{ В}$ ;
- 3)  $1,6 \text{ В}$ ;
- 4)  $25 \text{ В}$ .

30. Проволочное кольцо покоится в магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. В первый промежуток времени проекция вектора магнитной индукции на некоторую фиксированную ось линейно растет от  $B_0$  до  $5B_0$ , во второй — за то же время уменьшается от  $5B_0$  до  $0$ , затем за третий такой же промежуток времени уменьшается от  $0$  до  $-5B_0$ . На каких отрезках времени совпадают направления тока в кольце?

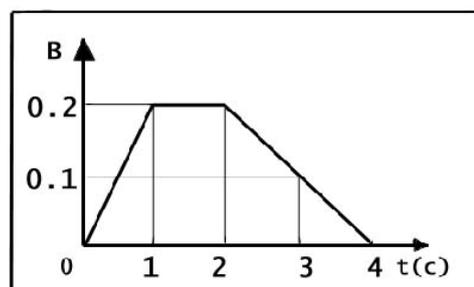
31. Радиусы двух замкнутых круговых контуров, лежащих в одной плоскости, в которых при одинаковой скорости изменения индукции магнитного поля, пронизывающего эти контуры, возникают ЭДС индукции соответственно  $0,16 \text{ В}$  и  $0,04 \text{ В}$ , связаны между собой соотношением

- 1)  $R_1 = 8R_2$ ;
- 2)  $R_1 = 4R_2$ ;
- 3)  $R_1 = 2R_2$ ;
- 4)  $2R_1 = R_2$ .

32. Проволочная рамка, имеющая форму равностороннего треугольника, помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,06 \text{ Тл}$ , направление линий которой составляет угол  $\alpha = 30^\circ$  с перпендикуляром к плоскости рамки. Если при равномерном уменьшении индукции до нуля за время  $\Delta t = 0,03 \text{ с}$  в рамке, индуцируется Э.Д.С.  $30 \text{ мВ}$ , то длина стороны рамки равна

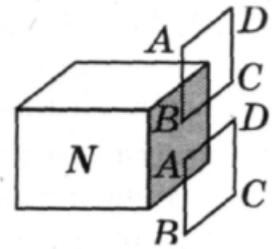
- 1)  $0,1 \text{ м}$ ;
- 2)  $0,2 \text{ м}$ ;
- 3)  $5 \text{ см}$ ;
- 4)  $15 \text{ см}$ .

33. Проволочная рамка площадью  $100 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле, зависимость индукции которого от времени показана на



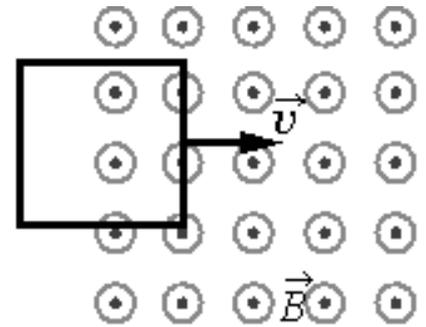
графике. Плоскость рамки составляет угол в  $30^\circ$  с направлением линий магнитной индукции. Чему равна ЭДС индукции, которая действует в рамке в момент времени  $t = 3\text{ с}$  ?

**34.** Вблизи северного полюса магнита падает медная рамка  $ABCD$  (рисунок). При прохождении верхнего и нижнего положений рамки, показанных на рисунке, индукционный ток в стороне  $AB$  рамки



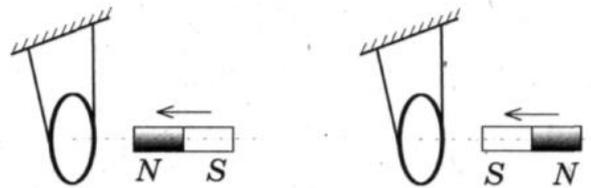
- 1) равен нулю в обоих положениях;
- 2) направлен вверх в обоих положениях;
- 3) направлен вниз в обоих положениях;
- 4) направлен вверх и вниз соответственно.

**35.** Около полосы медной фольги с большой частотой меняют магнитное поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно пластине. В пластине возникает ток,



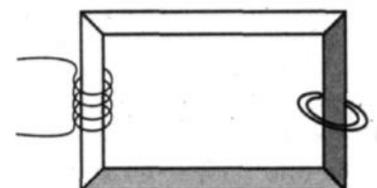
- 1) направленный вдоль полосы;
- 2) направленный поперек полосы;
- 3) идущий по окружности в одном направлении;
- 4) идущий по окружности и периодически меняющий направление.

**36.** Постоянный магнит вводят в замкнутое алюминиевое кольцо на тонком длинном подвесе (рисунок). Первый раз — северным полюсом, второй раз южным полюсом. При этом

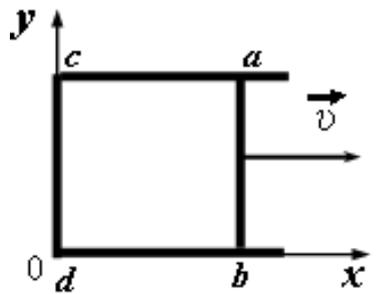


- 1) в первом опыте кольцо притягивается к магниту, во втором — кольцо отталкивается от магнита;
- 2) в первом опыте кольцо отталкивается от магнита, во втором — кольцо притягивается к магниту;
- 3) в обоих опытах кольцо притягивается к магниту;
- 4) в обоих опытах кольцо отталкивается от магнита.

**37.** В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью  $\vec{v}$ , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции  $\vec{B}$ . ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна  $\mathcal{E}$ . Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью  $v/4$ ?



38. На сердечник в виде сплошной массивной рамки из стали квадратного сечения (рисунок) намотана катушка из изолированного проводника и надето кольцо. Вихревое электрическое поле при пропускании по катушке периодически меняющегося тока возникает



- 1) только вдоль стержней сердечника;
- 2) только внутри стержней сердечника поперек его сечения;
- 3) только в кольце по его периметру;
- 4) в кольце по периметру и в сердечнике поперек его сечения.

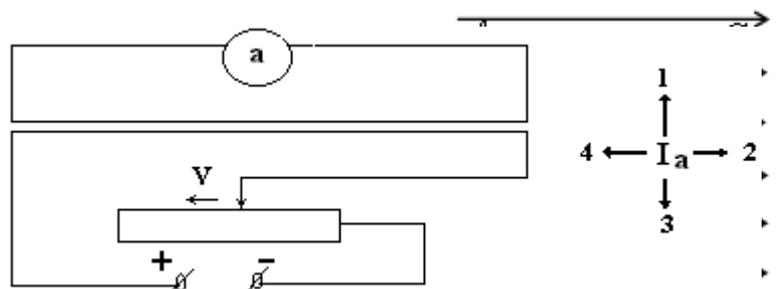
39. На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит жёсткая рамка массой  $m$  из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата  $ACDE$  со стороной  $a$ . Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции перпендикулярен сторонам  $AE$  и  $CD$  и равен по модулю  $B$ . По рамке течёт ток в направлении, указанном стрелками. При какой минимальной силе тока рамка начнет поворачиваться вокруг стороны  $CD$ ?

40. По П-образному проводнику  $acdb$  постоянного сечения скользит со скоростью  $\vec{v}$  медная перемычка  $ab$  длиной  $l$  из того же материала и такого же сечения. Проводники, образующие контур, помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок). Какова индукция магнитного поля  $B$ , если в тот момент, когда  $ab = ac$ , разность потенциалов между точками  $a$  и  $b$  равна  $U$ ? Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало, а сопротивление проводов велико.

41. В проводнике индуктивностью  $50$  мГн сила тока в течение  $0,1$  с равномерно возрастает с  $5$  А до некоторого конечного значения. При этом в проводнике возбуждается ЭДС самоиндукции, равная  $5$  В. Определите конечное значение силы тока в проводнике.

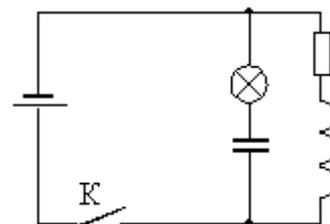
- 1)  $5$  А;
- 2)  $10$  А;
- 3)  $15$  А;
- 4)  $20$  А.

42. Ползунок реостата движется так как показано на рисунке. Укажите как, при этом, будет направлен ток в цепи на участке (а).

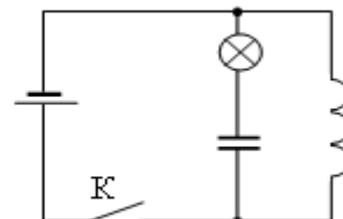


43. На железное кольцо намотано в один слой  $200$  витков. Чему равна энергия магнитного поля, если при токе  $2,5$  А магнитный поток в железе  $0,6$  мВб?

44. В катушке индуктивностью  $0,6 \text{ Гн}$  сила тока равна  $20 \text{ А}$ . Какова энергия магнитного поля катушки? Как изменится энергия, если сила тока уменьшится вдвое?



45. На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен в крайнее верхнее положение и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вниз. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с  $\varepsilon$ .



46. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна  $12 \text{ В}$ ; емкость конденсатора  $2 \text{ мФ}$ ; индуктивность катушки  $5 \text{ мГн}$ , сопротивление лампы  $5 \text{ Ом}$  и сопротивление резистора  $3 \text{ Ом}$ . В начальный момент времени ключ  $К$  замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.

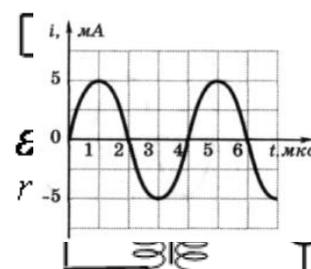
47. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна  $9 \text{ В}$ ; емкость конденсатора  $10 \text{ мФ}$ ; индуктивность катушки  $20 \text{ мГн}$  и сопротивление резистора  $3 \text{ Ом}$ . В начальный момент времени ключ  $К$  замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.

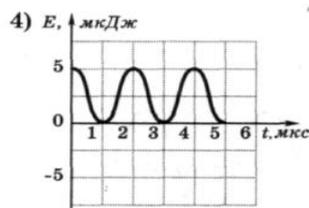
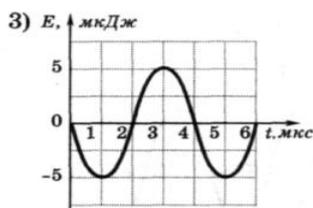
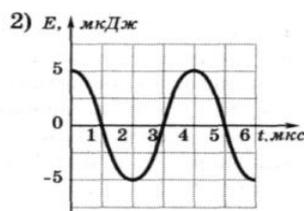
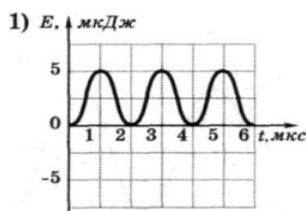
## 8. Электромагнитные колебания и волны.

1. Как изменится период собственных колебаний контура, если его индуктивность увеличить в  $20$  раз, а емкость уменьшить в  $5$  раз?

- 1) увеличится в  $2$  раза;                      3) уменьшится в  $2$  раза;  
 2) увеличится в  $4$  раза;                      4) уменьшится в  $4$  раза.

2. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения энергии электрического поля конденсатора?

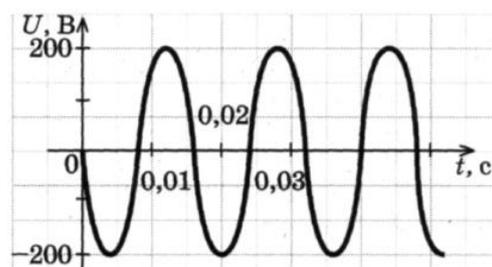




3. Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроемкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 3 раза?

- 1) увеличится в 3 раза;      3) уменьшится в 3 раза;  
 2) не изменится;              4) увеличится в 9 раз.

4. На рисунке показан график изменения напряжения на выходе генератора с течением времени. Чему равен период колебаний напряжения?



- 1) 50 с;    2) 0,017 с;    3) 60 с;    4) 0,02 с.

5. Изменения электрического заряда конденсатора в колебательном контуре происходят по закону  $q = 0,01 \cos 20t$ . Чему равен период колебаний заряда (в секундах)?

6. В таблице показано, как менялся ток в катушке идеального колебательного контура при свободных колебаниях. Вычислите по этим данным максимальный заряд конденсатора.

$t \cdot 10^{-6}, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I \cdot 10^{-3}, \text{ А}$	4	2,83	0	-2,83	-4	-2,83	0	2,83	4	2,83

- 1)  $7,9 \cdot 10^{-8}$  Кл;    2)  $1,3 \cdot 10^{-8}$  Кл;    3)  $9,4 \cdot 10^{-9}$  Кл;    4)  $5,1 \cdot 10^{-9}$  Кл.

7. В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, амплитуда силы тока  $I_m = 50$  мА. В таблице приведены значения разности потенциалов на обкладках конденсатора, измеренные с точностью до 0,1 В в последовательные моменты времени.

$t \cdot 10^{-6}, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

$U, \text{ В}$	0	2,8	4	2,8	0	-2,8	-4	-2,8	0
----------------	---	-----	---	-----	---	------	----	------	---

Найдите значение электроёмкости конденсатора.

**8.** В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите максимальное значение заряда конденсатора в первом контуре.

**9.** Заряженный конденсатор емкостью 2мкФ подключен к катушке с индуктивностью 80 мГн. Через какое время от момента подключения энергия электрического поля станет равной энергии магнитного поля?

**10.** Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и двух одинаковых конденсаторов, соединенных параллельно. Период собственных колебаний контура 0,02 с. Чему будет равен период, если конденсаторы включить последовательно?

**11.** Амплитуда напряжения на конденсаторе колебательного контура 220 В, а амплитуда силы тока в катушке 2 мА. Чему равны сила тока и напряжения в тот момент, когда энергия электрического поля конденсатора равна энергии магнитного поля катушки?

**12.** В основе работы электрогенератора на ГЭС лежит

- 1) действие магнитного поля на проводник с электрическим током;
- 2) явление электромагнитной индукции;
- 3) явление самоиндукции;
- 4) действие электрического поля на электрический заряд.

**13.** В основе работы электродвигателя лежит

- 1) действие магнитного поля на проводник с электрическим током;
- 2) электростатическое взаимодействие зарядов;
- 3) явление самоиндукции;
- 4) действие электрического поля на электрический заряд.

**14.** Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 840 витков, повышает напряжение с 220 до 660 В. Сколько витков содержится во вторичной обмотке?

- 1) 2520;                      2) 840;                      3) 280;    4) 1680.

**15.** Максимальное напряжение в колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью 5 мГн и конденсатора емкостью 13330 пФ, равно

1,2 В. Определить действующее значение силы тока в контуре и максимальное значение магнитного потока, если число витков равно 28.

16. Сопротивление 200 Ом и конденсатор подключены параллельно к источнику переменного тока с циклической частотой 2500 рад/с. Найдите емкость конденсатора, если амплитудное значение силы тока через сопротивление 1 А, а через конденсатор 2А.

17. В цепь переменного тока включены последовательно активное сопротивление 15 Ом, индуктивное сопротивление 30 Ом и емкостное сопротивление 22 Ом. Каково полное сопротивление цепи?

18. Амплитудное значение синусоидальной ЭДС с частотой 50 Гц равно 100 В. Начальная фаза равна нулю. Найти величину ЭДС в момент времени 1/300 с.

19. Напряжение на концах участка цепи, по которому течет переменный ток, изменяется с течением времени по закону  $U = U_0 \sin(\omega t + \pi/6)$  В. В момент времени  $t = T/12$  мгновенное напряжение равно 10 В. Определить амплитуду напряжения.

20. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,5 А. Напряжение на ее концах составляет 220 В. Сила тока во вторичной обмотке 11 А, напряжение на ее концах 9,5 В. Определить КПД трансформатора.

21. Генератор переменного тока с ЭДС  $e(t) = E_0 \cos \omega t$  ( $E_0 = 304$  В) и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением соединен проводами поперечного сечения  $S = 1$  см<sup>2</sup> с потребителем сопротивлением  $R = 5$  Ом, находящимся на расстоянии  $L = 1$  км. Какая средняя мощность  $P$  передается потребителю по линии электропередачи, сделанной из проводника с удельным сопротивлением  $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}$  Ом·м. Ответ выразите в киловаттах и округлите до целых.

22. В радиоволне, распространяющейся в вакууме со скоростью  $v$ , происходят колебания векторов напряженности электрического поля  $E$  и индукции магнитного поля  $B$ . При этих колебаниях векторы  $E$ ,  $B$ ,  $v$  имеют следующую взаимную ориентацию

- 1)  $\vec{E} \perp \vec{B}$ ,  $\vec{E} \parallel \vec{v}$ ,  $\vec{B} \parallel \vec{v}$
- 2)  $\vec{E} \perp \vec{B}$ ,  $\vec{E} \perp \vec{v}$ ,  $\vec{B} \perp \vec{v}$
- 3)  $\vec{E} \parallel \vec{B}$ ,  $\vec{E} \perp \vec{v}$ ,  $\vec{B} \perp \vec{v}$
- 4)  $\vec{E} \parallel \vec{B}$ ,  $\vec{E} \parallel \vec{v}$ ,  $\vec{B} \parallel \vec{v}$

23. Заряженная частица не излучает электромагнитные волны в вакууме при

- 1) равномерном прямолинейном движении;

- 2) равномерном движении по окружности;
- 3) колебательном движении;
- 4) любом движении с ускорением.

**24.** Скорость распространения рентгеновского излучения в вакууме

- 1)  $3 \cdot 10^8$  м/с;      3) зависит от частоты;
- 2)  $3 \cdot 10^2$  м/с;      4) зависит от энергии.

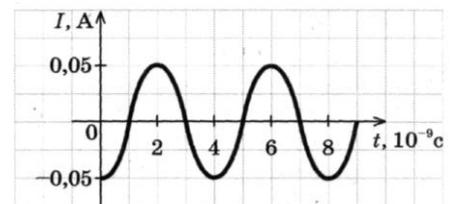
**25.** Согласно теории Максвелла электромагнитные волны излучаются

- 1) только при равноускоренном движении по прямой;
- 2) только при гармонических колебаниях заряженных частиц;
- 3) только при равномерном движении заряженных частиц по окружности;
- 4) при любом движении заряженных частиц с ускорением.

**26.** Длина электромагнитной волны в воздухе равна  $6 \cdot 10^{-7}$  м. Чему равна частота колебаний вектора напряженности электрического поля в этой волне?

- 1)  $10^{14}$  Гц;    2)  $5 \cdot 10^{14}$  Гц;    3)  $10^{13}$  Гц;    4)  $5 \cdot 10^{13}$  Гц.

**27.** На рисунке показан график колебаний силы тока в колебательном контуре с антенной. Определите длину электромагнитной волны, излучаемой антенной.



**28.** Радиостанция работает на частоте 60 МГц. Определите длину электромагнитных волн, излучаемых антенной радиостанции.

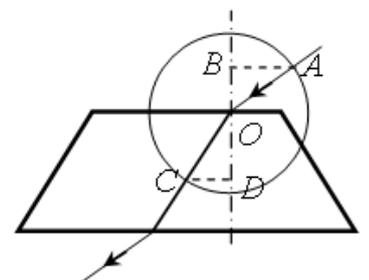
- 1) 0,5;      2) 6 м;      3) 5 м;      4) 10 м.

**29.** Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 888 пФ и катушки с индуктивностью 2 мГн. На какую длину волны настроен контур?

**30.** Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами по  $100 \text{ см}^2$  каждая и катушки с индуктивностью  $1 \text{ мкГн}$  резонирует на волну длиной 10 м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

## 9. Геометрическая и волновая оптика

**1.** На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Если



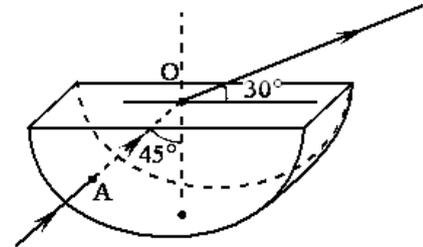
точка  $O$  – центр окружности, то показатель преломления стекла  $n$  равен

- 1)  $CD/AB$ ; 2)  $OB/OD$ ; 3)  $AB/CD$ ; 4)  $OD/OB$ .

2. Свет падает из стеклянной пластинки в воду. Укажите, при каком угле падения свет будет полностью отражаться от стекла. Показатель преломления воды  $n_{\text{в}}=1,33$ , показатель преломления стекла  $n_{\text{ст}}=1,6$ .

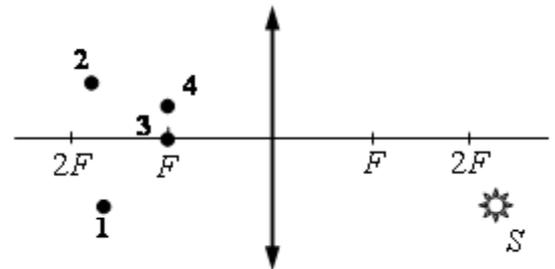
- 1)  $48^\circ$  ( $\sin 48^\circ=0,743$ ); 2)  $25^\circ$  ( $\sin 25^\circ=0,422$ );  
3)  $56^\circ$  ( $\sin 56^\circ=0,831$ ); 4)  $21^\circ$  ( $\sin 21^\circ=0,358$ ).

3. Через дно тонкостенного сосуда, заполненного жидкостью и имеющего форму, показанную на рисунке, пустили луч света (см. рисунок). Каков показатель преломления жидкости?



- 1) 1,22; 2) 1,33; 3) 1,40; 4) 1,48.

4. Изображением точки  $S$  (см. рисунок), даваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F$ , является точка



- 1) 1; 2) 2;  
3) 3; 4) 4.

5. Вдоль оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 5 см расположен стержень так, что его середина находится на расстоянии 8 см от линзы. Чему равна длина стержня, если его продольное увеличение равно 5?

6. Собирающую линзу с фокусным расстоянием 10 см перемещают со скоростью 3 мм/с в направлении точечного источника света, находящегося на ее главной оптической оси. С какой скоростью движется изображение в тот момент, когда расстояние между линзой и источником 12 см?

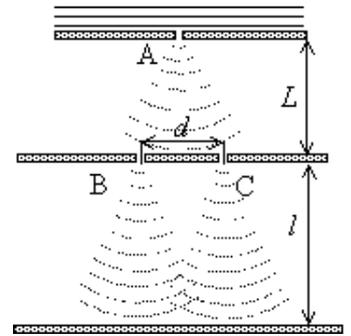
7. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями соответственно 12 и 7 см имеют общую оптическую ось. Расстояние между ними 19 см. Предмет длиной 2 см находится в фокальной плоскости первой линзы. Найдите величину изображения.

8. Расстояние от заднего фокуса тонкой линзы до изображения в 9 раз больше расстояния от переднего фокуса до предмета. Найдите линейное увеличение.

9. Условие усиления когерентных волн при наложении записывается так:

- 1)  $\Delta = 2k\lambda$ ;
- 2)  $\Delta = 2\lambda/k$ ;
- 3)  $\Delta = (2k+1)\lambda/2$ ;
- 4)  $\Delta = 2k\lambda/2$ .

10. В классическом опыте Юнга по дифракции пучок света, прошедший через узкое отверстие А, освещает отверстия В и С, за которыми на экране возникает интерференционная картина (см. рисунок).



Если уменьшить  $L$  вдвое, то

- 1) интерференционная картина останется неизменной;
- 2) расстояние между интерференционными полосами увеличится;
- 3) расстояние между интерференционными полосами уменьшится;
- 4) интерференционная картина сместится по экрану, сохранив свой вид.

11. На дифракционную решетку, имеющую период  $1,2 \cdot 10^{-3}$  см, нормально падает монохроматическая волна. Определите длину волны, если угол между спектрами второго и третьего порядков  $2^\circ 30'$ .

12. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию  $\lambda_2$  в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ( $\lambda_1 = 670$  нм) спектра второго порядка?

13. Почему после прохождения стеклянной призмы пучок белого света превращается в разноцветный спектр?

- 1) Призма поглощает белый свет одной частоты, а излучает свет разных частот;
- 2) Призма поглощает белый свет одной длины волны, а излучает свет с разными длинами волн;
- 3) Цвет определяется частотой света. Белый свет представляет собой смесь света разных частот. Коэффициент преломления зависит от частоты, поэтому свет разного цвета после преломления идет по разным направлениям;
- 4) Цвет определяется длиной волны света. В процессе преломления длина волны изменяется, поэтому белый свет превращается в разноцветный спектр.

14. Верно утверждение(-я):

Дисперсией света объясняется физическое явление:

А. фиолетовый цвет мыльной пленки, освещаемой белым светом.

Б. фиолетовый цвет абажура настольной лампы, светящейся белым светом.

- 1) только А;      2) только Б;      3) и А, и Б;      4) ни А, ни Б.

**15.** Параллельные лучи от лазеров с зеленым и красным светом излучения падают на переднюю грань треугольной призмы, преломляющий угол которой  $60^\circ$ , и выходят через противоположную грань. После падения на призму эти лучи

- 1) пересекутся;      2) зависит от преломляющего угла призмы;
- 3) будут идти параллельно;      3) разойдутся.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому

комплексу  С. А. Упров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### ОП.05 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

Специальность

#### 15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

программа подготовки специалистов среднего звена  
на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Автоматики и компьютерных технологий

(название кафедры)

Зав.кафедрой



(подпись)

Бочков В. С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

Горно-механического

(название факультета)

Председатель



(подпись)

(Фамилия И.О.)

Протокол № 8 от 21.03.2021

(Дата)

Екатеринбург

## **СОДЕРЖАНИЕ**

	стр. 4
<b>1 ВВЕДЕНИЕ</b>	
<b>3 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ</b>	6
<b>4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ</b>	7
<b>5 ЛИТЕРАТУРА</b>	39

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению лабораторных работ и практических занятий разработаны на основе рабочей программы дисциплины «Электротехника и электроника», предназначено для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических умений и навыков для специальности **13.02.07 Электроснабжение ( по отраслям)** Основными целями лабораторных работ являются:

- экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений;
- экспериментальная проверка формул, расчетов;
- ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований.

В процессе выполнения данных практических и лабораторных работ от студента требуется закрепить теоретический материал, получить практические навыки в составлении электрических схем и подборе измерительной аппаратуры для опыта, овладеть техникой экспериментального исследования, а также приобрести навыки анализа результатов на основании полученных данных.

Данное методическое пособие имеет определенную структуру и состоит из лабораторных и практических работы. Каждая работа включает в себя:

- номер по порядку;
- тему работы;
- цель работы;
- вопросы для самопроверки.
- перечень необходимого оборудования для выполнения экспериментальной
- порядок выполнения работы с пошаговым описанием всех действий студента;
- конкретизацию выводов по работе;
- контрольные вопросы.

При выполнении работ схемы, таблицы, графики рекомендуется выполнять только карандашом с применением чертежных инструментов.

При вычерчивании схем должны соблюдаться стандартные обозначения.

После успешного выполнения лабораторной работы студент обязан представить преподавателю отчет о проделанной работе в письменном виде, который должен содержать следующие пункты:

- номер лабораторной работы;
- тема работы;
- цель работы;
- оборудование;
- схема опыта;
- таблица измерений и вычислений;
- основные расчетные формулы;
- выводы;
- ответы на контрольные вопросы.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

#### Практическая работа №1

#### Изучение правил эксплуатации амперметра, вольтметра

**Цель:** ознакомиться с устройством, назначением и основными характеристиками измерительной аппаратуры; научиться измерять пределы измерения амперметра и вольтметра.

#### Оборудование:

- для опыта № 1: источник постоянного тока – 30 В; реостат – 200 Ом; набор добавочных резисторов; вольтметр образцовый класса точности 0,2; вольтметр для расширения пределов шкалы;

- для опыта № 2: источник постоянного тока – 12 В; реостат – 200 Ом; набор шунтов; амперметр образцовый класса точности 0,2; амперметр для расширения пределов шкалы.

ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

#### Вопросы для самопроверки:

- измерительные приборы и их классификация;
- принцип работы измерительного прибора магнитоэлектрической системы;
- схемы включения амперметра и вольтметра в цепь;
- пределы измерения приборов;
- понятие добавочного сопротивления и шунта, их назначение.

#### Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.

#### Опыт № 1:

Напряжение источник:  $U = 30 \text{ В}$ .

2. С помощью мультиметра измерить внутреннее сопротивление вольтметра.

3. Рассчитать величину сопротивления добавочного резистора:

$$R_{\text{доб}} = R_v (m - 1); m = U/U_v,$$

где  $R_{\text{доб}}$  – сопротивление добавочного резистора;  $R_v$  – сопротивление экспериментального вольтметра;  $m$  – добавочный множитель;  $U$  – максимальное изменяемое напряжение;  $U_v$  – предел измерения экспериментального вольтметра.

4. Предъявить расчеты для проверки преподавателю.

5. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.1)

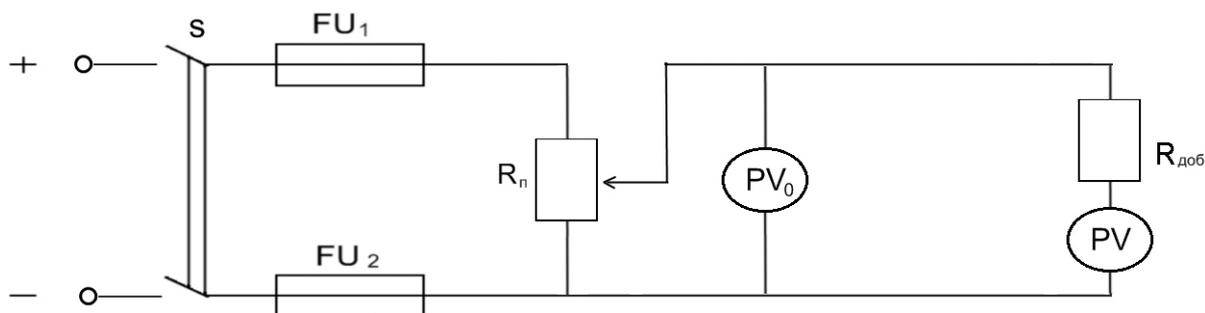


Рис.1 Принципиальная схема включения вольтметра в цепи

6. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

7. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 1.

№ опыта	Измерено		Вычислено
	$U_k, \text{ В}$	$U_z, \text{ В}$	$U, \text{ В}$

8. Отключить источник питания.
9. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$U = U_k - U_{\text{Э}}$$

где  $U$  – поправка;  $U_k$  – напряжение контрольного вольтметра;  $U_{\text{Э}}$  – напряжение экспериментального вольтметра.

10. Расчеты занести в табл. 1.
11. При помощи реостата уменьшить исходное напряжение.
12. Повторить пункты 7-10.
13. Разобрать электрическую цепь.

### Опыт № 2:

Напряжение источник:  $U = 12 \text{ В}$ .

14. С помощью мультиметра измерить внутреннее сопротивление амперметра.
15. Рассчитать величину сопротивления шунта:

$$R_{\text{ш}} = R_A / (n - 1); n = I / I_A,$$

где  $R_{\text{ш}}$  – сопротивление шунта;  $R_A$  – сопротивление экспериментального амперметра;  $n$  – шунтирующий множитель;  $I_A$  – предел измерения для экспериментального амперметра;  $I$  – максимальная измеряемая сила тока (1 А).

16. Предъявить расчеты для проверки преподавателю.
17. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис. 2).
18. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

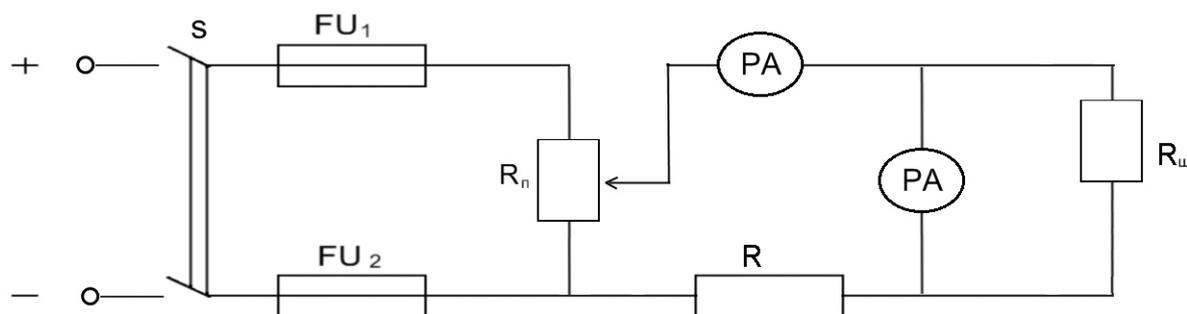


Рис. 2 Принципиальная схема включения амперметра в цепи

19. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.2.

№ опыта	Измерено		Вычислено
	$U_k, \text{ В}$	$U_{\text{Э}}, \text{ В}$	
			$U, \text{ В}$

20. Отключить источник питания.
21. Произвести необходимые расчеты по следующей формуле:  $I = I_k - I_{\text{Э}}$

где  $I$  – поправка;  $I_k$  – напряжение контрольного вольтметра;  $I_{\text{Э}}$  – напряжение экспериментального вольтметра.

22. Расчеты занести в табл. 2.
23. При помощи реостата изменить исходное напряжение сети.
24. Повторить пункты 19-22.
25. Разобрать электрическую цепь.
26. На основании опытных данных и расчетов сделать выводы:

- как просчитывается добавочное сопротивление (сопротивление шунта) при прочих известных параметрах;

- как определяется действительное напряжение (ток) в цепи, если известны показания

измерительного прибора и поправка.

**Контрольные вопросы**

1. Почему для расширения пределов измерения вольтметра используют добавочные сопротивления (последовательное соединение), а для расширения пределов измерения амперметра – шунты (параллельное соединение)

**Лабораторная работа №1**

**Проверка закона Ома для участка цепи**

**Цель:** экспериментально проверить 2-й закон Кирхгофа, прививать навыки измерения электрических величин

**Оборудование:** комбинированный измерительный прибор Ц4342 или 43101, инструкционные карты, стенд К4682; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

**Вопросы для самопроверки:**

- электрическая цепь, её элементы и их назначение;
- параметры электрической цепи;
- закон Ома для участка цепи и полной цепи( формула и формулировка);
- 1закон Кирхгофа;

**Порядок выполнения**

1. Собрать цепь по схеме (рис.1) и подключить ее к источнику постоянного тока 0-15 В.

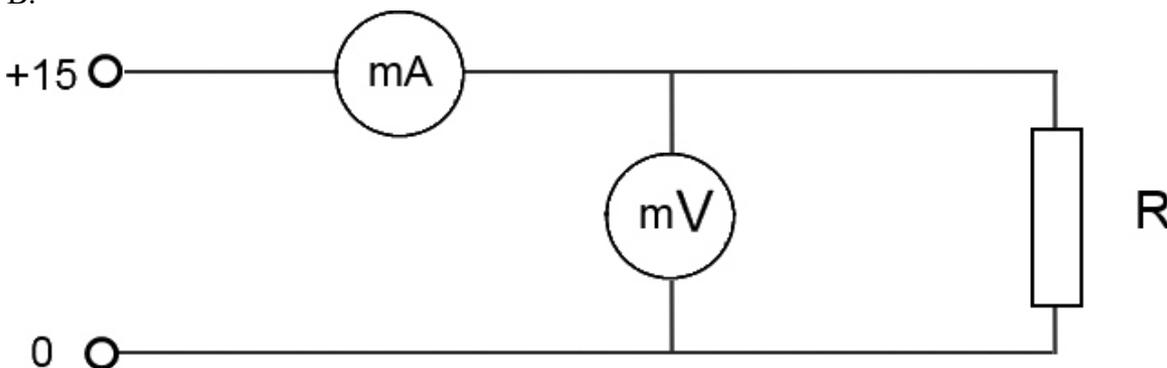


Рис.3

2. Ступенчато изменяя напряжение от 4 до 20 В на входе цепи снять показания приборов и результаты занести в таблицу 3.

3. Определите величину сопротивления по данным эксперимента.

Таблица 3

№ опыта	U, В	I, mA	R, кОм	R <sub>CP</sub> кОм	%
1					
2					
3					
4					

$R = U / I$

4. Определить среднее измеренное значение сопротивления.  $R_{CP} = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)/4$

5. Определить величину относительной погрешности экспериментов  
 $= 100\% * (R^T - R_{CP}) / R^T$

**Контрольные вопросы**

1. Чему равна Э.Д.С источника при наличии тока в цепи?
2. Для каких цепей справедлив закон Ома?

3. От чего зависит коэффициент пропорциональности (удельная электрическая проводимость) ?

### Лабораторная работа №2

#### Проверка свойств электрической цепи с последовательным и параллельным соединением резисторов

**Цель:** опытным путем проверить справедливость закона Ома для участка цепи и основных формул для расчета последовательного и параллельного соединения резисторов.

**Оборудование:** источник постоянного тока – 30В; магазин сопротивлений – 3шт.; вольтметр – (0 ÷ 30) В; амперметр – (0 ÷ 2) А; реостат – (0 ÷ 200) Ом; ЛС НТЦ -07“ТОЭ”.

#### Вопросы для самопроверки:

- электрическая цепь, её элементы и их назначение;
- параметры электрической цепи;
- виды соединений резисторов и их определение;
- основные отличительные особенности последовательного и параллельного соединения резисторов;
- закон Ома для участка цепи и полной цепи (формула и формулировка);
- первый закон Кирхгофа, понятие узла, ветви, контура электрической цепи;
- понятие мощности в цепях постоянного тока, расчетная формула, единицы измерения;
- понятие короткого замыкания и обрыва в электрической цепи.

#### Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис. 4)
3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы. Напряжение источника:  $U = 30$  В.

Сопротивление резисторов (магазинов):  $R_1 = 15$  Ом;  $R_2 = 20$  Ом;  $R_3 = 25$  Ом.

#### Опыт №1

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

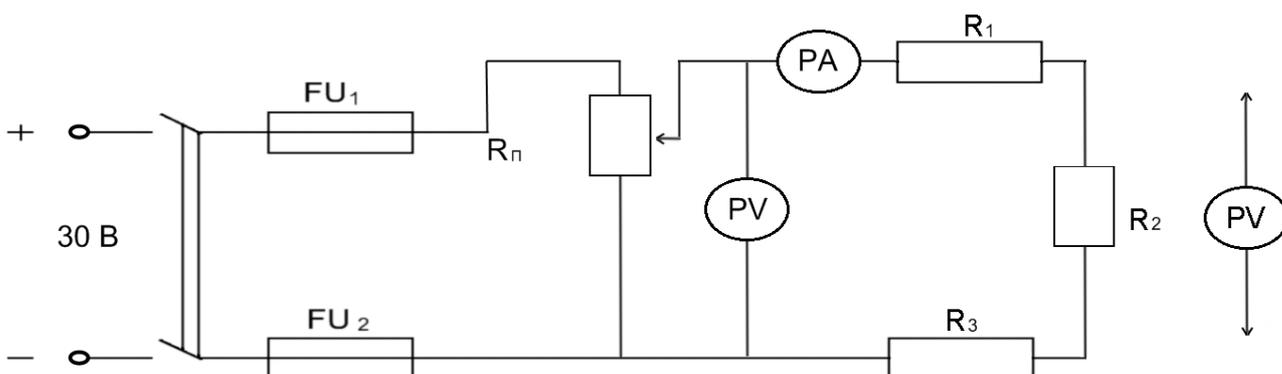


Рис. 4. Схема последовательного соединения резисторов

5. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 4.

Таблица 4

#### Последовательное соединение резисторов

№ опыта	Участок цепи	Измерено		Вычислено		Примечание
		U, В	I, А	R, Ом	P, Вт	
1	Резистор $R_1$					
	Резистор $R_2$					

2	Резистор $R_3$				Замкнуть накоротко резистор $R_2$
	Вся цепь				
	Резистор $R_1$				
	Резистор $R_2$				
	Резистор $R_3$				
	Вся цепь				

6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$R_1 = U_1 / I_1; \quad R_2 = U_2 / I_2; \quad R_3 = U_3 / I_3; \quad R = U / I;$$

$$P_1 = U_1 / I_1; \quad P_2 = U_2 / I_2; \quad P_3 = U_3 / I_3; \quad P = U / I;$$

где  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  – сопротивления первого, второго и третьего резисторов (магазинов сопротивлений) соответственно;  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  – напряжения на первом, втором и третьем резисторах соответственно;  $U$  – напряжение во всей цепи;  $I$  – ток во всей цепи;  $P$  – мощность всей цепи;  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  – мощности на первом, втором и третьем резисторах соответственно.

8. Расчеты занести в табл. 4.

### Опыт №2

9. В исходной цепи (см. рис. 5.) произвести короткое замыкание резистора  $R_2$

10. Повторить пункты 4-8

11. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис. 5).

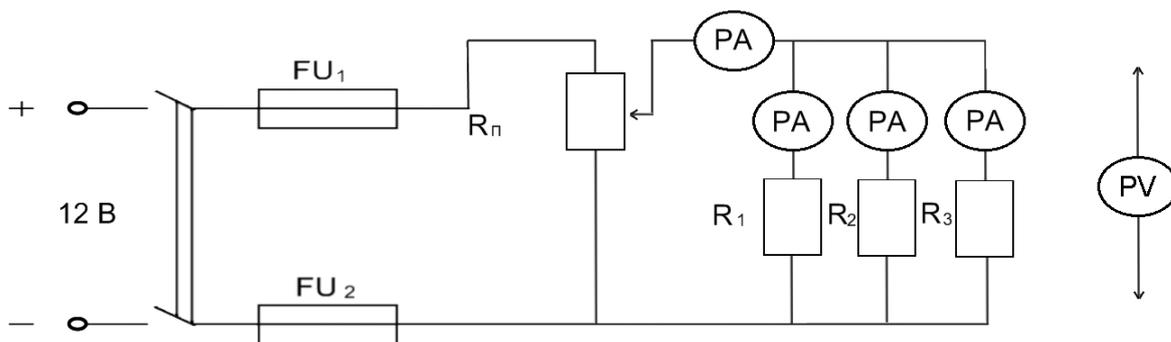


Рис. 5. Схема параллельного соединения резисторов

### Опыт №3

12. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы. Напряжение источника:  $U = 12$  В.

Сопротивление резисторов (магазинов):  $R_1 = 15$  Ом;  $R_2 = 20$  Ом;  $R_3 = 25$  Ом.

13. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

14. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 5.

15. Отключить источник питания.

16. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$R_1 = U / I_1; \quad R_2 = U / I_2; \quad R_3 = U / I_3; \quad R = U / I;$$

$$g_1 = 1 / R_1; \quad g_2 = 1 / R_2; \quad g_3 = 1 / R_3; \quad g = 1 / R;$$

$$P_1 = U_1 I_1; \quad P_2 = U_2 I_2; \quad P_3 = U_3 I_3; \quad P = U I;$$

где  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  – сопротивления первого, второго и третьего резисторов (магистров сопротивлений) соответственно;  $U$  – напряжение во всей цепи;  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  – токи в первой, второй и третьей ветвях соответственно;  $I$  – ток во всей цепи;  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$  – проводимости первой, второй и третьей ветви соответственно;  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  – мощности первой, второй и третьей ветви соответственно;  $P$  – мощность всей цепи.

Таблица 5  
Параллельное соединение резисторов

№ опыта	Участок цепи	Измерено		Вычислено		Примечание
		U, В	I, А	R, Ом	P, Вт	
3	Резистор $R_1$					$R_3 > R_2 > R_1$
	Резистор $R_2$					
	Резистор $R_3$					
	Вся цепь					
4	Резистор $R_1$					$R_1 \approx R_2 \approx R_3$
	Резистор $R_2$					
	Резистор $R_3$					
	Вся цепь					
5	Резистор $R_1$					$R_3$ отключен
	Резистор $R_2$					
	Резистор $R_3$					
	Вся цепь					

17. Расчеты занести в табл.5.

#### Опыт №4

18. В исходной цепи (рис. 5) установить сопротивления всех резисторов равными  $R_3$ .

19. Повторить пункты 13-17.

#### Опыт №5

20. В исходной цепи (рис. 5) отключить резистор  $R_3$ .

21. Повторить пункты 13-17.

22. Разобрать электрическую цепь.

23. На основании опытных данных и расчетов сделать выводы:

- о справедливости закона Ома для участка цепи;
- о справедливости закона Кирхгофа для узла электрической цепи;

- о различиях заданных параметров резисторов и расчетных значений сопротивлений резисторов;
- о справедливости основных свойств последовательного и параллельного соединения резисторов;
- о величине силы тока в электрической цепи при уменьшении общего числа резисторов (основании опытов №1 и 2);
- о величине силы тока в электрической цепи при уменьшении общего числа резисторов (основании опытов №3, 4 и 5);

### Контрольные вопросы

1. Почему при последовательном соединении резисторов величина силы тока на всех элементах в цепи имеет одинаковые значения?
2. Почему при параллельном соединении резисторов разность потенциалов на всех элементах цепи имеет одинаковое значение?
3. Если несколько резисторов с разными по величине значениями сопротивлений соединить последовательно, то на каком из них будет большее падение напряжения?
4. Если несколько резисторов с разными по величине значениями сопротивлений соединить последовательно, то на каком из них будет больший ток?
5. Как определить проводимость ветвей и эквивалентную проводимость цепи при параллельном соединении резисторов?
6. Как определить эквивалентную проводимость цепи при последовательном соединении резисторов?
7. Укажите все возможные расчетные формулы для определения мощности резисторов.

### Лабораторная работа №3

#### Определение потери напряжения в проводах и КПД линии электропередачи.

**Цель:** исследовать модель линии электропередачи опытным и аналитическим путем, определить падение напряжения в проводах при передаче электроэнергии на расстояние; выяснить, какое влияние оказывает нагрузка линии на напряжение приемника.

**Оборудование:** источник постоянного тока – 12 В; провода макета двухпроводной линии ЛЭП:  $D = 4 \div 6$  мм,  $L = 10 \div 15$  м,  $\rho = 0,44$  Ом мм<sup>2</sup>/м(нихром); вольтметр – (0÷20) В, 2 шт.; амперметр – (0÷1) А; реостат – (0÷200) Ом; однополюсный выключатель; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

#### Вопросы для самопроверки:

- зависимость сопротивления проводника от материала и его геометрических параметров;
- понятия потери напряжения (падения напряжения) и мощности потерь, их допустимые значения;
- КПД линии электропередачи.

#### Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.6). 3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы.

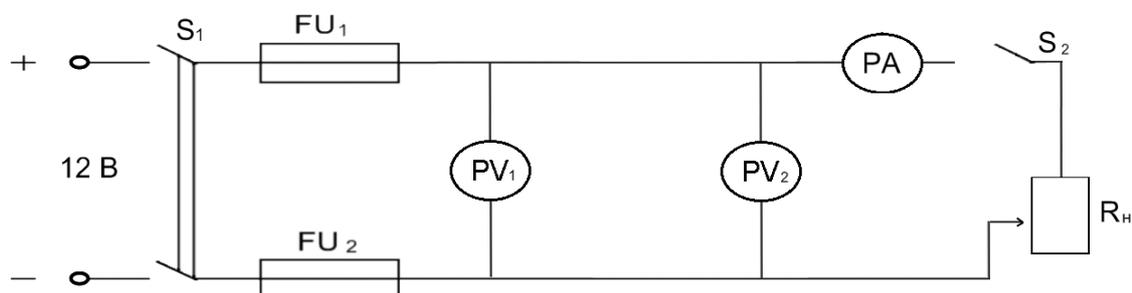


Рис.6 Схема модели линии электропередачи  
 Напряжение источника:  $U = 12 \text{ В}$ .  
 Сопротивление нагрузки:  $R_n = 200 \text{ Ом}$ .

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

5. Включить источник питания при разомкнутом ключе  $S_2$  (Холостой ход) и произвести необходимые изменения, результаты которых занести в табл. 6.

Таблица 6

№ опыта	Измерено			Вычислено											
	I, А	$U_1$ , В	$U_2$ , В	$R_{л1}$ , Ом	$R_{л2}$ , Ом	$\Delta P_1$ , Вт	$\Delta P_2$ , Вт	$\Delta P_3$ , Вт	$\Delta P_4$ , Вт	$P_1$ , Вт	$P_2$ , Вт	$U_1$ , В	$U_2$ , В	$\varepsilon$ , %	$\eta$ , %

6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; P_1 = U_1 I; P_2 = U_2 I; \eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100;$$

$$R_{л1} = \frac{\Delta U_1}{I}; R_{л2} = \frac{\Delta U_2}{I}; R_n = \frac{U_2}{I}; \Delta P' = I^2 \cdot R_n$$

$$R_n = U_2 / I; \Delta U'' = (\Delta U / U_1) \cdot U_1$$

$$I; \Delta P' =$$

$$\Delta P'' = I^2 \cdot R$$

где  $S$  – сечение провода линии электропередачи;  $\pi = 3,14$ ;  $D$  – диаметр провода линии электропередачи;  $U_1$  – напряжение источника питания;  $I$  – сила тока в линии;  $\Delta U$  – потери напряжения (зависимости от материала линии);  $L$  – длина провода линии электропередачи;  $\Delta U$  – отн

8. Расчеты занести в табл. 6.

9. При полностью введенном сопротивлении реостата  $R_n$  замкнуть ключ  $S_2$  и, постепенно уменьшая сопротивление до нуля (короткое замыкание), произвести необходимые измерения (при изменении тока через  $0,1 - 0,3 \text{ А}$ ), результаты которых занести в табл. 6.

10. Повторить пункты 6-8.

11. Разобрать электрическую цепь.

12. Построить (в одних координатных осях) графики зависимости напряжений, мощностей и КПД от силы тока в линии.

13. На основании опытных данных, расчетов и графиков сделать выводы:

- о способах уменьшения потери напряжения в проводах линии электропередачи;

- о зависимости потери мощности от силы тока в линии;

- о зависимости КПД линии от величины нагрузки;

- о недостатке при работе ЛЭП при неизменном значении напряжения станции и больших мощностях.

### Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависят потери напряжения в ЛЭП?
2. Почему потеря напряжения в проводах считается отрицательным явлением?
3. Почему с увеличением длины ЛЭП необходимо повышать ее рабочее напряжение?
4. Какие процессы имеют место в ЛЭП при ее работе в режиме низменного тока?

### Лабораторная работа №4 Проверка измерительного прибора

**Цель:** исследование технических возможностей приборов.

**Оборудование:** мультиметр, инструкционные карты, стенд НТЦ -07, ЛС НТЦ -07“ТОЭ”.

#### Вопросы для самопроверки

- классификация измерительных приборов по принципу действия;
- моменты действующие на подвижную систему электроизмерительного прибора при отчёте показаний;
- погрешности измерительных приборов;

### Порядок выполнения

#### Опыт №1

Проверка амперметра:

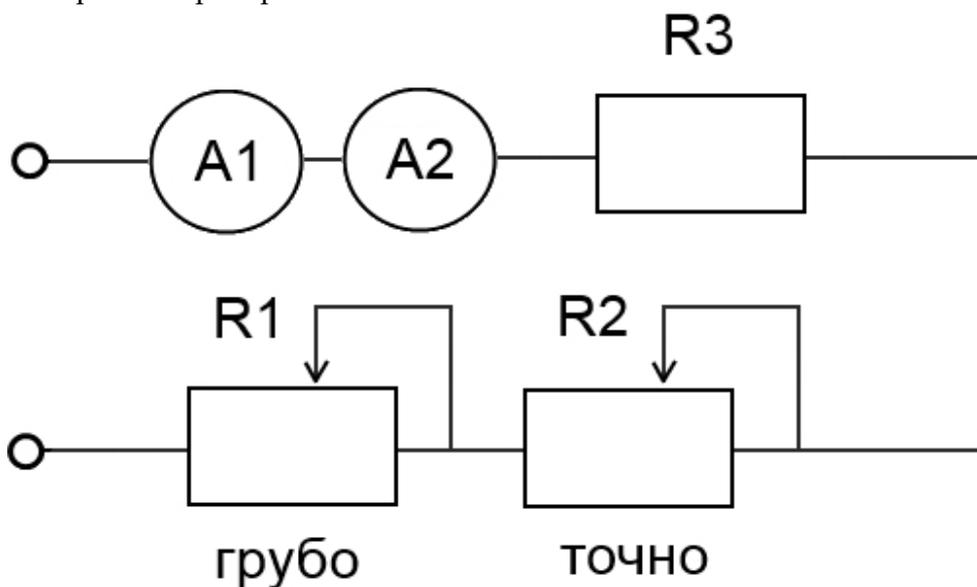


Рис.7

1. Собрать цепь согласно предложенной схеме (рис. 7).

2. Плавно изменяя сопротивление переменных резисторов «грубо», «точно», добиваемся отклонения стрелки прибора на все оцифрованные деления шкалы образцового прибора

A1 и записываем в таблицу показания проверяемого прибора A2.1 – показания A2, I<sub>0</sub> – показания A1.

### Опыт № 2

Поверка вольтметра.

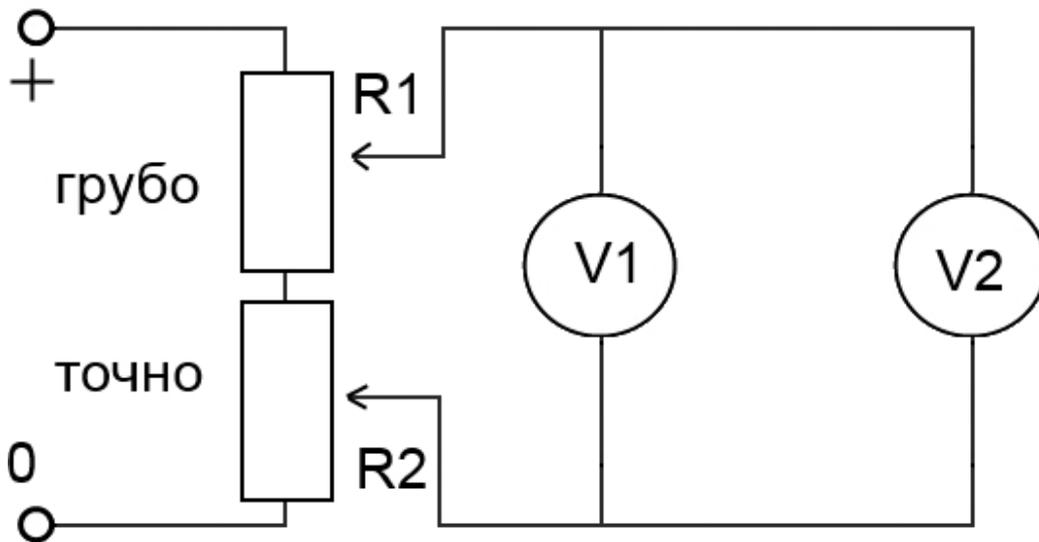


Рис.8

1. Собрать цепь согласно предложенной схеме (рис. 8).

2. Провести измерения как в п. 1. Б. U – показания V2, U<sub>0</sub> – показания V1

3. Вычислить абсолютную погрешность.

$$\Delta I = \frac{|I - I_0|}{\Delta U} =$$

$$\frac{|U - U_0|}{\Delta U} =$$

4. Вычислить максимальную приведенную погрешность

$$\gamma_I = \frac{\Delta I_{max}}{I_H} \cdot 100\%$$

$$\gamma_U = \frac{\Delta U_{max}}{U_H} \cdot 100\%$$

I<sub>H</sub>, U<sub>H</sub> - предел измерения приборов. Расчёты занести в табл.7.

Таблица 7

№	I <sub>0</sub> , мА	I, мА	, мА	, В	U, В	, В
1						
2						
3						




6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$Z = U / I; G_1 = R_k \quad ; I_{a1} = U / G_1;$$

$$= \frac{U}{Z} \cdot Z_1^2 / I; b_L = X_L \quad ; I_{p1} = U / b_L;$$

$$= \frac{U}{Z} \cdot Z_1^2 / I_1^2; b_C = \quad ; \cos \varphi = R_k / Z;$$

$$X_L = \frac{U}{I_1}$$

$$X_L = \frac{U}{I_2} \sqrt{Z_1^2 - R_k^2}$$

где  $Z, Z_2, Z_3$  – полное сопротивление цепи, первой и второй ветви соответственно;  $U$  – напряжение источника питания;  $I, I_2, I_3$  – сила тока в цепи в первой, второй ветви соответственно;  $g_1$  – активная проводимость первой ветви;  $R_k$  – активное сопротивление катушки индуктивности;  $I_{a1}$  – активная составляющая силы тока первой ветви;  $b_L$  – реактивная проводимость первой ветви;  $X_L$  – индуктивное (реактивное) сопротивление,  $I_1$

– реактивный ток первой ветви;  $P$  – активная мощность цепи;  $b_C$  – реактивная проводимость второй ветви;  $X_C$  – емкостное (реактивное) сопротивление;  $I_{p1}$  – реактивная составляющая силы тока первой ветви;  $\cos \varphi$  – коэффициент мощности.

8. Расчеты занести в табл. 8.

9. В катушку индуктивности полностью ввести сердечник.

10. Повторить пункты 4-8.

11. Включить источник и экспериментально (плавно вдвигая и выдвигая сердечник) добиться режима равенства токов в ветвях. Результаты измерений занести в табл. 8.

12. Повторить пункты 7-8.

13. Разобрать электрическую цепь.

14. На основании опытных данных и расчетов сделать выводы:

- о характере зависимости токов в ветвях и в неразветвленной части цепи, мощности и коэффициента мощности от индуктивности катушки;
- о том, как можно экспериментально получить резонанс токов;
- о том, какое сопротивление переменному току будет оказывать цепь в резонансном режиме;
- об особенностях резонансного режима.

15. По результатам опытов (на миллиметровой бумаге) в масштабе построить векторную диаграмму напряжения и токов;

16. Построить графики зависимости тока в цепи, в первой и второй ветвях от реактивной проводимости первой ветви.

### Контрольные вопросы

1. Какова величина энергии при резонансном режиме?
2. Каково практическое применение резонанса тока?
3. Что означает  $\varphi > 0, \varphi = 0, \varphi < 0$  ?



6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$X_C = 1 / (2 \pi f C); U_R = I R; \cos \varphi = R / Z;$$

$$Z = U / I; U_C = I X_C; Q_C = I^2 X_C; \varphi = \arccos R/Z,$$

где  $X_C$  – емкостное (реактивное) сопротивление;  $\varphi = 3.14$ ;  $f$  - частота тока (50 Гц);  $C$  - емкость конденсатора;  $U_R$  - падение напряжения на активном сопротивлении;  $I$  – сила тока в цепи;  $R$  – активное сопротивление;  $S$  – полная мощность цепи;  $\cos \varphi$  – коэффициент мощности фаз.

8. Расчеты занести в табл. 9.

9. Изменить исходные параметры цепи.

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов):  $C = 71 \text{ мкФ}$ .

10. Повторить пункты 4-8.

11. Изменить исходные параметры цепи:

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов):  $C = 25 \text{ мкФ}$ .

12. Повторить пункты 4-8.

13. Изменить исходные параметры цепи:

Активное сопротивление:  $R = 250 \text{ Ом}$ ; емкость конденсатора (батареи конденсаторов):  $C = 121 \text{ мкФ}$ .

14. Повторить пункты 4-8.

15. Изменить исходные параметры цепи:

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов):  $C = 71 \text{ мкФ}$ .

16. Изменить исходные параметры цепи:

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов):  $C = 25 \text{ мкФ}$ . 17. Разобрать электрическую цепь.

18. На основании опытных данных и расчетов сделать вывод о характере изменения тока, мощности, падения напряжения на участках цепи в зависимости от изменения активно и емкостного сопротивлений.

19. По результатам первого опыта (на миллиметровой бумаге) в масштабе построить векторную диаграмму тока и напряжений.

### Контрольные вопросы

1. Как изменяется соотношение падений напряжения на активном емкостном элементах цепи при изменении активного сопротивления? Емкости?

2. Как изменяется падение напряжения на активном и емкостном элементах цепи, если изменить частоту сети при прочих неизменных параметрах?

3. Почему ток в цепи с емкостью опережает по фазе напряжения на  $90^\circ$  ?

## Лабораторная работа №7

### Исследование трехфазной цепи при соединении приемников «звездой»

**Цель:** экспериментально проверить свойства цепи трехфазного тока при соединении приемников «звездой»; выяснить роль нулевого провода в четырехпроводной системе трехфазного тока; построить векторные диаграммы для трехфазной цепи.

**Оборудование:** источник трехфазного тока – 30 В; вольтметр – (0÷30) В; амперметр - (0÷1) А, 3 шт.; амперметр - (0÷2) А; магазин сопротивлений - 3 шт.; однополюсный выключатель; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

#### Вопросы для самопроверки:

- получение трехфазного тока;
- виды соединений потребителей в трехфазных цепях переменного тока, основные расчетные формулы;

Понятие фазного и линейного токов и напряжений;

- понятие симметричной нагрузки;
- понятие нулевого провода, его назначение.

#### Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.11).

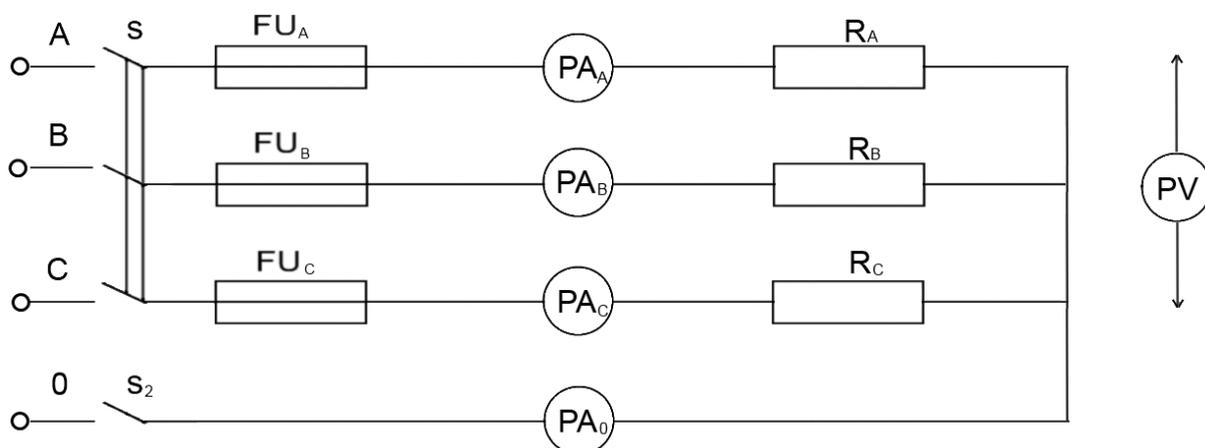


Рис. 11. Схема трехфазной цепи переменного тока

3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы. Напряжение источника:  $U = 52/30$  В.

Сопротивление фаз:  $R_A = R_B = R_C = 100$  Ом.

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

5. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.10.

Таблица 10

#### Измерения и вычисления

№ опыта	Кл	Измерено	Вычислено

		A,A	B,B	C,C	A, B	B,B	C, B	U <sub>AB,B</sub>	U <sub>BC,B</sub>	U <sub>CA,B</sub>	U <sub>N,A</sub>	A, T	B, T	C, T	, T
л.	Вк														
	От														
кл.	Вк														
	От														
л.	Вк														
	От														
кл.	Вк														
	От														

6. Разомкнуть ключ  $S_2$  и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 10.

7. Отключить источник питания.

8. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A; P_B = U_B I_B \cos \varphi_B; P_C = U_C I_C \cos \varphi_C;$$

$$P = P_A + P_B + P_C$$

где  $P_A, P_B, P_C$  - активная мощность в соответствующей фазе;  $I_A, I_B, I_C$  - сила тока в соответствующей фазе;  $U_A, U_B, U_C$  - фазное напряжение;  $\cos \varphi_A, \cos \varphi_B, \cos \varphi_C$  - коэффициент мощности в соответствующей фазе;  $P$  - активная мощность в цепи.

9. Расчеты занести в табл. 10.

10. Изменить исходные параметры цепи: Сопротивление фазы А:  $R_A = 30 \text{ Ом}$ ; Сопротивление фазы В:  $R_B = 50 \text{ Ом}$ ;

Сопротивление фазы С:  $R_C = 100 \text{ Ом}$ .

11. Повторить пункты 4-9.

12. Изменить исходные параметры цепи:

Сопротивление фазы А:  $R_A = \infty \text{ Ом}$ ;

13. Повторить пункты 4-9.

14. Разобрать электрическую цепь.

15. Построить векторные диаграммы напряжений и токов для опытов с нулевым проводом.

16. На основании опытных данных, расчетов и векторных диаграмм сделать выводы:

- о целесообразности нейтрального провода при симметричной нагрузке;
- о роли нейтрального провода при несимметричной нагрузке;
- о роли нейтрального провода при несимметричной нагрузке;
- о роли нейтрального провода при обрыве линейного провода.

### Контрольные вопросы

1. Что такое «перекас фаз»?
2. Какое напряжение называют «смещение нейтрали»?
3. Что произойдет при коротком замыкании одной из фаз, если при этом в цепи отсутствует нейтральный провод и при его присутствии?

## Лабораторная работа №8 Исследование однофазного трансформатора

**Цель:** ознакомиться с устройством, назначением и основными характеристиками однофазного трансформатора; рассчитать коэффициент трансформации, потери мощности и КПД трансформатора в различных режимах работы.

**Оборудование:** источник переменного тока (сеть); трансформатор однофазный (школьный разборный); автотрансформатор лабораторный (ЛАТР); вольтметр – 2 шт.; амперметр – 2шт.; ватт метр; магазин сопротивлений или реостат до 400 Ом; однополюсный выключатель; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

### Вопросы для самопроверки:

- получение трансформатора;
- виды трансформаторов;
- устройство трансформатора;
- параметры трансформатора, основные формулы для их расчета;
- принцип действия трансформатора, режимы его работы.

### Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.12).
3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы. Напряжение источника:  $U = 220 \text{ В}$ .
4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

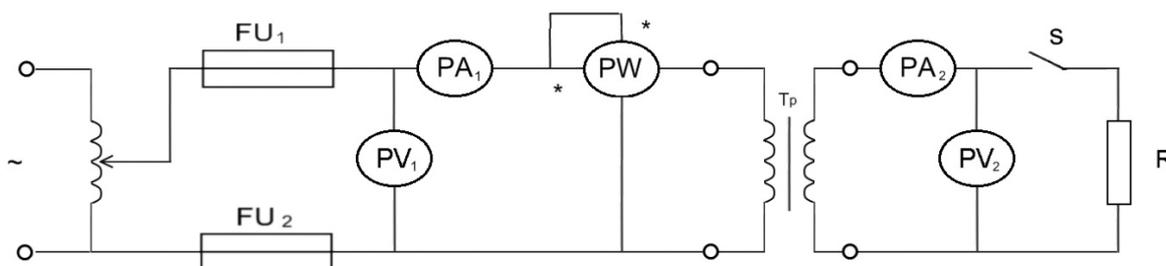


Рис. 12. Принципиальная схема работы трансформатора

5. Включить источник питания(ключ S разомкнут – режим холостого хода) и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.11.

Таблица 11

Измерено					Вычислено	
$U_1$ , В	$I_1$ А	$U_2$ , В	$P_1$ В		<b>К</b>	<b>COS</b> $\varphi$

6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$K = U_2 / U_1; \cos \varphi = P_1 / (U_1 I_1),$$

где  $K$  – коэффициент трансформации;  $U_1$ - напряжение на первичной обмотке трансформатора;  $U_2$ , - напряжение на вторичной обмотке трансформатора;  $\cos \varphi$

- коэффициент;  $P_1$  – активная мощность на первичной обмотке трансформатора;  $I_1$  – сила тока на первичной обмотке трансформатора;

8. Расчеты занести в табл. 11.

9. Изменить исходные параметры цепи:

Напряжение источника:  $U = 220 \text{ В}$ . Сопротивление нагрузки  $R_H = 250 \text{ Ом}$ ;

10. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

11. Включить источник питания (ключ  $S$  разомкнут – режим холостого хода) и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 12.

12. Отключить источник питания.

Таблица 12

№ опыта	Измерено					Вычислено			
	$U_1, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$P_1, \text{Вт}$	$U_2, \text{В}$	$I_2, \text{А}$	$\Delta P, \text{Вт}$	$\eta, \%$	$P_2, \text{Вт}$	$\eta, \%$

13. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$P_2 = U_2 I_2; \quad \eta = \frac{P_2}{P_1}; \quad \Delta P = P_1 - P_2$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$$

Где  $P_1$  – активная мощность на первичной обмотке трансформатора;  $U_2$  – напряжение на вторичной обмотке трансформатора;  $I_2$  – сила тока во вторичной обмотке трансформатора;  $P_2$  – активная мощность на вторичной обмотке трансформатора;

14. Расчеты занести в табл. 12.

15. Повторить пункты 9-14, постепенно уменьшая сопротивление нагрузки до нуля (шаг – 50 Ом).

16. Разобрать электрическую цепь.

17. Построить графики зависимости:

$$P_2 = U_2 I_2; \quad \eta = \frac{P_2}{P_1}; \quad \Delta P = P_1 - P_2, \quad U_2 = f(P_2); \quad U_2 = f(I_2); \quad \eta = f(P_2).$$

18. На основании опытных данных, расчетов и графиков сделать выводы:

- какие параметры трансформатора можно определить опытным путем при использовании различных режимов работы;

- почему при росте нагрузки понижается напряжение на вторичной обмотке трансформатора;

- от чего зависит КПД трансформатора.

#### Контрольные вопросы

1. От чего зависят потери мощности в трансформаторе?

2. Как опытным путем определить потери мощности в трансформаторе?

3. Как можно избежать больших потерь?

4. Что называют «внешней характеристикой» трансформатора и как ее получить?

## Лабораторное занятие № 15 Исследование работы выпрямительного диода

**Цель занятия:** исследование работы и особенностей полупроводникового диода, построение вольт-амперной характеристики диода.

### Приборы и оборудование:

1. Стенд для изучения работы полупроводниковых приборов
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр

### Краткие теоретические сведения

Выпрямительные полупроводниковые диоды предназначены для преобразования переменного тока в постоянный. Диапазон токов этих широко используемых на железнодорожном транспорте приборов весьма велик: от десятков миллиампер (в устройствах железнодорожной автоматики и связи) до десятков ампер (в аппаратуре подвижного состава и тягового электроснабжения). Для получения большого прямого

тока увеличивают площадь р-п перехода. Поэтому многие выпрямительные диоды плоскостные.

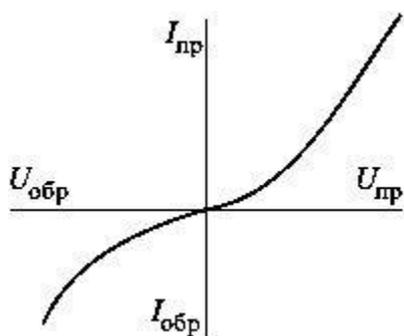
Выпрямительный полупроводниковый диод (рис. 1) имеет два вывода. Вывод, от которого при прямом включении диода (вывод из зоны типа р) течет ток, называют анодом; вывод, от которого при прямом включении диода (вывод из зоны типа n), именуется катодом.

Эксплуатационные свойства выпрямительных диодов характеризуют их параметры, приводимые в справочной литературе.

Номинальные значения токов и напряжений определяются ветвями вольт-амперной характеристики.

$U_{пр}$  — постоянное прямое напряжение диода при заданном постоянном токе  $I_{пр}$ ;

$I_{обр}$  — постоянный обратный ток диода, протекающий через диод в обратном направлении при заданном обратном напряжении  $U_{обр}$ .



Предельный режим работы прибора характеризуют максимально допустимые параметры, значения которых не должны превышать при любых условиях эксплуатации. К ним относятся:

—  $U_{обр\max}$  — максимально допустимое постоянное обратное напряжение диода, превышение его ведёт к пробоеу р-п перехода и выходу диода из строя;

—  $I_{пр\max}$  — максимально допустимый постоянный прямой ток определяется условиями нагрева прибора. При кратковременном (импульсном) воздействии тока значение его может быть увеличено. Соответственно различают максимально допустимый импульсный прямой ток;

—  $P_{ср.д\max}$  — максимально допустимая средняя рассеиваемая мощность, рассеиваемая диодом при протекании тока в прямом и обратном направлениях.

Сопротивление диода ( $R$ ) рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{U}{I}$$

где  $R$  – сопротивление..., ом;  $U$  – напряжение, В;  
 $I$  – ток, А.

### Порядок выполнения

1. Собрать цепь по схеме (рис.2) и подключить ее к источнику постоянного напряжения 1В.

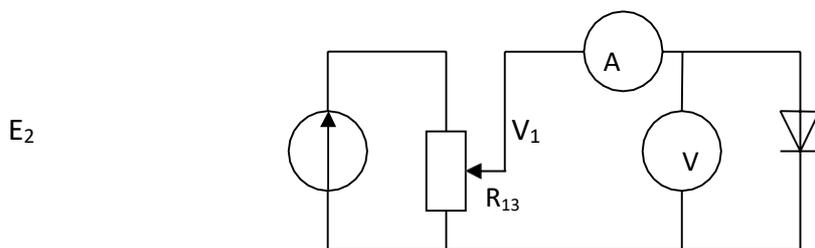


Рисунок 2 Схема электрической цепи

2. Ступенчато изменяя напряжение от 0 до величины, заданной преподавателем с помощью переменного резистора  $R_1$ , снять показания приборов и результаты занести в таблицу 1.

3. Изменить полярность источника и повторить п.2.

4. Повторить пункты 1 - 3 с другим типом диода.

5. По результатам измерения построить вольтамперную характеристику диода, рассчитать сопротивление диода и результаты занести в таблицу 1.

### Содержание отчета

1. Нарисовать схему электрической цепи.
  2. Построить вольтамперную характеристику диода  $I = f(U)$
  3. Объяснить какая ветвь вольтамперной характеристики диода  $I = f(U)$  (рис. 1) будет построена при прямой полярности источника.
  4. Объяснить какая ветвь вольтамперной характеристики диода  $I = f(U)$  (рис. 1) будет построена, когда изменили полярность источника.
  5. Построить вольтамперную характеристику для другого типа диода (пункты 1-3) по результатам измерения и рассчитать сопротивление диода.
  6. Заполненная таблица 1.
- Таблица 1 - Результаты измерений и расчетов

№	Тип диода			Тип диода		
	U, В	I, мА	R, Ом	U, В	I, мА	R, Ом
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
0	1					

7. Вывод.

### Контрольные вопросы

1. Какой прибор называется полупроводниковым диодом?
2. Основные свойства полупроводникового диода?
3. Охарактеризуйте сопротивление диода при прямой полярности напряжения на нем.
4. Охарактеризуйте сопротивление диода при обратной полярности напряжения на нем.
5. Как меняется сопротивление полупроводникового диода при изменении напряжения на нем?

### Лабораторное занятие № 16 Исследование работы стабилитрона

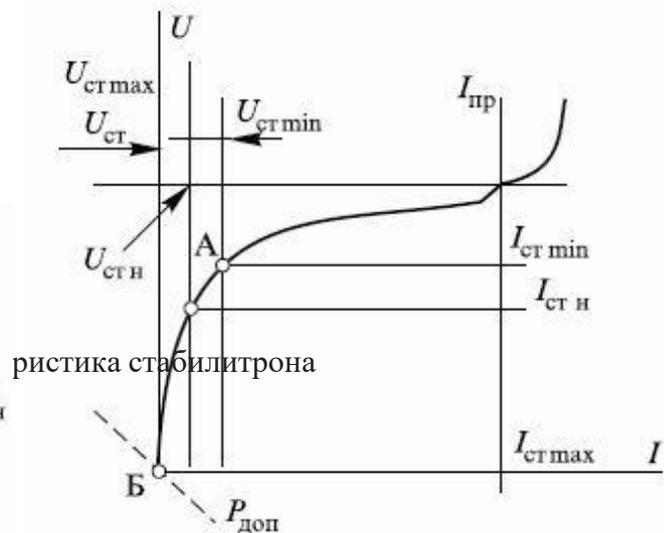
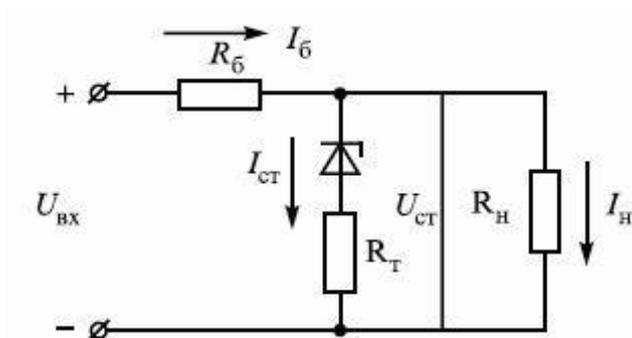
**Цель занятия:** исследование работы и особенностей полупроводникового стабилитрона, построение вольтамперной характеристики стабилитрона, расчет его параметров.

#### Приборы и оборудование:

1. Стенд для изучения работы полупроводниковых приборов: стабилитрон, резистор, источник постоянного напряжения
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр

#### Краткие теоретические сведения

Опорные диоды применяются для поддержания постоянного напряжения (стабилизации напряжения) в схемах, где выпрямленное напряжение может изменяться. Эти диоды получили название стабилитронов.



### Рисунок 3 Схема стабилизации напряжения

На рис. 3 приведена схема стабилизации напряжения. Резистор  $R_b$  балластное сопротивление. На него сбрасывается избыток напряжения. Отличительная особенность вольтамперной характеристики этого диода — относительное постоянство напряжения, создаваемое на диоде после наступления электрического пробоя (рис.4 участок АБ).

Пользуясь вольтамперной характеристикой стабилитрона можно определить его основные параметры:

- Напряжение  $U_{ст}$  и ток стабилизации  $I_{ст}$  :

- Дифференциальное выходное сопротивление стабилизатора - это отношение приращения выходного напряжения к приращению тока нагрузки:

$$r_{ст.диф} = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta I_{наг}} = \frac{U_{вых.макс} - U_{вых.мин}}{I_{наг.макс} - I_{наг.мин}} \text{ (Ом)}$$

- Коэффициент нестабильности по напряжению  $K_{нU}$  - это отношение относительного изменения выходного напряжения  $\Delta U_{вых} / U_{вых}$  к вызвавшему его изменению входного напряжения  $\Delta U_{вх}$

$$K_{нU} = \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}} = \frac{U_{вых.макс} - U_{вых.мин}}{U_{вых.ст}} \cdot 100\%$$

- Коэффициент нестабильности по току  $K_{нI}$  - это отношение относительного изменения выходного напряжения  $\Delta U_{вых} / U_{вых}$  к вызвавшему его относительному изменению тока нагрузки  $\Delta I_{наг} / I_{наг}$  :

$$K_{нI} = \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}} \cdot \frac{I_{наг}}{\Delta I_{наг}} = \frac{U_{вых.макс} - U_{вых.мин}}{U_{вых.ст}} \cdot \frac{I_{наг.ст}}{I_{наг.макс} - I_{наг.мин}} \cdot 100\%$$

Сопротивление резистора рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{U_R}{I} \text{ , Ом}$$

где  $U_R$  – напряжение на резисторе,  $I$  – сила тока в цепи.

Сопротивление стабилитрона рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{U_V}{I} \text{ , Ом}$$



В	$U_R,$														
Ом	$R_V,$														
Ом	$R,$														

4. Построенные в масштабе графики зависимости  $U = f(E)$ ,  $I = f(U)$  по данным таблицы 2.

4. Вывод.

### Контрольные вопросы

1. Какой прибор называется полупроводниковым стабилитроном?
2. Основные свойства полупроводникового стабилитрона?
3. Охарактеризуйте отличия стабилитрона и стабилстора.
4. Как меняется сопротивление полупроводникового стабилитрона при изменении напряжения на нем?
5. Проанализируйте изменение параметров цепи при увеличении подаваемого в цепь напряжения.

## Лабораторное занятие № 17 Исследование работы транзистора

**Цель занятия:** исследование работы и особенностей биполярного транзистора, построение вольтамперной характеристики транзистора, определение его параметров.

### Приборы и оборудование:

1. Стенд для изучения работы полупроводниковых приборов: биполярный транзистор
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр

### Краткие теоретические сведения

Транзистором называется электропреобразовательный полупроводниковый прибор с одним или несколькими электрическими переходами, позволяющий осуществлять усиление или генерирование электрических сигналов и имеющий три или более выводов.

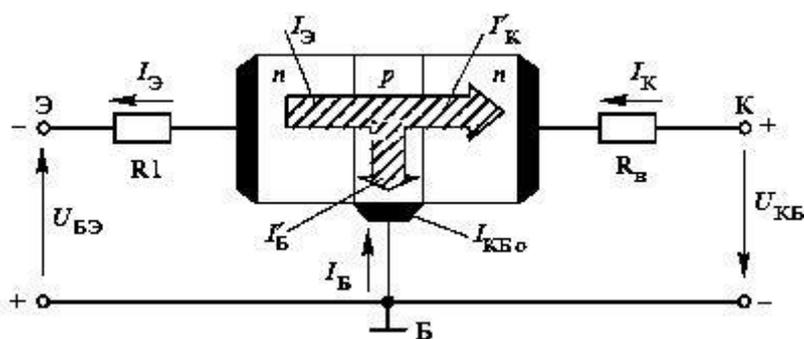


Рисунок 6 Структура n-p-n транзистора

Основным элементом транзистора (рис. 6) является кристалл полупроводника, в котором с помощью примесей созданы три области с различной проводимостью. Если средняя область имеет электронную проводимость типа n, а две крайние — дырочную типа p, то такой транзистор принадлежит к типу p—n—p в отличие от транзистора n—p—n, имеющего среднюю область с дырочной проводимостью, а две крайние — с электронной. Средняя часть кристалла служит основой для образования электронно-дырочных переходов и называется базой, или основанием. Крайняя левая область p, инжектирующая (эмитирующая) носители заряда, называется эмиттером, а другая область p, собирающая инжектированные носители заряда, — коллектором.

К основным характеристикам, которые дают представление о свойствах транзистора, относятся статические характеристики, отражающие зависимость между токами и напряжениями во входных и выходных цепях. Статические характеристики

используются при расчете транзисторных схем, по ним определяют параметры транзистора при работе в различных режимах.

Параметры транзистора: Коэффициент передачи тока  $K_I$ :

$$K_I =$$

$$\frac{I_K}{I_{I_B}}$$

где  $I_K$  – ток коллектора;  $I_B$  – ток базы;

Выходное сопротивление транзистора  $R_{ВЫХ}$ :

$$R_{ВЫХ} = \frac{U_{КЭ}}{I_K}$$

где  $U_{КЭ}$  – напряжение между коллектором и эмиттером; Входное сопротивление транзистора  $R_{ВХ}$ :

$$R_{ВХ} = \frac{U_{БЭ}}{I_B}$$

где  $U_{БЭ}$  – напряжение между эмиттером и базой;

Коэффициент усиления напряжения  $K_U$ :

$$K_U = \frac{U_{КЭ}}{U_{ЭБ}}$$

где  $I_K$  – ток коллектора;  $I_B$  – ток базы;

Коэффициент усиления мощности  $K_P$ :

$$K_P = \frac{P_{ВЫХ}}{P_{ВХ}} = \frac{U_{КЭ} \cdot I_K}{U_{ЭБ} \cdot I_B} = \frac{K_U}{K_I} \quad (8)$$

где  $P_{ВЫХ}$  – выходная мощность транзистора;  $P_{ВХ}$  – входная мощность транзистора.

### Порядок выполнения

1. Собрать цепь по схеме (рисунок 7).

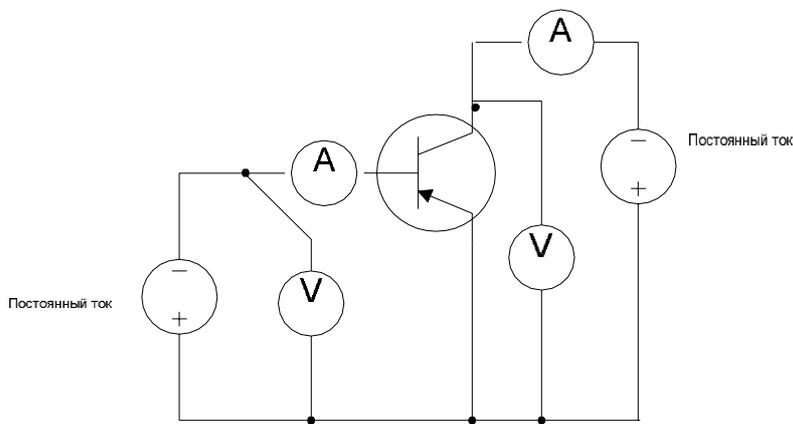


Рисунок 7 Схема электрической цепи

2. Подключить цепь к источникам напряжения, установить заданные величины напряжения на входе  $U_{эб}$  и выходе  $U_{кэ}$ . Изменяя напряжение на входе, записать величину тока базы  $I_б$  в таблицу 3 при различных значениях напряжения  $U_{кэ}$ .

3. Регулируя напряжение входного источника, установить величину тока базы по заданию преподавателя. Изменяя напряжение на выходе  $U_{кэ}$ , записать величину тока коллектора  $I_к$  в таблицу 4.

4. Опыт 3 повторить при различных значениях тока базы.

#### Содержание отчета

1. Нарисовать схему для снятия вольтамперных характеристик транзистора.

2. По результатам измерений построить входную вольтамперную характеристику транзистора  $I_б = f(U_{эб})$ .

3. По результатам измерений построить выходную вольтамперную характеристику транзистора  $I_к = f(U_{кэ})$ .

4. Заполненные таблицы 3 и 4.

Таблица 3 – Таблица измерений входной ВАХ

В	$U_{эб},$	$I_б, \text{ мА, при } U_{кэ}, \text{ В}$		
		0	5	10

Таблица 4 – Таблица измерений выходной ВАХ

э.В	U <sub>к</sub>	I <sub>к</sub> , при I <sub>б</sub> , мА		

4. Определить параметры транзистора  $K_I$ ,  $K_U$ ,  $K_P$ ,  $R_{ВЫХ}$ ,  $R_{ВХ}$  по заданию преподавателя.

5. Выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Назовите определение транзистора.
2. Как сопротивление транзистора зависит от тока базы?
3. Как ток базы зависит от напряжения на выходе  $U_{кэ}$ ?
4. Опишите усилительные свойства транзистора.

## Лабораторное занятие № 18 Исследование работы тиристор

**Цель работы:** исследование работы и особенностей трехэлектродного тиристора.

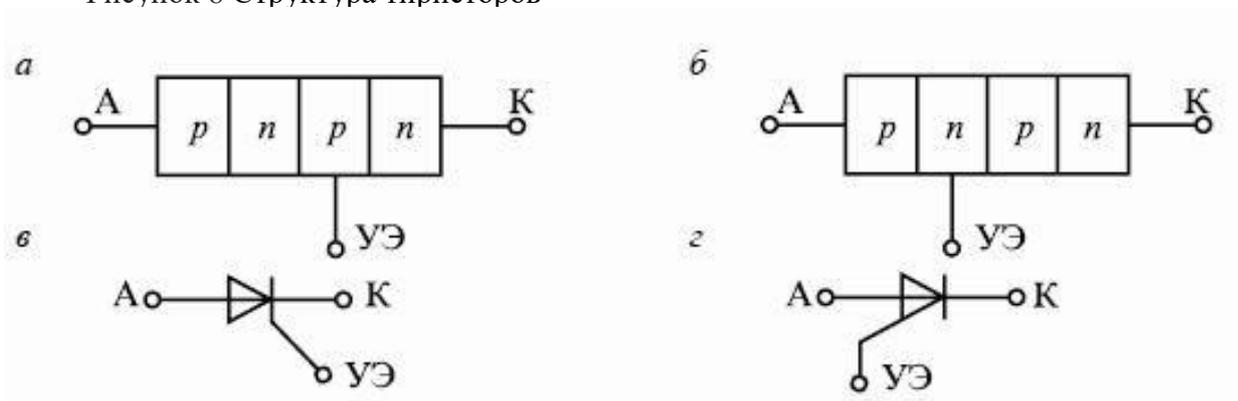
### Приборы и оборудование:

1. Стенд для изучения работы полупроводниковых приборов: тиристор
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр

### Краткие теоретические сведения

Тиристор представляет собой четырехслойное переключающее устройство с тремя р-п переходами. Тиристор может иметь 2 вывода — динистор, 3 вывода — тринистор (рис. 17.1) Динистор является неуправляемым тиристором, а тринисторы и бинистор — управляемые.

Рисунок 8 Структура тиристор



ение (б);  
ние (г)  
с. 9). Это

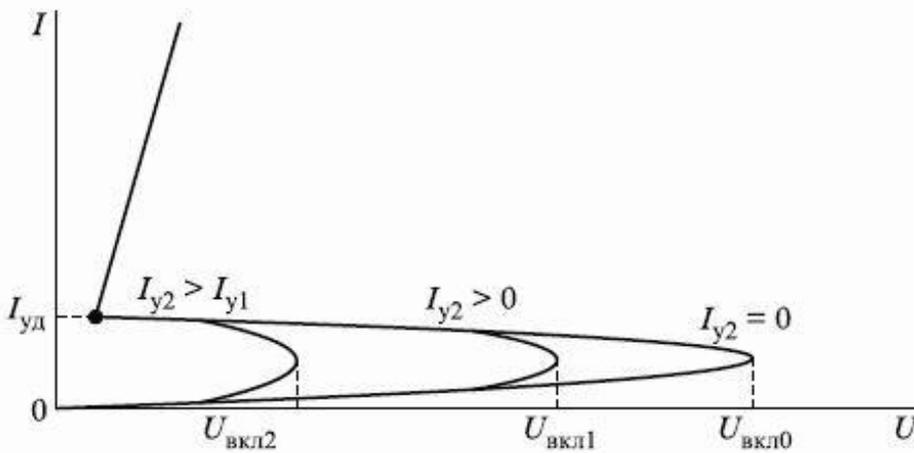


Рисунок 9 Вольтамперная характеристика тиристора

$U_{вкл}$  — это анодное напряжение, при котором происходит открывание (включение) тиристора. Фактически это напряжение электрического пробоя внутреннего р-п перехода. В управляемых тиристорах можно изменять это напряжение включения путем изменения тока управляющего электрода.

### Порядок выполнения

1. Собрать схему (рис. 10).

+ 0-

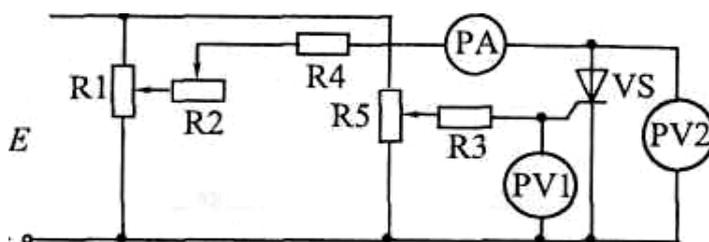


Рисунок 10. Схема для снятия вольтамперной характеристики тиристора

2. После разрешения преподавателя включить питание.

3. Установить на управляющем электроде напряжение равное 0 (вольтметр PV1). 4. Полностью вывести сопротивление R2.

5. Установить напряжение на аноде  $U_A = 10$  В (вольтметр PV2). Замерить ток анода  $I_d$ .

6. Увеличить напряжение управления  $U$  до момента открытия тиристора, отметив  $U_0$  в момент открытия. Замерить ток  $I_d$  при открытом тиристоре.

7. Изменять (увеличивать и уменьшать) напряжение  $U$ , следя за состоянием тиристора.

8. Уменьшая с помощью реостата R2 ток анода, добиться закрытия тиристора, замерив ток удержания I . Заполнить таблицу 5.

9. По результатам измерений построить вольтамперные характеристики  $I = f(U)$  тиристора для различных токов управления

**Содержание отчета.**

1. Нарисовать схему для снятия вольтамперной характеристики тиристора.
2. По результатам измерений построить вольтамперные характеристики тиристора  $I = f(U)$  при разных токах управления.
3. Заполненная таблица 5.

Таблица 5 – Таблица измерений и расчетов

№ опыта		1	2	3	4	5
Iy1	U, В					
	I, мА					
Iy2	U, В					
	I, мА					
Iy3	U, В					
	I, мА					

3. Выводы

**Контрольные вопросы**

1. Какие состояния может иметь тиристор (указать признаки этих состояний);
2. Каким образом можно открыть тиристор;
3. Как изменяются ток и анодное напряжение в момент открывания тиристора;
4. Каким образом можно закрыть тиристор.

## Лабораторное занятие № 19 Исследование работы выпрямителя

**Цель занятия:** изучить принцип действия однофазных выпрямителей и сглаживающих фильтров, научиться снимать осциллограммы и внешние характеристики выпрямителей.

### Приборы и оборудование:

1. Стенд, моделирующий работу полупроводниковых выпрямителей
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр, осциллограф

### Краткие теоретические сведения

Выпрямителями называются устройства, преобразующие переменное напряжение или ток в постоянный с помощью электрических вентилях. Основную часть этой задачи во всех выпрямителях решает вентиляльная группа, которая в современных схемах выполняется на полупроводниковых вентилях: неуправляемых – диодах и полууправляемых – тиристорах, по какой-либо из известных схем.

Однофазные выпрямители используются для питания потребителей небольшой мощности (десятки - сотни ватт).

Нулевая схема выпрямителя, т.е. с выводом «нулевой» - средней точки трансформатора T1 и диаграммы ее рабочих напряжений показаны на рис. Верхняя диаграмма  $u_{2a}$  и  $u_{2b}$  соответственно представляет напряжения выходных

полуобмоток  $W_{2a}$  и  $W_{2b}$  трансформатора, а нижняя - напряжение на нагрузке -  $u_H$

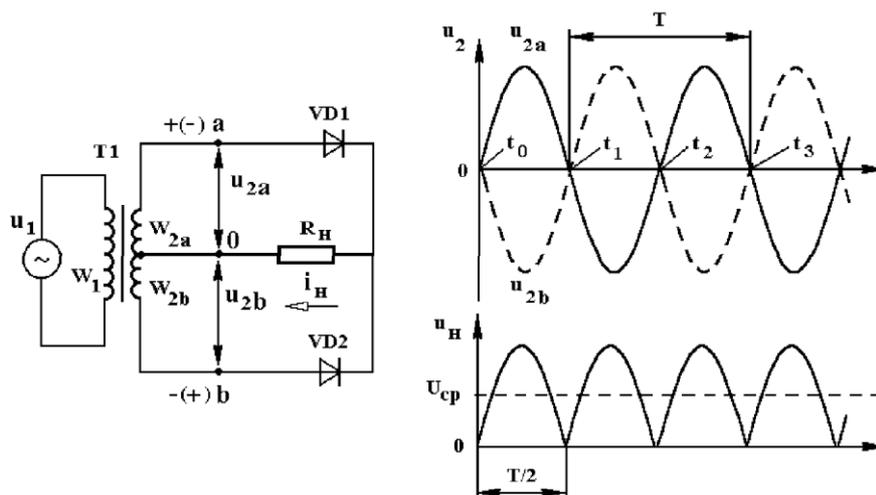


Рисунок 11. Схема двухполупериодного выпрямителя и временные диаграммы его работы

Достоинством схемы является относительно малое количество диодов – 2, а недостатком – обязательное использование трансформатора, причем с выводом средней точки во вторичной обмотке.

Мостовая схема выпрямителя с диаграммами рабочих напряжений показана на рис. Она содержит входной согласующий трансформатор Т1 и четыре диода VD1-VD4, соединенных в мостовую ячейку, к одной диагонали которой подсоединена выходная обмотка трансформатора  $W_2$ , а к другой нагрузка -  $R_H$ .

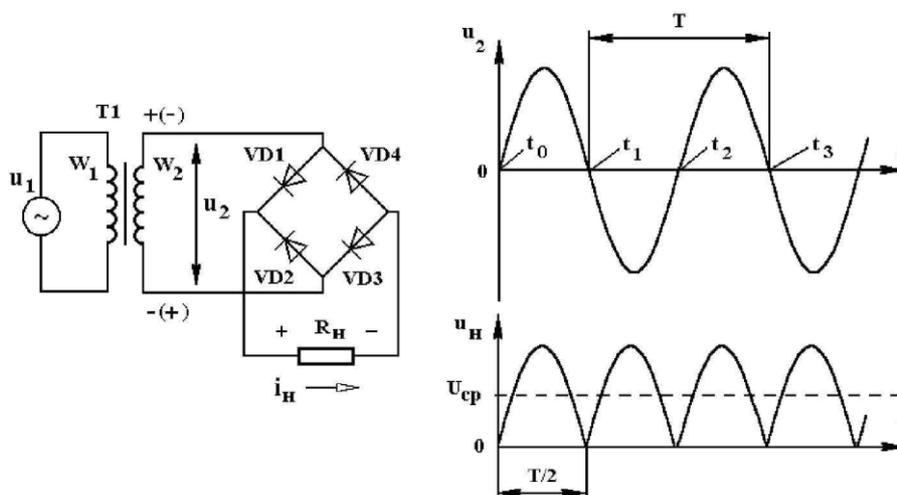


Рисунок 12. Схема мостового выпрямителя и временные диаграммы его работы

Достоинством мостовой схемы выпрямителя является возможность ее работы без трансформатора, если не требуется выполнения функции согласования по уровням входного и выходного напряжения. Недостатком считается использование относительно большого числа диодов – четырех.

Качество выпрямителя принято оценивать коэффициентом пульсаций  $r$ , представляющим собой отношение амплитуды первой (основной) гармоники выпрямленного напряжения  $U_{1m}$  к постоянной составляющей  $U_{cp}$ :

$$r = \frac{U_{1m}}{U_{cp}} \quad (9)$$

где  $r$  - коэффициент пульсаций;

$U_{m1}$  - амплитуда первой (основной) гармоники выпрямленного напряжения;  $U_{cp}$  – постоянная составляющая напряжения.

Рассмотренные выше выпрямители имеют  $r=0.67$ . Между тем, для питания электронной аппаратуры требуется выпрямленное напряжение с более низким коэффициентом пульсации  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ .

### Порядок выполнения

1. Собрать схему двухполупериодного выпрямителя (рис.11). Подключить осциллограф к исследуемой схеме. Зарисовать осциллограммы.
2. Меняя величину подстроечного резистора R от 100% до 0% (шаг изменения 20%) снимите показания амперметра и вольтметра.
3. Результаты измерений п. 2. занесите в таблицу 6 (точность измерения – два знака после запятой).
4. Собираете схему мостового выпрямителя.
5. Повторите пункт 1, 2.
6. Результаты измерений занесите в таблицу 6 (точность измерения – два знака после запятой).

### Содержание отчета

1. Нарисовать схему двухполупериодного выпрямителя.
2. Зарисовать осциллограммы напряжения на входе и выходе выпрямителя.
3. Построить график внешней характеристики двухполупериодного выпрямителя без фильтра  $U_n=f(I_n)$  по данным таблицы измерений 6.
4. Нарисовать схему мостового выпрямителя.
5. Зарисовать осциллограммы напряжения на входе и выходе выпрямителя
6. Построить график внешней характеристики мостового выпрямителя без фильтра  $U_n=f(I_n)$  по данным таблицы измерений 6.
7. Заполненная таблица 6.

Таблица 6 – Таблица измерений

R, Ом	Двухполупериодный		Мостовой	
	I, mA	U, В	I, mA	U, В
1200 (100%)				
1000 (80%)				
800 (60%)				
600 (40%)				
400 (20%)				
200 (0%)				

5. Вывод.

### Контрольные вопросы

1. Объяснить устройство, принцип действия и вольтамперные характеристики полупроводниковых выпрямительных диодов.
2. Начертить схему и объяснить работу мостового выпрямителя.

3. Начертить схему и объяснить работу выпрямителя с выводом средней точки трансформатора.

4. Объяснить ход внешних характеристик исследованных выпрямителей.

### **Практическое занятие № 13**

Расчет параметров схемы выпрямления

### **Лабораторное занятие № 20**

**Исследование работы двухкаскадного усилителя**

**Цель занятия:** исследовать построение, принципы управления и работу многокаскадного усилителя.

#### **Приборы и оборудование:**

- стенд электронного усилителя;
- комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр, осциллограф.

#### **Краткие теоретические сведения**

*Усилитель* — устройство, которое преобразует электрические колебания одной мощности, поступающие на вход, в электрические колебания большей мощности на выходе.

В большинстве случаев коэффициент усиления, полученный в одном каскаде усилителя, оказывается недостаточным для практических целей. Для получения необходимого коэффициента усиления отдельные каскады связывают между собой с помощью различных цепей связи, из которых наиболее распространены усилители с резисторно-емкостной и трансформаторной связями.

Двухкаскадный усилитель с резисторно-емкостной связью

Достоинства рассматриваемых усилителей — малый вес и габариты в связи с конструктивной простотой деталей; возможность получения незначительных частотных искажений в широком диапазоне частот. Переменное напряжение входного сигнала (рис. 7.20) изменяет потенциал базы транзистора VT1 относительно заземленного эмиттера,

вызывая изменения его базового и коллекторного токов. Переменная составляющая напряжения на  $R_{K1}$ , превышающая в несколько раз входное напряжение  $U_{вх}$ , через конденсатор связи  $C_{св}$  подается на базу  $VT2$ , вызывая более сильные изменения его базового и коллекторного токов, а следовательно, и более сильные изменения напряжения на резисторе  $R_{K2}$ . Выходное напряжение  $U_{вых}$ , представляющее собой падение напряжения от переменной составляющей коллекторного тока на резисторе  $R_{K2}$ , во много раз выше входного напряжения, подаваемого на первый каскад. Коэффициент усиления двухкаскадного усилителя, как указывалось выше, равен произведению коэффициентов усиления первого и второго каскадов.

$$20 \lg \frac{U_{ВЫХ}}{U_{ВХ}} = K_U \quad (10)$$

где  $K_U$  – логарифмический коэффициент усиления усилительного каскада;  $U_{ВЫХ}$  – напряжение на выходе усилителя,  
 $U_{ВХ}$  – напряжение на входе усилителя.

### Порядок выполнения

1. Собрать цепь по схеме (рисунок 13)

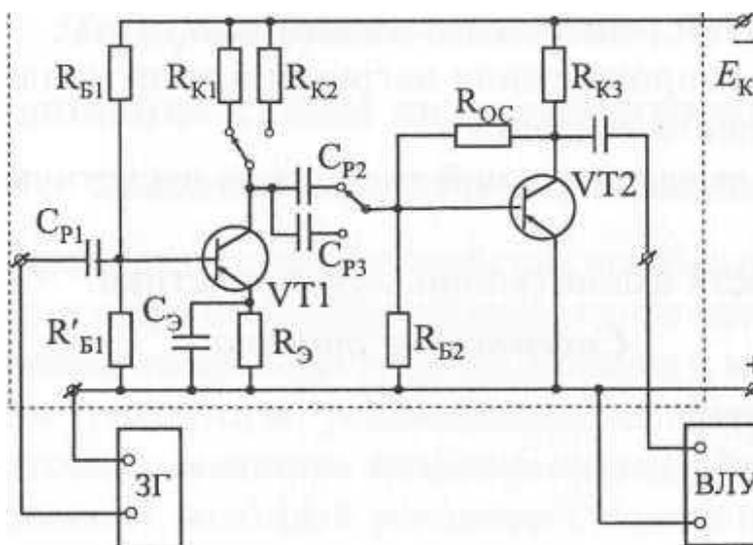


Рисунок 13 Схема двухкаскадного усилителя

2. После проверки включить все приборы в сеть.
3. Установить входное напряжение 3Г-10 согласно инструкции.

4. Меняя частоту в пределах от 20 Гц до 21 кГц, отмечать напряжение на выходе усилителя (точки, соответствующие частотам 20, 30, 50, 80, 100, 200, 400, 600, 1000, 2000, 4000, 8000, 10 000, 21 000 Гц).

5. Частотные характеристики снять при двух различных значениях разделительной емкости  $C_{p1}$  и  $C_{p2}$ , при различных величинах коллекторной нагрузки  $R_{k1}$  и  $R_{k2}$ .

6. Результаты измерений занести в таблицу 7.

7. Рассчитать коэффициент усиления  $k_U$ , дБ. Результаты расчета занести в табл. 7.

8. Построить частотные характеристики  $k_U = f(f)$  в одной системе координат (частоту по оси X откладывать в логарифмическом масштабе).

9. Снять амплитудную характеристику усилителя. Установить сопротивление коллекторной нагрузки  $R_{k1}$ ,  $C_{p2}$ . Установить частоту генератора 1 кГц.

10. Меняя входное напряжение от 0, отмечать выходное напряжение усилителя.

Результаты замеров занести в табл. 8.

8. Построить амплитудную характеристику  $U_{вых} = f(U_{вх})$ .

9. По результатам работы сделать выводы:

- о влиянии сопротивления нагрузки в цепи коллектора на величину коэффициента усиления;

- о влиянии разделительной емкости на частотную характеристику;

- о линейности амплитудной характеристики.

### Содержание отчета

1. Нарисовать схему электрической цепи.

2. Заполненные таблицы 7 и 8.

Таблица 7 – Таблица измерений и расчетов. Частотная характеристика

$f$ , Гц	$R_{k1}$ , $C_{p1}$		$R_{k2}$ , $C_{p1}$		$R_{k2}$ ,	$C_{p2}$
	$U_{вых}$ , мВ	$k_U$ , дБ	$U_{вых}$ , мВ	$k_U$ , дБ	$U_{вых}$ , мВ	$k_U$ , дБ
20						
30						
50						
21000						

Таблица 8 – Таблица измерений. Амплитудная характеристика

$U_{вх}$ , мВ						
$U_{вых}$ , мВ						

3. Объяснить влияние сопротивления нагрузки в цепи коллектора на величину коэффициента усиления
4. Построить частотные характеристики  $k_U = f(f)$
5. Объяснить влияние разделительной емкости на частотную характеристику
6. Построить амплитудную характеристику  $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$ .
7. Охарактеризовать линейность амплитудной характеристики.
8. Вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение усилителю.
2. Как определяется коэффициент усиления.
3. Во сколько раз изменится напряжение сигнала на выходе усилителя, если его коэффициент усиления равен 20 дБ
4. Дайте определение амплитудной характеристики усилителя.
5. Приведите типовую структурную схему усилителя и поясните назначение элементов.
6. Охарактеризуйте требования к предварительному каскаду усилителя.
7. Охарактеризуйте требования к оконечному каскаду усилителя.
8. Дайте сравнительный анализ резистивной, емкостной и трансформаторной межкаскадным связям усилителя.

## Практическое занятие № 15

### Расчет усилителя низкой частоты на транзисторах

**Цель занятия:** ознакомиться с устройством и принципом работы полупроводникового усилителя, определить точку покоя усилителя, рассчитать элементы усилителя.

**Обеспеченность занятия:**

Комплект учебно-методической документации, включающий вольтамперные характеристики транзисторов или справочник транзисторов.

#### Краткие теоретические сведения

Усилитель — это устройство, преобразующее электрические колебания небольшой мощности, поступающие на вход, в электрические колебания большой мощности на выходе.

Схема стабильного усилителя с отрицательной обратной связью по постоянному току и делителем напряжения приведена на рис. 7.12. В этой схеме в цепи эмиттера включен стабилизирующий резистор  $R_Э$ , падение напряжения  $U_Э$  на котором, пропорциональное току эмиттера  $I_Э$ , является обратным для перехода эмиттер — база (. Это означает, что в схеме существует отрицательная обратная связь по току, которая автоматически стабилизирует режим работы усилителя при изменениях параметров транзистора.

Возрастание тока  $I_{К0}$  приведет к увеличению тока эмиттера  $I_Э0$ , а следовательно, и к увеличению падения напряжения  $U_{RЭ}$  на резисторе  $R_Э$ . Увеличение  $U_{RЭ}$ , являющегося обратным по отношению к переходу эмиттер-база, приведет к уменьшению напряжения на эмиттерно-базовом переходе  $U_{БЭ}$  и тока базы  $I_{Б0}$ , что вызовет уменьшение коллекторного тока  $I_{К0}$ . Наоборот, если по какой-либо причине коллекторный ток уменьшается, то уменьшается падение напряжения  $U_{RЭ}$  на резисторе  $R_Э$ , что приведет к увеличению напряжения на эмиттерно-базовом переходе  $U_{БЭ}$ . При этом увеличивается ток базы, а следовательно, и ток коллектора. Чтобы не вводить обратную связь по переменному току и не снижать коэффициент усиления каскада, резистор  $R_Э$  шунтируют конденсатором  $C_Э$  достаточно большой емкости (десятки микрофард).

Резисторы  $R_1$  и  $R_2$  составляют делитель напряжения, и ток делителя  $I_д$  создает на них падения напряжения  $U_1$  и  $U_2$ , представляющие собой источники питания для цепей эмиттера и коллектора. Сопротивление резисторов  $R_1$  и  $R_2$  подбирают так, чтобы ток делителя  $I_д$  был больше тока, нормально потребляемого в цепях транзистора. При таком

токе делителя повышается стабильность режима работы схемы, так как в этом случае изменения тока в цепях эмиттера и коллектора в процессе работы транзистора незначительно влияют на величину питающих напряжений. Вместе с тем, ток делителя нельзя выбирать слишком большим (а резисторы R1 и R2 — небольшими), так как это ведет к увеличению мощности, потребляемой делителем напряжения от источника питания. Кроме того, резистор R<sub>б2</sub> шунтирует входное сопротивление усилителя, что уменьшает входной и выходной токи усилителя. Удовлетворительный результат дает компромиссное решение, при котором обеспечивается соответствующая стабилизация и коэффициент усиления. Резисторы R<sub>б1</sub> и R<sub>б2</sub> — порядка единиц и десятков килоом. Ток делится (2...5)I<sub>б0</sub>, где I<sub>б0</sub> — ток базы в заданной рабочей точке на динамической выходной характеристике.

Упрощенно сопротивление можно рассчитать так: резистор выбрать по известному току эмиттера I<sub>э0</sub> и допустимому (или выбранному) падению напряжения на сопротивлении R<sub>э</sub>, которое составляет примерно 0,2E<sub>к</sub>.

Сопротивление в цепи эмиттера

$$R_{\text{э}} \approx \frac{0,2 \cdot E_{\text{к}}}{I_{\text{э}}}, \text{ Ом}$$

Сопротивление резисторов R<sub>б1</sub> и R<sub>б2</sub> находят по следующим выражениям:

$$R_{\text{б2}} = \frac{U_{\text{эб}} + I_{\text{э}} R_{\text{э}}}{I_{\text{б}}}, \text{ Ом}$$

$$R_{\text{б1}} = \frac{E_{\text{к}} - (U_{\text{эб}} + I_{\text{э}} R_{\text{э}})}{I_{\text{б}} + I_{\text{э}}}, \text{ Ом}$$

где  $I_{\text{э}} = I_{\text{к}} + I_{\text{б}}$  а  $I_{\text{б}} = (2...5)I_{\text{б0}}$

Сопротивление в цепи коллектора

$$R_{\text{к}} = \frac{E_{\text{к}} - U_{\text{кэ}} - I_{\text{э}} R_{\text{э}}}{I_{\text{к}}}, \text{ Ом}$$

## Порядок выполнения

1. Изучить устройство усилителя, определить назначение элементов усилительного каскада.

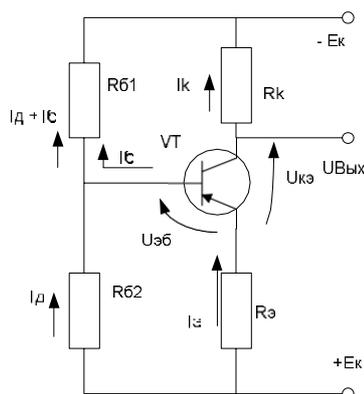


Рисунок 14 Схема усилительного каскада

2. На предложенных вольтамперных характеристиках выбрать рабочую точку транзистора и записать ее параметры.
3. Рассчитать сопротивления цепи.
  - сопротивление в цепи эмиттера (температурный стабилизатор)
  - сопротивление в цепи коллектора
  - сопротивление в цепи базы

## Содержание отчета

1. Изобразить электрическую принципиальную схему усилителя (рисунок 14).
2. На предложенных вольтамперных характеристиках выбрать рабочую точку транзистора и записать ее параметры.
3. Привести рассчитанные сопротивления цепи:
  - сопротивление в цепи эмиттера (температурный стабилизатор) ( $R_э$ );
  - сопротивление в цепи коллектора ( $R_к$ );
  - сопротивление в цепи базы ( $R_{б1}$ ,  $R_{б2}$ ).
4. Вывод.

## Контрольные вопросы

1. Дайте определение усилителю.
2. По каким признакам классифицируют усилители?
3. Перечислите виды усилителей в зависимости от диапазона частот
4. Какие требования предъявляют к входному и выходному сопротивлениям усилителей?
5. Перечислите основные показатели усилителя. 6. Как определяется коэффициент усиления?

### **Лабораторное занятие № 21 Исследование цепей преобразования импульсов**

**Цель занятия:** исследование работы и особенностей интегрирующей и дифференцирующей цепочек, изучить влияние постоянной времени цепи на форму и параметры выходных импульсов для дифференцирующей и интегрирующей цепей.

#### **Приборы и оборудование:**

1. Стенд формирующих схем, триггеров и мультивибраторов
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр, осциллограф

#### **Краткие теоретические сведения**

*Электрическим импульсом* называется кратковременное отклонение напряжения или тока от некоторого исходного уровня, называемого основанием импульса. Уровень основания может иметь разные значения: нулевое, положительное или отрицательное.

Формирование (преобразование) импульсов заключается в преднамеренном изменении одного или нескольких параметров импульсов, поступающих на вход формирователя от какого-либо источника.

Различают линейные и нелинейные формирователи импульсов. В первых используют только линейные элементы электрических цепей: R, L, C. Во вторых — нелинейные элементы: диоды, транзисторы, обладающие односторонней проводимостью. К цепям формирования импульсов относят дифференцирующие и интегрирующие цепи RC.

*Дифференцирующая цепочка RC.* Дифференцирующей называют цепь, у которой постоянная времени ( $\tau = RC$ ) много меньше длительности входных импульсов, а выходное напряжение снимается с активного сопротивления (рис. 15, а).

Постоянная времени дифференцирующей цепочки

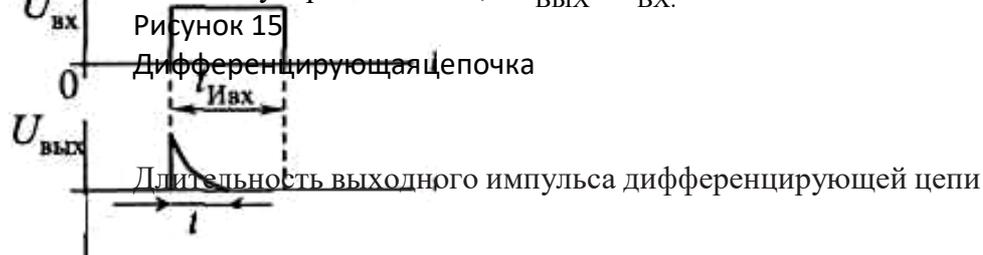
$$\tau = RC$$

При подаче прямоугольного напряжения  $U_{вх}$  на цепь RC с разряженным конденсатором C через нее протекает заряд  $I_3$  и напряжение на конденсаторе увеличивается.

В начальный момент напряжение на выходе равно входному напряжению  $U_{вых} = U_{вх}$ , так как  $U_{вых} = U_c + U_R$ , но конденсатор разряжен, то есть  $U_c = 0$ . По мере заряда конденсатора напряжение на нем растет, а на выходе уменьшается. В момент полного заряда конденсатора напряжение на нем становится равным входному ( $U_{вх} = U_c$ ), а выходное напряжение уменьшается до нуля.

Дифференцирующая цепочка служит для получения напряжения на входе и выходе разнополярных импульсов и

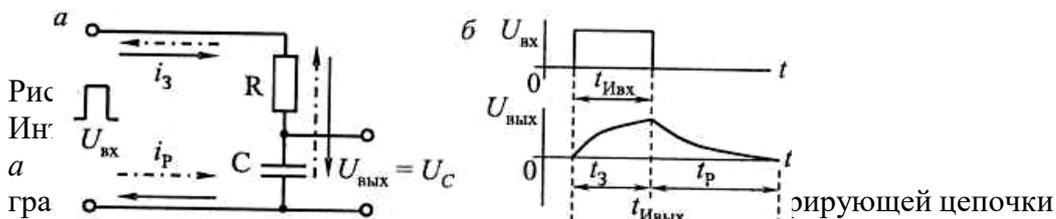
является укорачивающей, то есть  $t_{вых} < t_{вх}$ .



$$t_{и.вых} = 2,3RC$$

Дифференцирующие цепи находят широкое применение в импульсных схемах для формирования коротких сигналов, которыми осуществляется управление электронными переключающими устройствами.

*Интегрирующая цепочка RC.* Интегрирующей называют цепь, у которой постоянная времени ( $\tau = RC$ ) много больше длительности входных импульсов, а выходное напряжение снимается с конденсатора (рис. 16, а).



В исходном состоянии (отсутствует входной импульс) конденсатор разряжен, поэтому  $U_{\text{вых}} = 0$ . При воздействии прямоугольного импульса на вход интегрирующей цепочки происходит заряд конденсатора  $C$ . Время заряда конденсатора соответствует длительности входного импульса (см. рис. 33, б). По окончании входного импульса конденсатор разряжается. Длительность выходного импульса данной цепочки больше длительности входного импульса ( $t_{\text{вых}} > t_{\text{вх}}$ ).

Длительность выходного импульса интегрирующей цепи

$$t_{\text{и.вых}} = 3RC + t_{\text{вх}}$$

Интегрирующие цепи применяют главным образом для подавления коротких импульсных помех значительной амплитуды. Кроме того, могут быть использованы для селекции (отбора) сигналов по длительности.

### Порядок выполнения

1. Ознакомиться с оборудованием рабочего места. 2. Подключить напряжение источника питания (рис. 15).
3. Подключить вход осциллографа ко входу и зарисовать осциллограмму входного напряжения.
4. С помощью осциллографа определить амплитуду и длительность входного импульса. Результаты замеров занести в табл. 9, 10.
5. Исследовать дифференцирующую цепочку:
  - 5.1. Рассчитать постоянную времени для заданных значений  $R$  и  $C$ .
  - 5.2. На макете установить значения  $R$  и  $C$ .
  - 5.3. Переключить вход осциллографа к выходу и зарисовать осциллограмму выходного напряжения дифференцирующей цепочки (к резистору  $R$ ).
  - 5.4. С помощью осциллографа определить амплитуду и длительность выходного импульса. Результаты замеров занести в табл. 9.
  - 5.6. Вычислить длительность выходного импульса по формуле 16.

Результат вычисления занести в табл. 9. 6. Исследовать интегрирующую цепочку:

6.1. Рассчитать постоянную времени для заданных значений  $R$  и  $C$  и занести это значение в табл. 10.

6.2. На макете установить заданные значения  $R$  и  $C$ .

6.3. Переключить вход осциллографа к выходу интегрирующей цепочки (к конденсатору  $C$ ) и зарисовать осциллограмму выходного напряжения дифференцирующей цепочки.

6.4. С помощью осциллографа определить амплитуду и длительность выходного импульса. Результаты замеров занести в табл. 9.

6.6. Вычислить длительность выходного импульса по формуле 17. По результатам работы сделать следующие выводы:

### Содержание отчета

1. Зарисовать схему дифференцирующей цепочки (рис. 15).
2. Зарисовать осциллограммы входного и выходного напряжения цепи.
3. Объяснить как влияет постоянная времени цепи на форму и параметры выходных импульсов для дифференцирующей цепи
4. Зарисовать схему интегрирующей цепочки (рис. 16).
5. Зарисовать осциллограммы входного и выходного напряжения цепи.
6. Объяснить как влияет постоянная времени цепи на форму и параметры выходных импульсов для интегрирующей цепи
7. Заполненная таблица 9.

	$U_{м.в}$ х, В	$t_{и.вх}$ мкс	$R$ , кОм	$C$ , мкФ	$U_{м.в}$ ых, В	$t_{и.вы}$ х мкс	$U_{м.в}$ ых, В
Дифференцирующая цепочка							
Интегрирующая цепочка							

### 8. Вывод

## Контрольные вопросы

1. Какие токи называются импульсными?
2. Укажите основные параметры импульсов и их значение.
3. Что называется постоянной времени цепи?
4. Объясните принцип действия дифференцирующих цепей.
5. Объясните принцип действия интегрирующих цепей
6. Объясните, как изменить длительность импульса дифференцирующей цепи.
7. Объясните, как изменить длительность импульса интегрирующей цепи

## Лабораторное занятие № 22

### Исследование работы мультивибратора

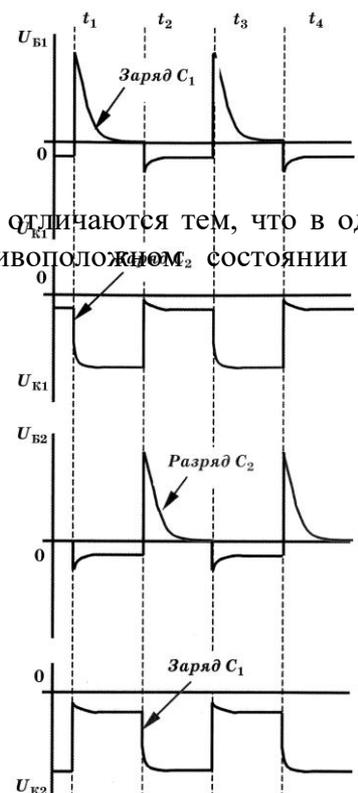
**Цель:** исследовать работу мультивибратора с помощью осциллографа. **Оборудование рабочего места:**

#### Приборы и оборудование:

1. Стенд формирующих схем, триггеров и мультивибраторов
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр, осциллограф

#### Краткие теоретические сведения

Мультивибратор — это устройство с двумя неустойчивыми состояниями равновесия (мультивибратор самовозбуждением) или устройство с одним устойчивым состоянием (мультивибратор или одновибратор). Эти состояния схемы отличаются тем, что в одном из них первый транзистор открыт, а второй закрыт. В противоположном состоянии второй транзистор открыт, а первый закрыт.



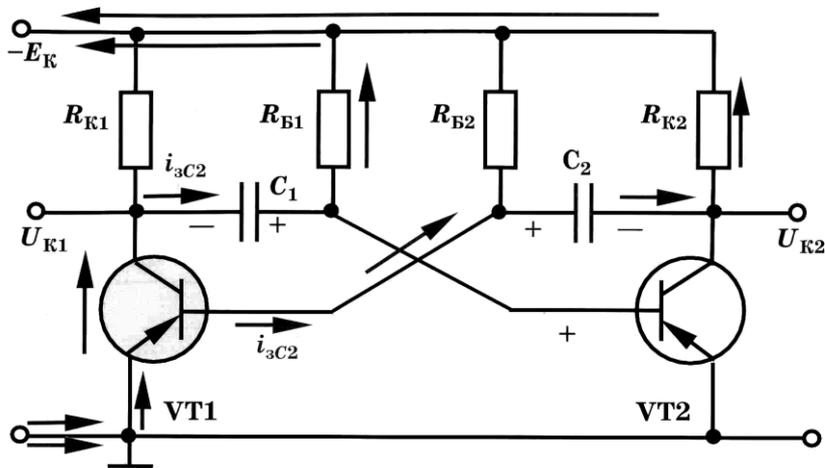


Рисунок 17 Схема симметричного мультивибратора и его временные диаграммы

Мультивибратор с самовозбуждением переходит скачком из одного состояния в другое самопроизвольно. Частота его переключения зависит от параметров схемы — сопротивления и емкости цепи базы ( $R_B$  и  $C_B$ ).

Ждущий мультивибратор из неустойчивого состояния в устойчивое переходит самопроизвольно (это время определяется длительностью разряда соответствующего конденсатора  $C$ ), а из устойчивого в неустойчивое — под действием входного импульса. Применительно к электронной схеме под устойчивым состоянием равновесия понимают такой режим ее работы, при котором токи и напряжения в любом элементе схемы, неизменны во времени (постоянны). Устройство, имеющее устойчивое состояние равновесия, может находиться в нем произвольно длительное время.

Мультивибратор с самовозбуждением может быть симметричным.

При подключении источника питания схема быстро принимает одно из устойчивых состояний (один из транзисторов открыт, а другой закрыт). Происходит заряд одного из конденсаторов  $C$  и одновременный разряд другого конденсатора. Схема находится в неустойчивом состоянии. Как только конденсатор разрядится, схема переключится в противоположное состояние, то есть открытый транзистор закрывается, а закрытый — открывается (схема принимает второе неустойчивое состояние). Разряженный конденсатор будет заряжаться, заряженный — разряжаться. Когда этот процесс закончится, схема снова примет первое неустойчивое состояние. На рис. 36 приведены диаграммы напряжения на базе и коллекторе каждого из транзисторов.

Частота следования импульсов  $f$  по формуле

$$f = 1/T$$

Период  $T$  можно определить по формуле

$$T = 0,7 R_{B1}C_{B1} + 0,7 R_{B2}C_{B2}.$$

### Порядок выполнения

1. Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
2. Подключить осциллограф к макету. После проверки преподавателем подключить питание (см. схему на рис. 17).
3. Исследовать форму импульсов.  
Установить на макете сопротивления  $R_{K1} = R_{K2}$ ,  $R_{B1} = R_{B2}$  и емкости  $C_{B1} = C_{B2}$ 
  - 3.1. Снять осциллограммы коллекторного напряжения (подключив вход осциллографа поочередно к коллекторам транзисторов  $VT1$  и  $VT2$ ). Убедиться в том, что выходные напряжения, снимаемые с коллекторных нагрузок триодов  $VT1$  и  $VT2$ , имеют вид импульсов, по форме приближающихся к прямоугольникам. Крутой фронт импульсов свидетельствует о большой скорости процессов, происходящих в схеме мультивибратора, а одинаковая их длительность — о симметричной работе схемы.
  - 3.2. Снять осциллограммы базового напряжения (подключив вход осциллографа поочередно к базам транзисторов  $VT1$  и  $VT2$ ).
  - 3.3.4. Выяснить зависимость длительности и частоты повторения входных импульсов от параметров схемы.
  - 3.4. Для этого изменять величину сопротивления  $R_B$ , и величину емкости  $C$  и наблюдать на экране осциллографа за изменением длительности импульса и периодом повторения импульсов. Для параметров схемы  $R$  и  $C$ , приведенных в таблице, измерить период повторения импульсов. Подсчитать частоту следования импульсов  $f$ . Результаты занести в табл. 10.
  - 3.5.5. Вычислить частоту следования импульсов  $f$  по формуле  $f = 1/T$  для всех случаев, указанных в таблице.
  - 3.6. Результаты расчетов занести в табл. 10.. Сравнить значения частоты, полученные при измерении периода и при вычислении по формуле

### Содержание отчета

1. Зарисовать схему мультивибратора (рис. 17).

2. Зарисовать осциллограммы входного и выходного напряжения цепи.
3. Объяснить, как влияет величина сопротивления  $R_K$  на искажение переднего фронта выходного импульса схемы
- 4. Объяснить, как влияет величина сопротивления  $R_B$  на частоту следования импульсов  $f$ ;
5. Зарисовать осциллограммы входного и выходного напряжения цепи.
6. Объяснить как влияет постоянная времени цепи на форму и параметры выходных импульсов для интегрирующей цепи
7. Заполненная таблица 10.

Таблица 10 Результаты измерений и расчетов

Параметры схемы	$f$ , Гц	
		подсчитано
$R_{B1}, C_{B1}$		
$R_{B1}, C_{B2}$		
$R_{B2}, C_{B1}$		
$R_{B2}, C_{B2}$		

#### 8. Вывод

#### Контрольные вопросы

1. Что называется мультивибратором?
2. Какие элементы схемы определяют длительность импульсов?
3. От каких элементов схемы зависит длительность фронта?
4. Каким процессом и какими элементами схемы определяется переход схемы в новое состояние?

## Лабораторное занятие № 23

### Исследование работы триггера

**Цель:** исследовать работу триггера с помощью осциллографа.

#### Приборы и оборудование:

1. Стенд формирующих схем, триггеров и мультивибраторов
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр, осциллограф

#### Краткие теоретические сведения

**Триггер** (от англ. trigger — курок) — бесконтактное электронное устройство с двумя устойчивыми состояниями равновесия, способное под воздействием внешнего управляющего сигнала переходить скачком из одного состояния в другое. Применительно к электронной схеме под устойчивым состоянием равновесия понимают такой режим ее работы, при котором токи и напряжения в любом элементе схемы неизменны во времени (постоянны). Устройство, имеющее устойчивое состояние равновесия, может находиться в нем произвольно длительное время.

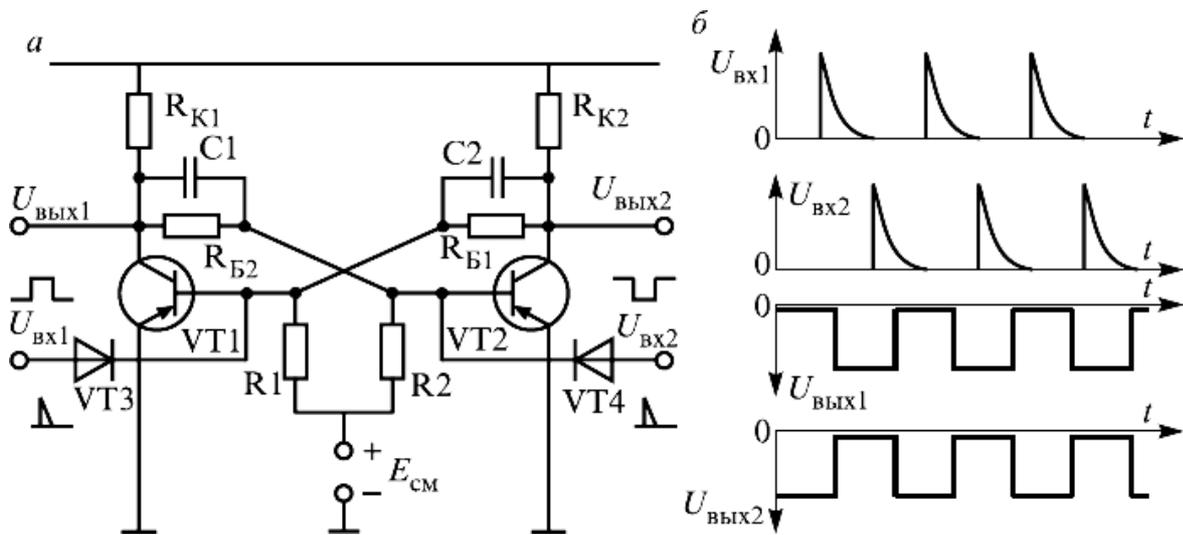
Триггер представляет собой два связанных усилителя, причем выход одного усилителя связан с входом другого. В настоящее время разработано большое число различных триггерных схем, основное отличие которых заключается в типе используемого усилителя и способе введения в этот усилитель цепи положительной обратной связи (ПОС). По этим признакам можно выделить два основных класса триггеров: с коллекторно-базовыми связями и с эмиттерной связью.

Триггер представляет собой две каскадно-соединенные ключевые схемы: VT1, R<sub>к1</sub> и VT2, R<sub>к2</sub> <->, охваченные цепью ПОС (см. рис. 37). Для ускорения процессов, происходящих в устройстве, связи между выходом одного из усилителей с управляющим входом другого выполнены с использованием форсирующих RC-цепочек, которые увеличивают быстродействие схемы.

При подключении источника питания схема быстро принимает одно из устойчивых состояний (один из транзисторов открыт, а другой закрыт). Она находится в этом состоянии до поступления входного импульса, под действием которого происходит переключение схемы, то есть открытый транзистор закрывается, а закрытый — открывается. Схема

примет второе устойчивое состояние и будет находиться в нем до поступления следующего входного импульса.

По способу запуска схемы различают триггеры с отдельным запуском, с общим запуском и со счетным входом. Наиболее часто используется счетный вход, который создается включением диодов VD1 и VD2.



**Порядок выполнения**

2. Включить питание макета (см.
3. Замерить напряжение на коллекторах транзисторов триггера при отключенном

Рис.38. Графики изменения генераторе стартовых импульсов, для это-напряжения на входе го отключить тумблер S. Определить пе- репад напряжения на коллекторах закры- ров в схеме триггера того и открытого транзисторов.

Убедиться, что при отсутствии стартовых импульсов схема находится в устойчивом состоянии (один из транзисторов открыт, другой закрыт).

4. Подключить вход осциллографа на выход генератора импульсов (гнездо XC1). Зарисовать стартовые импульсы. Измерить амплитуду стартовых импульсов.

Подключить генератор стартовых импульсов к счетному входу триг-

## **Содержание отчета**

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение триггера как электронного устройства.
2. В чем отличие триггера и ждущего мультивибратора?
3. По каким признакам классифицируют триггеры?
4. Как влияет способ запуска на частоту генерации?
5. Для чего в схему триггера включают источник смещения?
6. Назовите способы запуска триггеров.
7. Назовите особенности несимметричного триггера.

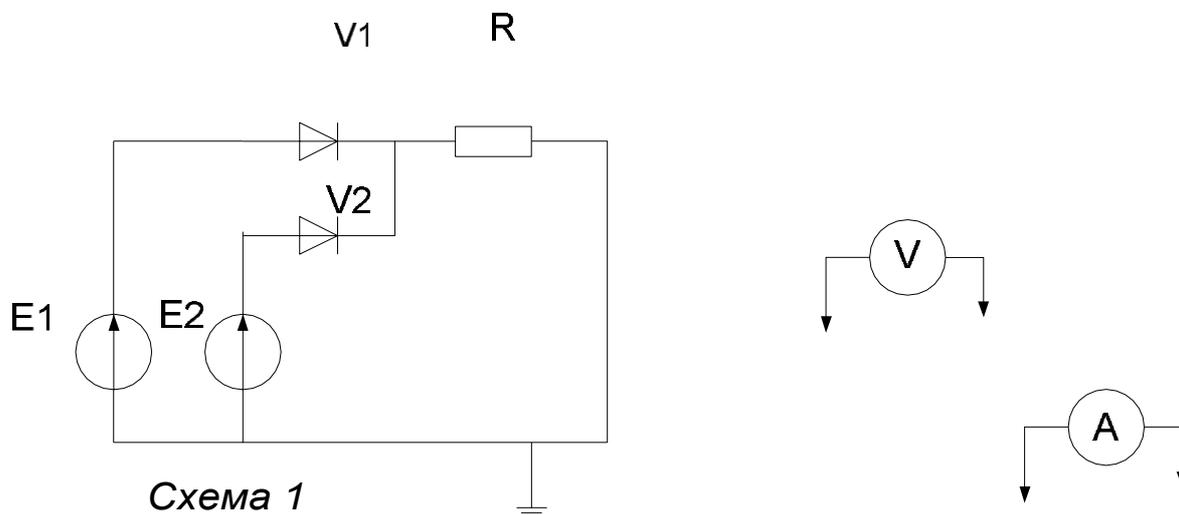
**Лабораторное занятие № 24**  
**Исследование логических элементов**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** исследовать свойства и принцип работы диодно-резисторных схем реализации логических операций.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** лабораторный стенд НТЦ-05, инструкционные карты, мультиметры.

**ХОД РАБОТЫ.**

1. Собрать цепь по схеме 1 логического элемента ИЛИ ( $R = 1 \text{ кОм}$ ).



2. Задать напряжение источников E1 и E2 согласно таблице 1. С помощью измерительных приборов замерить напряжение и силу тока на резисторе R и на диодах V1 и V2. Результаты измерений занести в таблицу 1.

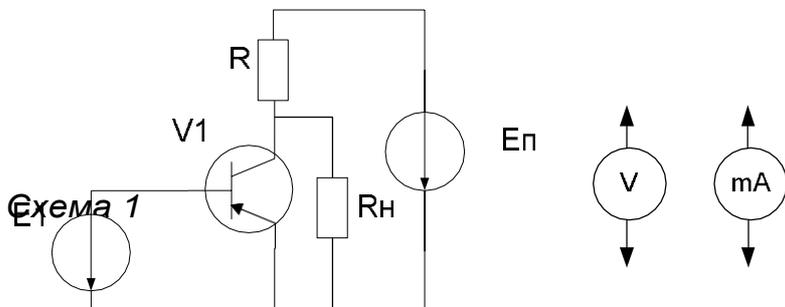
3. Аналогично провести опыты 2 и 3, изменив напряжение источников E1 и E2.

4. Собрать цепь по схеме 2 логического элемента И ( $R = 1 \text{ кОм}$ ,  $R_c = 1 \text{ кОм}$ ).



2	5	0,									
3	5	5									

1. Собрать цепь по схеме 1 логического элемента НЕ ( $R=R_H=1 \text{ кОм}$ ,  $E_P=10 \text{ В}$ ).

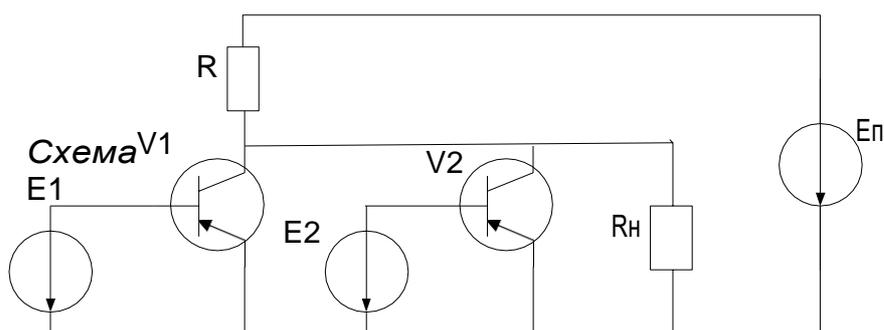


2. Задать напряжение источника  $E_1$  согласно таблице 1. С помощью измерительных приборов замерить напряжение и силу тока на резисторе  $R$  и на транзисторе  $V_1$ . Результаты измерений занести в таблицу 1.

3. Аналогично провести опыт 2, изменив напряжение источника  $E_1$ .

4. Собрать цепь по схеме 2 логического элемента ИЛИ-НЕ.

Задать напряжение источников  $E_1$  и  $E_2$  согласно таблице 1. С помощью измерительных приборов замерить напряжение и силу тока на резисторах  $R$  и  $R_H$ , на транзисторах  $V_1$  и  $V_2$ . Результаты измерений занести в таблицу 1.



7. Аналогично провести опыты 2 и 3, изменив напряжение источников  $E_1$  и  $E_2$ .

8. Собрать цепь по схеме 3 логического элемента И-НЕ.



## Лабораторное занятие № 25

### Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением

**Цель работы** - осуществление пуска и изучение способов изменения направления вращения двигателя, технических данных, методов регулирования частоты вращения, основных свойств, а также характеристик двигателя.

#### Приборы и оборудование:

1. – макеты обмоток якорей и статоров машин постоянного и переменного тока;  
– демонстрационный стенд по изучению действия реакции якоря;  
– демонстрационный стенд по изучению коммутации в машинах постоянного тока;  
– демонстрационный стенд по изучению процесса реверсирования электродвигателей постоянного и переменного тока;  
– электрическая машина постоянного тока с набором деталей;  
– асинхронный двигатель с набором деталей;  
– синхронная машина с набором деталей;  
– специальные машины постоянного и переменного тока;
2. Комплект измерительных приборов и инструментов: амперметр, вольтметр, осциллограф

#### Краткие теоретические сведения

Свойства двигателей постоянного тока существенно зависят от того, как изменяется их магнитный поток с изменением нагрузки на валу. Эта зависимость определяется схемой включения их обмоток возбуждения. Различают двигатели параллельного (шунтовые), последовательного (серийные), смешанного (компаундные) возбуждений.

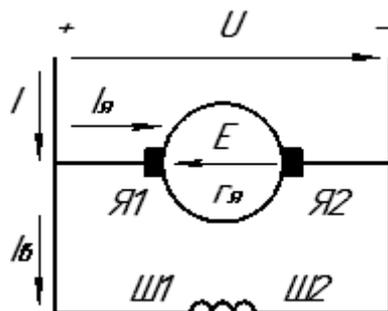
В данной работе изучается двигатель параллельного возбуждения, который часто включают по схеме, представленной на рис.2. Как видно из рис.2, его обмотку возбуждения Ш1 - Ш2 включают в сеть постоянного напряжения параллельно обмотке якоря Я1 - Я2. Важной особенностью двигателя параллельного возбуждения является то, что его ток возбуждения не зависит от механической нагрузки двигателя:

$$I_B = \frac{U}{r_B}$$

Если не учитывать некоторого изменения магнитного потока  $\Phi$  вследствие реакции якоря, то при  $I_B = \text{const}$  можно считать  $\Phi = \text{const}$ .

На практике, например в электроприводах прокатных станов, используют и другую схему включения двигателя параллельного возбуждения: обмотку возбуждения и обмотку якоря двигателя питают от разных источников постоянного напряжения. Это делают для того, чтобы иметь возможность независимо регулировать напряжение на зажимах якоря. При такой схеме включения двигателя ток возбуждения  $I_{\text{я}}$  также не зависит от момента на валу двигателя.

Особенность включения двигателя на лабораторном стенде (см. [рис.1](#)) - источник напряжения цепи возбуждения является регулируемым.



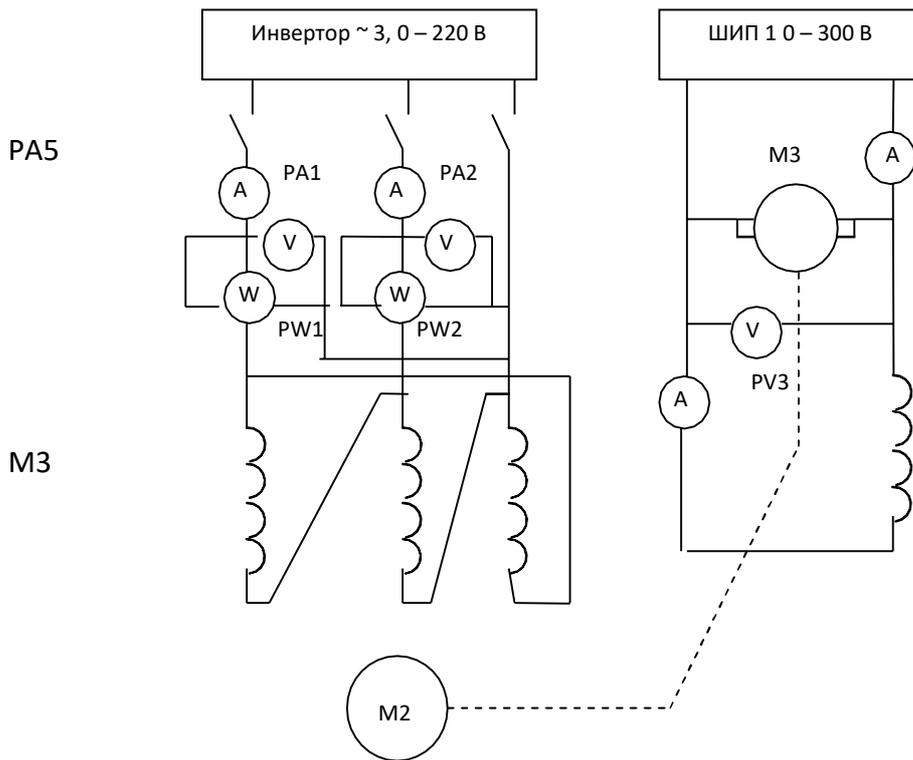
### Порядок выполнения работы

1. Записать паспортные данные электрических машин.

Таблица 1 - Паспортные данные электрических машин

Тип машины	U	P	I	nНО	ω	nM	ω	η	cosφ	с
	В	кВт	А	Мин об/м	рад/с	ин об/м	рад/с	%		ц
Двигатель постоянного тока										
3-х фазный асинхронный двигатель										

1. Собрать цепь по схеме



2. Собрать электрическую цепь,
3. Пустить в ход двигатель, для чего:
  - установить пусковой реостат  $R_{\text{п}}$  в положение «стоп»;
  - регулировочный реостат  $R_{\text{в}}$  в цепи возбуждения полностью вывести ( $R_{\text{в}} \text{ min}$ );
  - включить автомат в цепи переменного тока и пакетный выключатель в цепи постоянного тока на лабораторном щите,
  - постепенно выводя пусковой реостат, пустить в ход двигатель.
4. Снять характеристику холостого двигателя. отключенном выключателе переменного напряжения

Изменяя ток возбуждения от наибольшего значения до значения, при котором частота вращения будет составлять 130% от номинальной, измерять частоту вращения электрическим тахометром (5-6 отсчетов). Полученные данные занести в табл. 10.

Таблица 10

№ п/п	$I_{\text{в}}$ , А	$n$ , мин <sup>-1</sup>	Примечан ия

Снять рабочие характеристики двигателя. Опыт проводится при постоянном номинальном напряжении и постоянном токе возбуждения двигателя.

Убедиться, что движок лабораторного автотрансформатора установлен на нулевом положении, включить выключатель Q1 переменного тока на универсальном стенде.

Увеличивая с помощью автотрансформатора ток в статоре асинхронной машины  $I_T$  от 0 до  $I_N$ , снять показания приборов (6-7 отсчетов). Полученные результаты внести в табл. 11.

Таблица 11

п/п	Измеренные				Вычисленные величины							
	Д	В	Т	я	В <sub>эм</sub>	Т	В <sub>0</sub>	Т	Т	Т	Т	
	А	А	А	А	В	Н·м	В	Н·м	Н·м	Н·м	Н·м	

Формулы для расчета Ток якоря двигателя  $I_{я} = I_{д} - I_{в}$ ,

где  $I_{д}$  - ток двигателя,

$I_{в}$  - ток возбуждения двигателя.

Противо-ЭДС якоря двигателя  $E = U - R_{я} I_{я}$ , где  $U$  - напряжение на двигателе,

$R_{я}$  - сопротивление цепи якоря двигателя (указано на рабочем месте). Электромагнитный момент двигателя

$$M_{эм} = \frac{60EI_{я}}{2\pi n}$$

момент на валу  $M = M_{эм} - M_0$ ,

где  $M_0$  - момент холостого хода (определяется при  $I_T = 0$  Коэффициент полезного действия двигателя

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

где  $P_1 = UI_{д}$  - электрическая мощность, потребляемая двигателем из сети;

$P_2$  - мощность на валу (полезная мощность):

$$P_2 = P_1 - \sum \Delta P,$$

где  $\sum \Delta P = \Delta P_0 + \Delta P_{\text{я}} = \Delta P_{\text{в}} + \Delta P_{\text{м}} + \Delta P_{\text{мех}} + \Delta P_{\text{я}}$  - суммарная

мощность потерь;  $\Delta P_0 = \Delta P_{\text{в}} + \Delta P_{\text{м}} + \Delta P_{\text{мех}}$  сумма потерь на возбуждение, магнитных и механических потерь, которые для двигателя параллельного возбуждения принимается постоянной и определяется из опыта холостого хода

$$\Delta P_0 = UI_{\text{до}};$$

$\Delta P_{\text{я}} = R_{\text{я}} I_{\text{я}}$  - мощность электрических потерь в якоре (переменные потери).

6. Снять регулировочную характеристику. Изменяя ток в статоре асинхронного двигателя  $I_T$  от 0 до 5 А и поддерживая неизменной частоту вращения  $n = n_{\text{ном}}$  при  $U_{\text{н}}$ , снять показания приборов (5-7 отсчетов). Полученные результаты внести в табл. 12.

Таблица 12

п/п	Измеренные величины			Вычисленные величины	Примечание
	$I_{\text{д}}$ А	$I_{\text{в}}$ , А	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$I_{\text{я}}$ , А	

7. Вывести реостат  $R_{\text{в}}$  в положение  $R_{\text{в min}}$ , движок автотрансформатора установить в нулевое положение. Установить пусковой реостат  $R_{\text{п}}$  в положение «стоп». Отключить пакетные выключатели на универсальном стенде и лабораторном щитке.

8. По данным таблиц 8-10 построить характеристику холостого хода  $n(I_{\text{в}})$ , рабочие характеристики  $n(P_2)$ ,  $I_{\text{д}}(P_2)$ ,  $M(P_2)$ ,  $\eta(P_2)$ , механическую  $n(M)$  и регулировочную  $I_{\text{в}}(I_{\text{я}})$ .

9. На основании характеристик оценить свойства двигателя.

### Контрольные вопросы

1. Объяснить устройство и принцип действия двигателя параллельного возбуждения.
2. Как классифицируются двигатели постоянного тока по способу возбуждения?
3. Как возникает электромагнитный момент двигателя?
4. Что такое реакция якоря и коммутация в машине?
5. Объясните процесс пуска двигателя в ход.
6. Какими способами можно регулировать частоту вращения?

7. Объясните процесс саморегулирования двигателя.
8. Как производится реверсирование двигателя?
9. Сделать оценку двигателя, укажите преимущества и недостатки двигателя параллельного возбуждения.

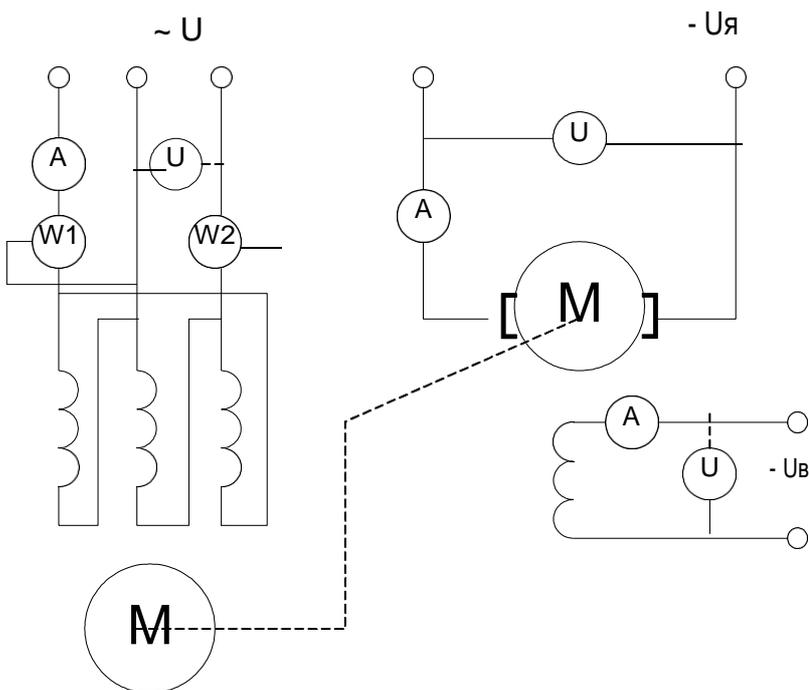
### Лабораторное занятие № 26

#### Испытание трехфазного асинхронного двигателя

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Экспериментально определить параметры трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, построить рабочие характеристики двигателя.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** НТЦ-04, инструкционные карты. **ХОД РАБОТЫ.**

1. Собрать цепь по схеме.



2. Включить обмотки статора по схеме “треугольник”.




3. По опытным данным построить в одной системе координат рабочие характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:  $I_1$ ,  $P_1$ ,  $n$ ,  $s$ ,  $\cos\phi$ ,  $M$ ,  $\eta=f(P_2)$ .

Величины  $s$ ,  $M$ ,  $P_2$  и  $\eta$  определяют по формулам:

Частота вращения ротора  $n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}$ , об/мин;

Скольжение  $s = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100, \%$ ;

Коэффициент мощности  $\cos\phi = \frac{P_1}{3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi}}$

Электромагнитный момент двигателя постоянного тока независимого возбуждения:

$M_{\text{ЭМ}} = I_{\text{ДПТ}} \cdot C_M \cdot \Phi$ , Н·м; (4.31)

где коэффициент ДПТ  $C_M \cdot \Phi = \frac{9,55 \cdot U_N \cdot \text{ДПТ}}{M \cdot n}$ ;

$n \cdot \text{ДПТ}$

Полезный момент на валу двигателя постоянного тока независимого возбуждения:

$M_2 = M_{\text{ЭМ}} - \Delta M$ , Н·м;

где  $\Delta M$  - момент сопротивления, возникающий в двигателе постоянного тока от магнитных, механических и добавочных потерь.

$\Delta M = \frac{\Delta P}{\omega}$ , Н·м;

где  $\Delta P = P_M + P_{\text{МХ}} + P_{\text{Д}}$ , Вт;

Для определения этих потерь иногда пользуются экспериментальным методом.

от подводимой мощности:

$$\Delta P = 0,01 \cdot P_1, \text{ Вт.}$$

Мощность двигателя постоянного тока (электрическая мощность или подводимая мощность):

$$P_1 = U \cdot I_a, \text{ Вт.}$$

Полезная мощность асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:

$$P_2 = \frac{M_2 \cdot n}{9.55}, \text{ Вт.}$$

КПД асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100, \text{ [%].}$$

*ВЫВОД.*

## 7. Контрольные вопросы

1. На чем основан принцип действия работы асинхронного двигателя?
2. Какова конструкция асинхронного двигателя?
3. Как определяются синхронная скорость, скольжение и момент двигателя?
4. От каких величин зависит электромагнитный момент двигателя?
5. Какие потери возникают при работе двигателя?
6. Как определяется К.П.Д.?
7. От чего зависит коэффициент мощности асинхронного двигателя и как его определить?
8. Какой вид имеют рабочие характеристики асинхронного двигателя?
9. Чем объяснить бросок пускового

### **Лабораторное занятие № 27**

Исследование однофазного трансформатора

**Цель работы:** исследование работы трансформатора в рабочем режиме, определить коэффициент полезного действия трансформатора с различной нагрузкой.

**Оборудование:** инструкционные карты, лабораторный стенд

### **Краткие теоретические сведения**

Трансформатор – это статическое электромагнитное устройство, предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения, но той же частоты.

Основными конструктивными элементами трансформатора являются магнитопровод и обмотки. Магнитопровод служит для усиления основного магнитного потока и обеспечения магнитной связи между обмотками.

В работе рассматривается двухобмоточный силовой трансформатор. Первичная обмотка подключается к источнику переменного тока с напряжением  $U_1$ , а вторичная – к потребителю. Ток  $I_1$ , возникающий в первичной обмотке, создает переменный магнитный поток  $\Phi$ , который, сцепляясь с витками обмоток, индуцирует в них ЭДС с действующими значениями:

$$E_1 = 4.44W_1 f\Phi_m \quad \text{и} \quad E_2 = 4.44W_2 f\Phi_m,$$

где  $\Phi_m$  - амплитуда магнитного потока;  $f$  - частота переменного тока;  $W_1$ ,  $W_2$  - число витков обмоток.

### **Порядок выполнения работы**

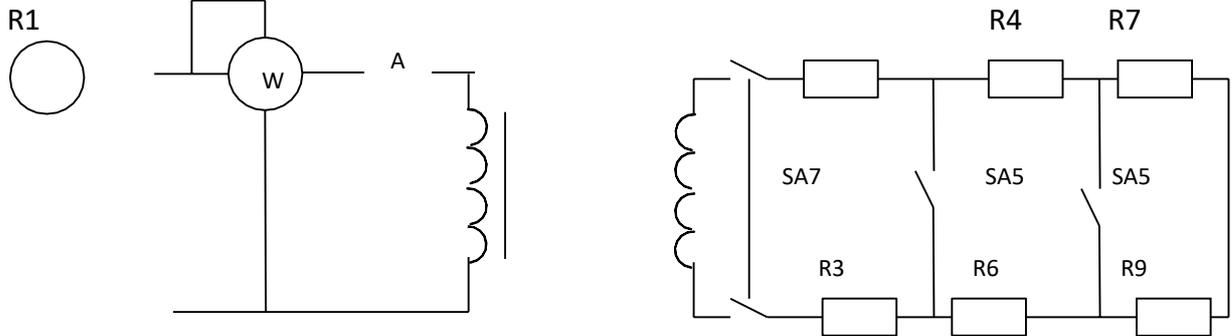
1.

Паспортные данные трансформатора.

$S_H$	U		$I_H$		$R_1$	$R_4$	$R_7$	$R_3$	$R_6$
H1	H2	1	2	$I_H$					
B	B	B	м	м	к	к	к	к	к
A			A	A	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
10	22	11	0,	0,	10	10	10	10	10
0	0	0	45	91					

2.

Собрать цепь по схеме 1 и подключить ее к источнику переменного тока.



3.

Включить автоматический выключатель «Сеть». Установить резисторы «Задание частоты» и «Задание напряжения» на панели «Режим работы инвертора» в крайнее левое положение. Включить инвертор. Резистором

«Задание частоты» установить частоту 50Гц. Резистором «Задание напряжения» установить номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора 220В. Снять показания рА2, рV2, рW2 (первичная цепь), рV1, рА1 (вторичная цепь). Данные занести в таблицу.

4.

Включить SA1. Переключатель SA5 включить в крайнее левое положение. Снять показания приборов рА2, рV2, рW2 (первичная цепь), рV3, рА3 (вторичная цепь). Сопротивление нагрузки в этом случае  $R_H = R_1 + R_4 + R_7 + R_9 + R_6 + R_3$  (номиналы взять из паспортных данных стенда либо измерить при отключенном стенде).

5.

SA5 перевести в среднее положение. Снять показания приборов рА2, рV2, рW2 (первичная цепь), рV3, рА3 (вторичная цепь). Сопротивление нагрузки в этом случае  $R_H = R_1 + R_4 + R_6 + R_3$ .

6.

SA5 перевести в крайнее правое положение. Снять показания приборов рА2, рV2, рW2 (первичная цепь), рV3, рА3 (вторичная цепь). Сопротивление нагрузки в этом случае  $R_H = R_1 + R_3$ . Вывести SA5 в крайнее левое положение. Выключить SA1. Выключить инвертор. Установить резисторы «Задание

частоты» и «Задание напряжения» на панели «Режим работы инвертора» в крайнее левое положение. Выключить автоматический выключатель.

Положение переключателя SA5	$I_1$ , мА	$U_1$ , В	$P_1$ , Вт	$I_2$ , мА	$U_2$ , В	$P_2$ , Вт	
SA7 разомкнут (холостой ход)							
SA5 – крайнее левое положение							
SA5 – среднее положение							
SA5 – крайнее правое положение							

Расчетные формулы: мощность потребителя  $P_2 = U_2 \cdot I_2$  ;

Коэффициент нагрузки  $\beta = \frac{I_2}{I}$  ; коэффициент полезного действия  $\eta = \frac{P_2}{P_1}$  —

7. Вывод: График зависимости КПД  $\eta$  трансформатора от коэффициента нагрузки  $\beta$ .

### Лабораторное занятие № 28

Проверка технического амперметра и вольтметра

**Цель работы:** Приобретение навыков исследования технических возможностей приборов

**Оборудование:** мультиметр, амперметр, вольтметр, инструкционные карты, лабораторный стенд

### **Краткие теоретические сведения**

Поверка измерительных приборов – определенный набор операций, которые выполняют орган Государственной метрологической службы (находится в ведении Росстандарта) или юридические лица, аккредитованные метрологическими службами. Выполняет поверку физическое лицо, имеющее Аттестат поверителя, полученный в порядке, определенном Росстандартом. Цель поверки – подтверждение соответствия средств измерения (СИ) установленным техническим требованиям.

Поверка СИ (измерительных приборов) является методом государственного регулирования, целью которого является создание системы единства измерений в России. Поверка является формой подтверждения соответствия определенным требованиям к измерительным приборам в области метрологии. Суть поверки СИ – привязка рабочих измерительных устройств к государственному эталону для требуемой физической величины.

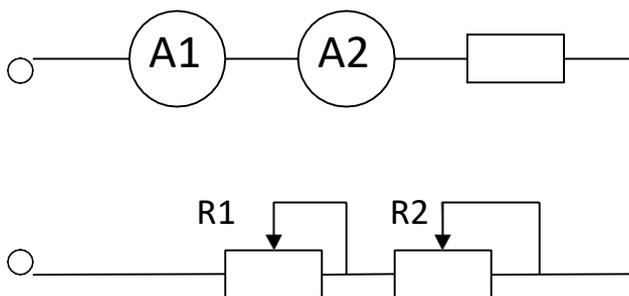
Поверка выполняется на основе нормативных документов, которые утверждаются после получения документа типа средства измерений по результатам испытаний. Результат поверки измерительных приборов – подтверждение пригодности СИ к использованию или признание непригодными для проведения измерений. Оформляется форма

«Свидетельство о поверке» или на СИ, на техническую документацию наносится отпечаток поверительного клейма.

### **Порядок выполнения работы**

1. Поверка амперметра А) Собрать цепь по схеме;

R3

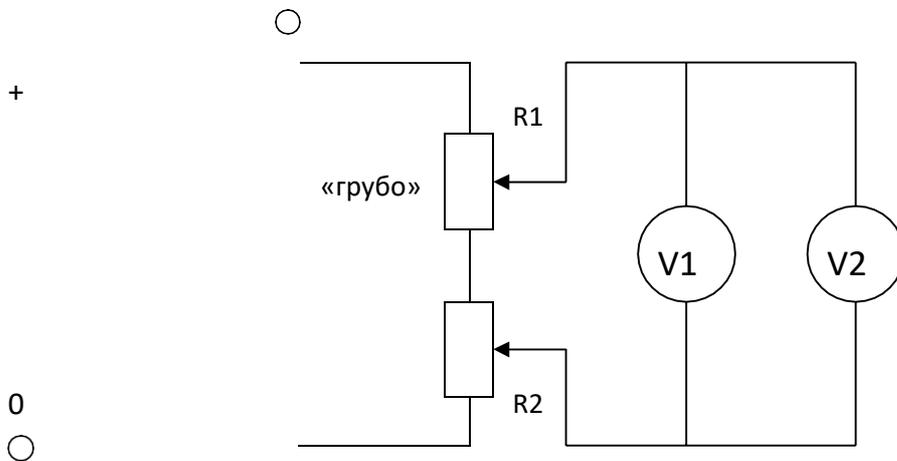


«грубо» «точно»

Б) Плавно изменяя сопротивление переменных резисторов «грубо», «точно», добиваемся отклонения стрелки прибора на все оцифрованные деления шкалы образцового прибора A1 и записываем в таблицу показания поверяемого прибора A2. I – показания A2, I<sub>0</sub> - показания A1.

2. Поверка вольтметра.

А) Собрать цепь по схеме;



Б) Провести измерения как в п. 1. Б. U – показания V2, U<sub>0</sub> - показания V1

3. Вычислить абсолютную погрешность  $\Delta I = | I - I_0 |$ ;  $\Delta U = | U - U_0 |$
4. Вычислить максимальную приведенную погрешность

$$\gamma = \frac{\Delta I_{\max}}{I} \cdot 100\%$$

$$\gamma = \frac{\Delta U_{\max}}{U} \cdot 100\%$$

$I_H, U_H$  – предел измерения приборов

	о, мА	, мА	I, мА	о, В	, В	

### Содержание отчета

#### 1. Поверка амперметра

А) Электрическая принципиальная схема поверки амперметра; Б) Результаты поверки амперметра занести в таблицу

#### 2. Поверка вольтметра.

А) Электрическая принципиальная схема поверки вольтметра; Б) Результаты поверки вольтметра занести в таблицу

5. Вычислить абсолютную погрешность  $\Delta I = |I - I_0|$ ;  $\Delta U = |U - U_0|$

6. Вычислить максимальную приведенную погрешность

$$\gamma = \frac{\Delta I_{\max}}{I} \cdot 100\%$$

$$\gamma = \frac{\Delta U_{\max}}{U} \cdot 100\%$$

$I_H, U_H$  – предел измерения приборов

	о, мА	, мА	I, мА	о, В	, В	

## ВЫВОД

### Контрольные вопросы.

1. Поясните принцип действия и конструкции электроизмерительных приборов.
2. В чем достоинства и недостатки того или иного электроизмерительного механизма, объясните, чем они обусловлены.
3. Чем вызвана необходимость использования успокоителей, каковы их конструктивные особенности и принцип действия?
4. Основные метрологические показатели и параметры измерительных систем.
2. Каковы схемы включения электроизмерительных приборов в цепь при замере напряжения, тока и мощности?

3. Поясните условные обозначения, вынесенные на шкалы электроизмерительных приборов.

### **Практическая работа №1**

#### **Изучение правил эксплуатации амперметра, вольтметра**

**Цель:** ознакомиться с устройством, назначением и основными характеристиками измерительной аппаратуры; научиться измерять пределы измерения амперметра и вольтметра.

#### **Оборудование:**

- для опыта № 1: источник постоянного тока – 30 В; реостат – 200 Ом; набор добавочных резисторов; вольтметр образцовый класса точности 0,2; вольтметр для расширения пределов шкалы;

- для опыта № 2: источник постоянного тока – 12 В; реостат – 200 Ом; набор шунтов; амперметр образцовый класса точности 0,2; амперметр для расширения пределов шкалы. ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

#### **Вопросы для самопроверки:**

- измерительные приборы и их классификация;
- принцип работы измерительного прибора магнитоэлектрической системы;
- схемы включения амперметра и вольтметра в цепь;
- пределы измерения приборов;
- понятие добавочного сопротивления и шунта, их назначение.

#### **Порядок выполнения**

1. Определить размещение приборов на столе.

#### **Опыт № 1:**

Напряжение источник:  $U = 30 \text{ В}$ .

2. С помощью мультиметра измерить внутреннее сопротивление вольтметра.

3. Рассчитать величину сопротивления добавочного резистора:

$$R_{доб} = R_V (m - 1); m = U/U_V,$$

где  $R_{доб}$  – сопротивление добавочного резистора;  $R_V$  – сопротивление экспериментального вольтметра;  $m$  – добавочный множитель;  $U$  – максимальное изменяемое напряжение;  $U_V$  – предел измерения экспериментального вольтметра.

4. Предъявить расчеты для проверки преподавателю.

5. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.1)

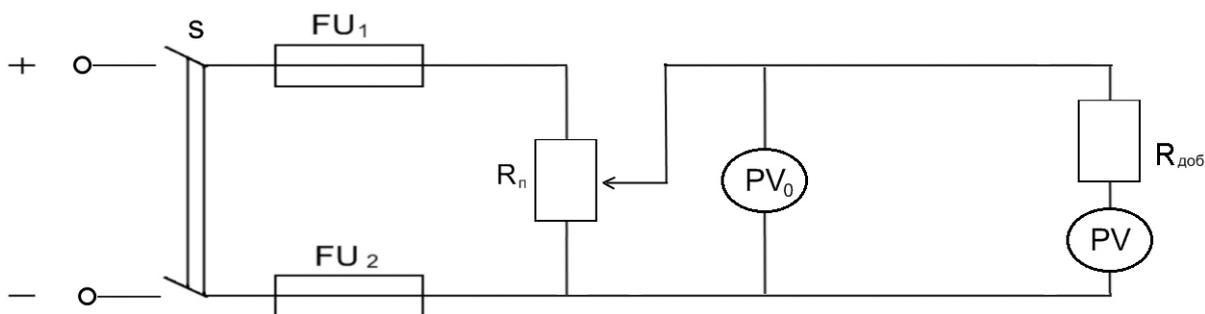


Рис.1 Принципиальная схема включения вольтметра в цепи

6. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

7. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 1.

Таблица 1

№ опыта	Измерено		Вычислено
	$U_k, В$	$U_э, В$	$U, В$



--	--	--	--

8. Отключить источник питания.
9. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$U = \frac{U_{\text{к}} - U_{\text{Э}}}{k}$$

где  $U$  – поправка;  $U_{\text{к}}$  – напряжение контрольного вольтметра;  $U_{\text{Э}}$  – напряжение экспериментального вольтметра.

10. Расчеты занести в табл. 1.
11. При помощи реостата уменьшить исходное напряжение.
12. Повторить пункты 7-10.
13. Разобрать электрическую цепь.

#### Опыт № 2:

Напряжение источник:  $U = 12 \text{ В}$ .

14. С помощью мультиметра измерить внутреннее сопротивление амперметра.
15. Рассчитать величину сопротивления шунта:

$$R_{\text{ш}} = R_{\text{А}} / (n - 1); n = I / I_{\text{А}}$$

где  $R_{\text{ш}}$  – сопротивление шунта;  $R_{\text{А}}$  – сопротивление экспериментального амперметра;  $n$  – шунтирующий множитель;  $I_{\text{А}}$  – предел измерения для экспериментального амперметра;  $I$  – максимальная измеряемая сила тока ( $1 \text{ А}$ ).

16. Предъявить расчеты для проверки преподавателю.
17. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис. 2).
18. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

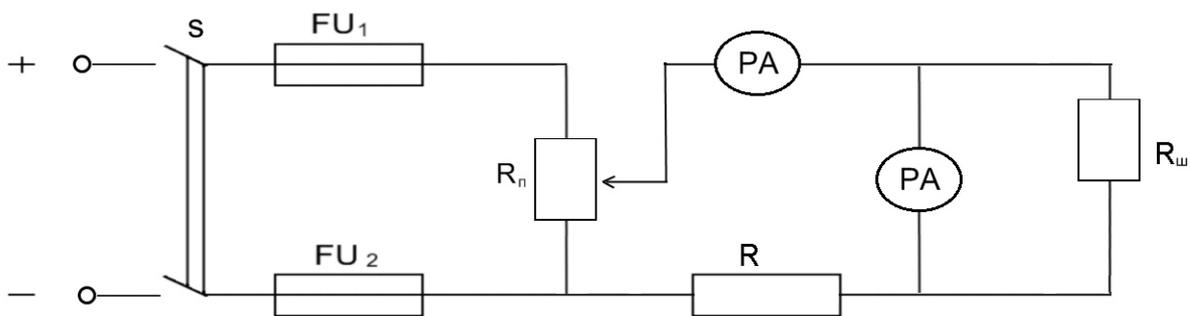


Рис. 2 Принципиальная схема включения амперметра в цепи

19. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.2.

Таблица 2

№ опыта	Измерено		Вычислено
	Uк, В	Uэ, В $\Delta$	

20. Отключить источник питания.

21. Произвести необходимые расчеты по следующей формуле:

$$I = I_k - I_{\text{э}}$$

где  $I$  – поправка;  $I_k$  – напряжение контрольного вольтметра;  $I_{\text{э}}$  - напряжение экспериментального вольтметра.

22. Расчеты занести в табл. 2.

23. При помощи реостата изменить исходное напряжение сети.

24. Повторить пункты 19-22.

25. Разобрать электрическую цепь.

26. На основании опытных данных и расчетов сделать выводы:

- как просчитывается добавочное сопротивление (сопротивление шунта) при прочих известных параметрах;
- как определяется действительное напряжение (ток) в цепи, если известны показания измерительного прибора и поправка.

#### **Контрольные вопросы**

1. Почему для расширения пределов измерения вольтметра используют добавочные сопротивления (последовательное соединение), а для расширения пределов измерения амперметра – шунты (параллельное соединение)

### ***Лабораторное занятие № 29***

#### **Изучение конструкции и принципа работы электроизмерительных приборов непосредственной оценки**

**Цель занятия:** изучить конструкцию и применение измерительных приборов различных систем.

**Оборудование:** приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и индукционной систем, инструкционные карты, технические характеристики приборов различных систем

#### **Краткие теоретические сведения**

Электроизмерительные приборы классифицируются по различным признакам.

В зависимости от основной приведенной погрешности электроизмерительные приборы разбиты на классы точности. Класс точности указывается на шкале прибора и обозначает наибольшую приведенную погрешность в процентах.

В зависимости от принципа действия имеются следующие наиболее употребительные системы приборов:  
магнитоэлектрическая; электромагнитная;  
электродинамическая;  
термоэлектрическая; индукционная;  
электростатическая; тепловая; электронная.

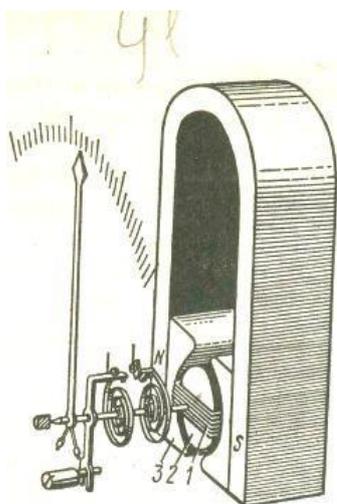
Принцип действия приборов магнитоэлектрической системы основан на использовании взаимодействия поля постоянного магнита и катушки (рамки), по которой протекает ток.

В основе работы приборов электромагнитной системы лежит принцип механического взаимодействия магнитного поля и ферромагнитного материала.

Приборы электродинамической системы основаны на принципе механического взаимодействия проводников по которым проходит ток.

### **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора магнитоэлектрической системы
2. Изучить конструкцию прибора магнитоэлектрической системы. Схематично зарисовать устройство магнитоэлектрической системы, показать на рисунке элементы конструкции прибора.



микроамперной системы.

3. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора электромагнитной системы

4. Изучить конструкцию прибора электромагнитной системы. Схематично зарисовать устройство электромагнитной системы, показать на рисунке элементы конструкции прибора.

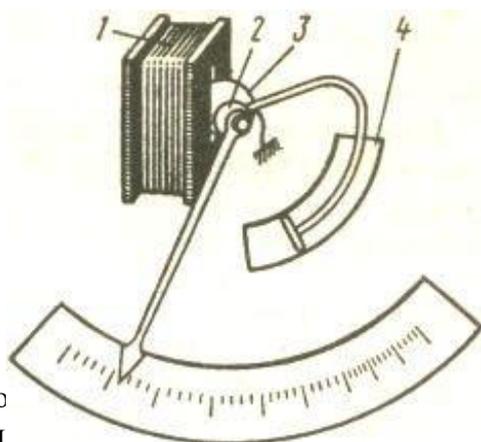
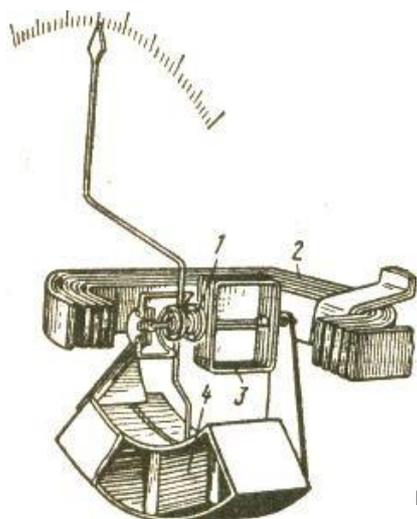


Рисунок системы

5. Ознакомиться с техническими характеристиками прибора электродинамической системы

6. Изучить конструкцию прибора электродинамической системы. Схематично зарисовать устройство электродинамической системы, показать на рисунке элементы конструкции прибора.



динамической системы

7. Ознакомиться с техническими характеристиками счетчика индукционной системы

8. Изучить конструкцию счетчика индукционной системы. Схематично зарисовать устройство индукционной системы, показать на рисунке элементы конструкции прибора.

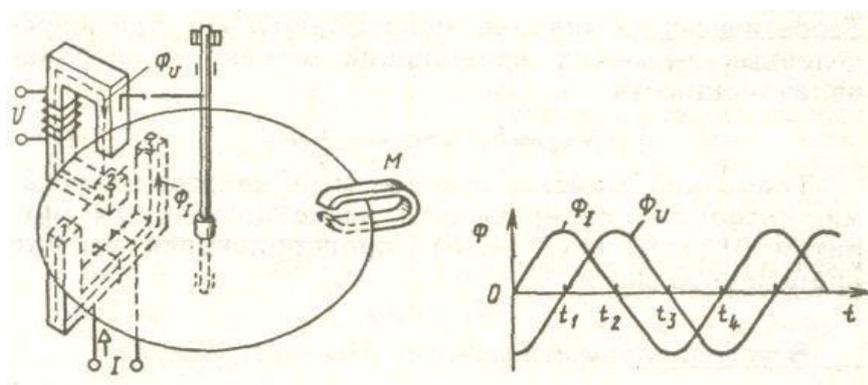


Рисунок 17 Прибор индукционной системы

## Содержание отчета

1. Ознакомился с техническими характеристиками прибора магнитоэлектрической системы
2. Изучил конструкцию прибора магнитоэлектрической системы. Схематично зарисовал устройство магнитоэлектрической системы, показал на рисунке элементы конструкции прибора.
3. Ознакомился с техническими характеристиками прибора электромагнитной системы
4. Изучил конструкцию прибора электромагнитной системы. Схематично зарисовал устройство электромагнитной системы, показал на рисунке элементы конструкции прибора.
5. Ознакомился с техническими характеристиками прибора электродинамической системы
6. Изучил конструкцию прибора электродинамической системы. Схематично зарисовал устройство электродинамической системы, показал на рисунке элементы конструкции прибора.
7. Ознакомился с техническими характеристиками счетчика индукционной системы
8. Изучил конструкцию счетчика индукционной системы. Схематично зарисовал устройство индукционной системы, показал на рисунке элементы конструкции прибора.

Вывод

## Контрольные вопросы

1. Назовите существующие системы измерительных приборов.
2. Назовите, на чем основан принцип действия приборов магнитоэлектрической системы
3. Назовите, на чем основан принцип действия приборов электромагнитной системы
4. Назовите, на чем основан принцип действия приборов электродинамической системы

### Лабораторное занятие № 30

#### Измерение сопротивления изоляции электрической цепи мегомметром Цель занятия:

Изучить способы и методику измерения сопротивления

**Приборы и оборудование:** одинарные мосты постоянного тока типа ММВ, Р333, МО-62 и др, инструкционные карты, мегомметры.

#### Краткие теоретические сведения

Проверка электрической прочности изоляции.

Необходимым условием обеспечения эксплуатационной надежности СИ и электробезопасности их обслуживания является качество и надежность изоляции между отдельными электрическими цепями и между ними и корпусом.

Количественно качество изоляции принято оценивать значением ее электрической прочности  $E_{пр}$ , под которой понимают минимальную напряженность электрического поля, приводящую к пробое:

$$E_{пр} = \frac{U_{пр}}{t}$$

где  $U_{пр}$  — пробивное напряжение, В;  $t$  — толщина диэлектрика в месте пробоя, м.

Значение электрической прочности твердых изоляционных материалов зависит от их структуры, толщины, окружающей температуры и в процессе эксплуатации СИ вследствие ряда причин (изменение структуры, растрескивание, загрязнение) постепенно снижается. Снижение электрической прочности, в свою очередь, вводит к тому, что при наличии напряжения (рис.29.1) между изолированными токоведущими цепями ( ) нарушает нормальный режим работы СИ или ведет к полной потере работоспособности.

$U_{12}$

Рис.29.1. Схема возникновения пробоя

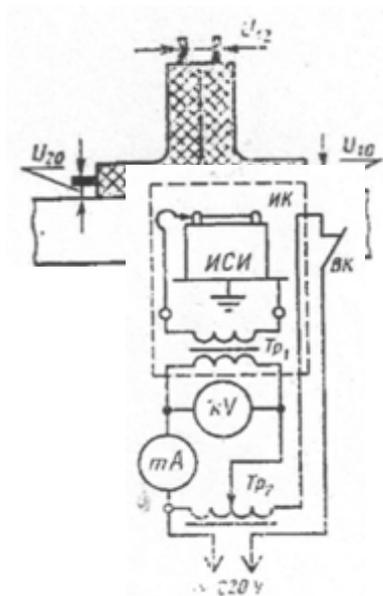


Рис 29.2 Схема установки для испытания изоляции

В случае пробоя между токоведущей частью и корпусом последний может оказаться под напряжением, опасным для обслуживающего персонала.

Учитывая вышесказанное, в перечень раций поверки большинства СИ включается пункт, предусматривающий испытание изоляции токоведущих частей на электрическую прочность.

По существующему положению (ГОСТ 22261—82) изоляция между корпусом и изолированными от корпуса по постоянному у электрическими цепями, на которых во время работы развитей напряжение свыше 42 В и доступ к которым возможен (вскрытия СИ, должна выдерживать в течение 1 мин действие испытательного напряжения частотой 50 Гц, действующее значение которого устанавливается в зависимости от рабочего напряжения СИ.

Как правило, значение испытательного напряжения должно быть значительно выше номинального (рабочего) напряжения СИ. Только в этом

случае можно гарантировать в дальнейшем работоспособность СИ и безопасность его обслуживания несмотря на неизбежное снижение качества изоляции во времени. Например если рабочее напряжение лежит в пределах 250—600 В, значений испытательного напряжения устанавливается равным 2,0 кВ.

Для испытания изоляции в условиях поверочных лабораториях применяют специальные установки, обеспечивающие необходимые условия и безопасность проведения испытаний. Упрощенная схема такой установки приведена на рис. 29.2. Испытуемое средство измерения *ИСИ* помещают внутри испытательной камеры *ПК* присоединяют к высоковольтному и заземленному выводам повышающего трансформатора *Тр1*. Точки приложения испытательного напряжения зависят от конструкции и схемы *ИСИ* и подробно оговариваются в нормативных документах. Изменение напряжений от нуля до требуемого значения осуществляют автотрансформатором *Тр2* и контролируют киловольтметром. Контакт *ВК* в цепи питания исключает возможность подачи напряжения при открытой двери испытательной камеры.

Прочность изоляции следует испытывать в нормальных условиях. Напряжение до испытательного значения должно увеличиваться плавно за время не менее 5—10 с и устанавливаться с погрешностью не более 10 %.

Признаком неудовлетворительного состояния изоляции служит внезапное возрастание силы тока в низковольтной обмотке *Тр* или снижение напряжения на ее зажимах. Отклонение указателей *ИСИ* в любую сторону на любой угол, дрожание его или появление шума не являются признаками неудовлетворительного состояния изоляции.

### **Порядок выполнения**

Правила пользования мегомметром 1. Проверить исправность мегомметра. Для этой цели присоединить

проводники к зажимам Л (линия) и З (земля) и, медленно вращая рукоятку генератора, замкнуть проводники между собой. При этом прибор должен дать показание «нуль сопротивления». Затем проводники развести в стороны и вращать рукоятку с нормальной скоростью. При этом прибор должен дать показание «бесконечно большое сопротивление».

2. Установить мегомметр на твердом основании. К зажимам Л и З с помощью проводов подключить измеряемое сопротивление изоляции. Вращая рукоятку генератора со скоростью 120 об/мин. снять показание по шкале.

Отсчет по шкале производится после того, как стрелка займет устойчивое положение.

3. При вращении рукоятки генератора нельзя касаться зажимов мегомметра и токоведущих частей цепи, подключенных к зажимам.

4. Измерения сопротивлений можно производить только в обесточенных электроустановках и сетях. Измерение сопротивления изоляции в установках выше 1000 В должно производиться двумя лицами.

5. При работе с мегомметрами, напряжение у которых 1000 В и выше, измерения необходимо делать стоя на диэлектрическом коврике и в диэлектрических перчатках.

6. Ознакомиться с аппаратурой и приборами, необходимыми для выполнения работы и записать их основные технические данные.

7. При помощи моста ММВ измерить сопротивление обмоток статора асинхронного двигателя. Измерения произвести трижды. Определить среднее значение измеряемой величины.

8. Измерить сопротивления обмоток асинхронного двигателя омметром МЗ71. Измерения произвести трижды. Определить среднее значение измеряемой величины.

9. Измерить сопротивления обмоток асинхронного двигателя методом амперметра и вольтметра, для чего:
- выбрать схему измерения;
  - собрать выбранную схему и предъявить ее для проверки преподавателю;
  - включить схему в сеть постоянного тока напряжением 24 В и трижды произвести измерение сопротивления каждой обмотки асинхронного двигателя. Определить среднее значение каждой измеряемой величины.
10. Измерить сопротивление резистора R мостом, омметром и с помощью амперметра и вольтметра.
11. Приняв за действительное значение сопротивления величину, полученную при измерении мостом ММВ, а за измеренные величины - сопротивления, полученные при измерении омметром МЗ 71 и методом амперметра и вольтметра, вычислить погрешность измерения сопротивления 5 %.
12. Результаты измерений и расчетов записать в табл. 29.1
13. Измерить при помощи мегомметра М 4100 сопротивление изоляции обмоток асинхронного электродвигателя, кабеля и электропроводки.

Таблица 29.2.

№	Метод	Среднее значение сопротивления				Погрешность				
		А	В	С	Д	а	б	в	г	
		обмоток статора асинхронного двигателя				Резист	"	f	б	б
		А	В	С	Д		а	б	с	д
		м	м	м	м		%	%	%	%
1	Мостом постоянно									
го										

ора

	тока								
2	Омметром								
3	Амперметр и вольтметром								

Таблица 29.2.

№ п/п	Наименование электрооборудован ия	Сопротивление изоляции, МОм					
		A -B	A -C	B -C	A -0	B -0	C -0
1							
2							
3							

### Содержание отчета

1. Технические данные оборудования и измерительных приборов, используемых в работе.
2. Схема произведенных измерений.
3. Расчет среднего значения измеряемого сопротивления и погрешностей при измерении.
4. Таблицы с опытными и расчетными данными. 5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы по работе.

### Контрольные вопросы

1. Какие существуют методы измерения сопротивлений?

2. Для чего в омметрах имеется регулирующее сопротивление?
3. Почему стрелка у мегомметра в неработающем состоянии находится в безразличном состоянии?

### **Лабораторное занятие № 31**

#### **Проверка и настройка электрических счетчиков**

**Цель занятия:** Ознакомиться с устройством двухэлементных счетчиков активной и реактивной энергии переменного тока. Научиться включать счетчики в измеряемую цепь и измерять ими энергию в трехпроводной цепи трехфазного тока при активной и реактивной нагрузках. Произвести необходимые элементарные вычисления, связанные с измерениями.

#### **Приборы и оборудование:**

1. Двухэлементный счетчик активной энергии трехфазного тока.
2. Двухэлементный счетчик реактивной энергии трехфазного тока.
3. Два однофазных ваттметра.
4. Три амперметра и вольтметр для измерений в цепях переменного тока.
5. Нагрузочный трехфазный ламповый реостат.
6. Выключатель трехполюсный, смонтированный на панельке с предохранителями и выводными зажимами.
7. Два трехполюсных выключателя, смонтированных на панельках с выводными зажимами, без предохранителей.
8. Электросекундомер или часы с секундной стрелкой.
9. Соединительные проводники с наконечниками и отвертка.

#### **Краткие теоретические сведения:**

В работе применяются двухэлементные счетчики индукционной системы, предназначенные для непосредственного включения в измеряемую трехпроводную цепь трехфазного тока (рис. 32.1).

Счетчик активной энергии можно применить САЗ—И670 или предыдущего выпуска САЗ—И43 с номинальной силой тока  $I_n = 5\text{ А}$  и номинальным напряжением 220 В. В клеммной коробке прибора расположены генераторные ( ,  $\Gamma_2, \Gamma_3$  ) и нагрузочные ( ,  $H_2, H_3$  ) зажимы.

Первому элементу принадлежат зажимы  $\Gamma_1$  и  $H_1$ , а второму —  $\Gamma_3$  и  $H_3$ . Токтовую обмотку первого элемента счетчика включают последовательно в фазный провод А, а второго элемента — последовательно в провод С.

Обмотка напряжения первого элемента присоединена к фазным проводам А и В, а второго — к фазным проводам С и В.

Счетчик реактивной энергии применяется СРЗ—И671 или предыдущего выпуска СРЗ—И44 с номинальной силой тока  $I_n = 5\text{ А}$  и номинальным напряжением 220 В. В клеммной коробке этого счетчика, также как и у предыдущего размещены генераторные и нагрузочные зажимы. Схема включения обмоток этого счетчика отличается от предыдущей.

Последовательно в каждой параллельной ветви включен добавочный резистор (  $R_1$  и  $R_2$  ), благодаря чему угол сдвига фаз между напряжением в параллельной цепи каждого элемента и соответствующим рабочим магнитным потоком составляет  $60^\circ$ , в отличие от счетчиков активной энергии, у которых этот угол близок к  $90^\circ$ . Благодаря такой схеме счетчик учитывает реактивную энергию.

Первый и второй элементы этого счетчика включают в измеряемую цепь так, как и предыдущего прибора.

Последовательно в фазные провода Л и С включены токовые обмотки контрольных ваттметров  $W_1$  и  $W_2$  класса точности 0,5 типа Д529/4 или Д539/4 на номинальную силу тока  $5\text{ А}$ . Параллельные обмотки включены на предел измерения 300 В и присоединены между фазными проводами

3 каждый фазный провод включен контрольный амперметр А электромагнитной системы типа Э59/3 с пределами измерений 0—5—10 А. Для измерения фазного и линейного напряжении предназначен вольтметр V электромагнитной системы Э59, включенный на предел измерения 0—300 В. К его зажимам присоединены провода, оканчивающиеся щупами с изолированными ручками.

Активной нагрузкой в измеряемой цепи служит трехфазный ламповый реостат ( $RA, RB, RC$ ) мощностью 600— 800 Вт на фазу. В качестве реактивной нагрузки используют трехфазный асинхронный электродвигатель ЭД мощностью до 1 кВт.

Для включения нагрузок предусмотрены трехполюсные выключатели  $B_2$  и  $B_3$ , а для подключения к сети трехфазного тока выключатель  $B_1$  соединенный через предохранители с измеряемой цепью.

**Последовательность выполнения работы:**

1. Ознакомиться с приборами, предоставленными для работы, определить их тип, систему и другие характеристики. Выяснить номиналы и цену деления шкал, классы точности амперметров и вольтметра.

Определить номинальную постоянную счетчиков активной и реактивной энергии по передаточному числу, указанному на щитках приборов, номинальную силу тока и напряжения, класс точности. Определить количество зажимов, размещенных в коробке подключения, выяснить, какие из них соединены с последовательными, а какие — с параллельными обмотками счетчиков.

Перечень приборов, их основные технические характеристики записать в табл. 32.1. Другие данные, необходимые для последующей сборки схемы, записать в рабочую тетрадь.

Сравнить предоставленные для работы приборы с рекомендованными в описании схемы установки. Если данные не совпадают, проконсультироваться с преподавателем.

2. На рабочем столе (или на стенде) собрать схему измерительной установки (рис. 32.1). Перед включением приборов определить последовательность фаз в трехфазной цепи. При включении приборов в схему обратить внимание на правильность присоединения проводов к генераторным и нагрузочным зажимам приборов. Собранный схему тщательно проверить и показать для проверки преподавателю. Получив его разрешение, выполнить необходимые измерения по указаниям следующих пунктов.

Измерить активную энергию, потребляемую электрическими лампами. Для этого при выключенных выключателях  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  ламповыми реостатами  $RA, RB, RC$ .

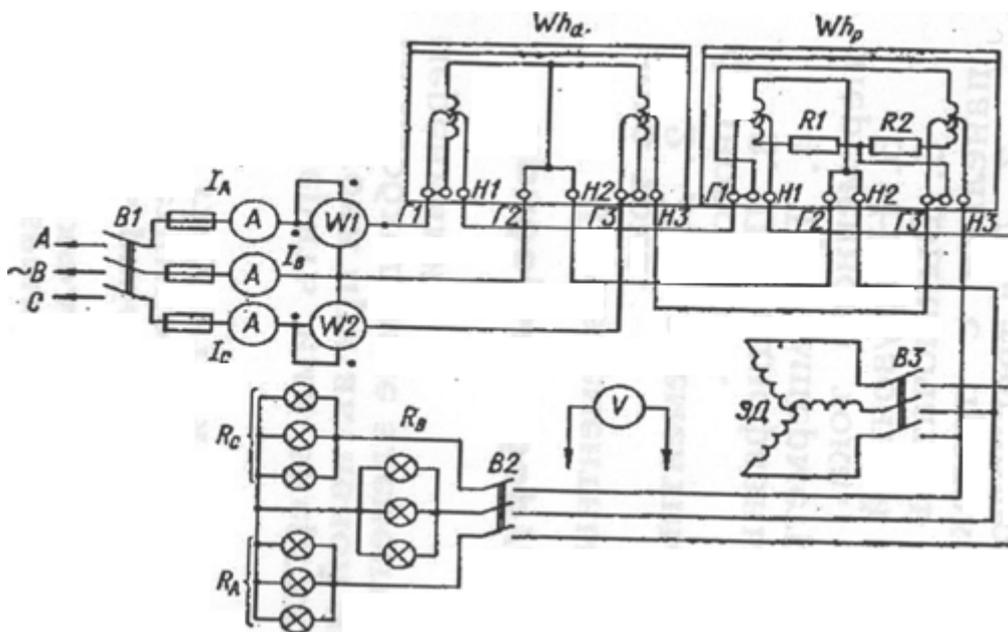


Рис.32.1 схема включения счетчиков активной и реактивной энергии с контрольными приборами в измеряемую цепь трехфазного тока.

Таблица 32.1.

№ наблюдения	Измеренные величины							Вычисленные величины								Выд нагрузки
	$U_L$	$I_L$	$P_1$	$P_2$	$N_a$	$N_p$	$i$	$K_{на}$	$K_{нр}$	$P$	$Q$	$\cos \phi$	$\sin \phi$	$W_a$	$W_p$	
В	А	Вт	Вт	об	об	с	Вт·с / об	Вт·с / об	Вт	вар	-	-	Вт·ч	вар·ч	Вт·ч	вар·ч

создать одинаковые нагрузки (ввинтить лампы в патроны реостатов. Общая мощность ламп должна составить 60—70% всей мощности ламповых реостатов).

Выключателем  $B_2$  подключить питание к измеряемой цепи. Выключателем  $B_3$  подсоединить ламповые реостаты ( $R_A, R_B, R_C$ ). При этом убедиться, что

диск счетчика реактивной энергии не вращается. Показания амперметров ( $I_A, I_B, I_C$ ) должны быть одинаковы.

Измерить линейное напряжение  $U_L$  и линейный ток  $I_L$  по показаниям одного из амперметров, т. е.  $I_L = I_\phi$  (три амперметра включены для того, чтобы убедиться в равенстве токов во всех фазах:  $I_A = I_B = I_C$ ). Измерить так же ваттметрамии  $W_2$  мощность, счетчиком — активную энергию, потребляемую цепью за 5 мин. Для этого подсчитать обороты  $N_a$  счетчика активной энергии за время  $t = 5$  мин. Показания указанных приборов записать в табл. 32.1 и отключить питание.

3.  $W$  В ламповых реостатах (Ял, Ял, Яс) ввинтить все лампы (на полную мощность реостата). Включить питание и выполнить все измерения, указанные в предыдущем пункте. Результаты записать в таблицу и отключить питание.

Измерить активную и реактивную энергии в трехфазной цепи. От измеряемой цепи выключателем  $B_2$  отключить активную нагрузку, выключателем  $B_3$  подключить реактивную нагрузку — электродвигатель, затем включить питание цепи. Когда обороты двигателя достигнут номинального значения, убедиться, что диски обоих счетчиков вращаются в одном направлении и показания амперметров одинаковы. Выполнить все измерения, указанные в пункте 3. Кроме того, посчитать обороты счетчиков активной энергии  $N_a$  и реактивной энергии  $N_r$  за время  $t = 5$  мин.

Показания приборов и отсчитанное число оборотов записать в таблицу. Отключить питание цепи.

В нагрузочный ламповый реостат снова ввинтить такое количество ламп, чтобы мощность составила 60—70% общей мощности реостата. Отключить электродвигатель и включить питание. Подключить к цепи электродвигатель. Когда его обороты достигнут номинального значения, выключателем  $B_2$  включить ламповый реостат. Убедиться, что диски обоих счетчиков вращаются в одном направлении и показания амперметров одинаковы. Затем выполнить все измерения по указаниям предыдущего пункта. Показания приборов и отсчитанные обороты дисков счетчиков записать в таблицу.

Питание выключить.

По результатам измерений, записанным в таблице

соответственно каждому проведенному наблюдению, вычислить следующие величины:

а) активную мощность трехфазной цепи  $P = P_1 + P_2$ , Вт

- б) реактивную мощность трехфазной цепи  $Q = \sqrt{3} (P_t - P_s)$ , вар; в) номинальную постоянную счетчика активной энергии

Значения  $W_{HP}$  и  $N_2$  написаны на щитке счетчика (например, 1 кВт • ч = 650 об. диска, где  $W_{H.a} = 1000 * 60 * 60$  Вт • с, а  $N_1 = 650$  об);

- г) номинальную постоянную счетчика реактивной энергии  $K_{HP} = \frac{W_{HP}}{N_1}$

Значения  $W_{H.P}$  и  $N_2$  также написаны на щитке счетчика (например, 1 кВт • ч = 800 об. диска, где  $W_p = 1000 * 60 * 60$  Вт-с, а  $N_2 = 800$  об);

- д) коэффициент мощности  $\cos \phi$  (из таблицы); е) угол  $q$  по величине  $q$  (из таблицы);

**ж)  $\sin \phi$  по величине угла  $\Phi$ ;**

- з) активную энергию, потребляемую цепью, и  $W_a = P_i$  Вт-ч; и) реактивную энергию трехфазной цепи,  $W_p = Q t$  вар\*ч;

к) активную энергию, зарегистрированную счетчиком  $W'_a$  Вт\*ч; л) реактивную энергию, зарегистрированную счетчиком  $W_p$  вар\*ч. Результаты вычислений записать в соответствующие графы таблицы. Определить средневзвешенный коэффициент мощности  $\cos \phi_{св}$ .

Как известно,  $\cos \phi$ , вычисленный по формуле 7,  $\phi$ ,

это мгновенное значение коэффициента мощности трехфазной цепи при одновременном отсчете по шкалам измерительных приборов величин, входящих в формулу.

Если практически в трехфазной цепи (особенно при неравномерной нагрузке) коэффициент мощности изменяется, то определяют средневзвешенный коэффициент мощности  $\cos \phi_a$ , за какой-то промежуток времени. Это величина, на которую надо умножить полную мощность цепи, чтобы определить ее активную мощность.

Средневзвешенный коэффициент мощности определяют за определенный промежуток времени (час, сутки, месяц и т. п.) по показаниям счетчиков активной и реактивной энергии за этот период по одной из следующих формул:

$$\cos \varphi_{\text{св}} = \frac{W'_a}{\sqrt{W'_a + W'_p}}, \text{ или } \operatorname{tg} \varphi_{\text{св}} = \frac{W'_p}{W'_a},$$

где  $W_a$  и  $W_p$  — показания счетчиков активной и реактивной энергии за определенный промежуток времени.

По данным измерений пункта 6 и вычислений  $W_a$  и  $W_p$  (пункт 7) определить средневзвешенный коэффициент мощности по приведенным выше формулам. Сравнить полученные величины и записать их в примечании к табл. 32.1 (внизу под таблицей).

9. Сравнить величины энергии, полученные по результатам вычислений пункта 7: активной  $W_a$  и реактивной энергии  $W_p$  и  $W_p$ . Объяснить причины неравенства их, если таковое обнаружится.

#### Содержание отчета

I. Наименование и цель работы.

2. Таблица с перечнем и основными техническими данными приборов и оборудования. В примечании к таблице указать дополнительные сведения о ваттметрах и счетчиках электрической энергии трехфазного тока соответственно пункту 1 описания выполнения работы.

3. Схема включения счетчиков активной и реактивной энергии в измерительную цепь трехфазного тока.

4. Таблица результатов измерений и расчетов при выполнении работы

5. Краткое описание последовательности выполнения работы. 6. Выводы с указанием особенностей измерения активной и реактивной

энергии в цепи трехфазного тока и правил включения счетчиков в цепь. В выводах привести объяснение к пункту 9 описания выполнения работы.

#### Контрольные вопросы

1. В чем заключается особенность счетчиков электрической энергии, примененных в лабораторной работе?

2. Чем отличается счетчик активной энергии от счетчика реактивной энергии трехфазного тока?

3. Как включают в трехфазную цепь трехфазного тока счетчики активной и реактивной энергии?

4. Как вычисляют величину активной и реактивной электрической энергии, потребляемой трехфазной цепью, по показаниям ваттметров?

5. Как вычисляют величину активной и реактивной электрической энергии,

потребляемую трехфазной цепью, по показаниям соответствующих счетчиков?

6. Почему не вращается диск счетчика реактивной электрической энергии при его включении в цепь с чисто активной нагрузкой?

7. Почему при включении в трехфазную цепь реактивной нагрузки (электродвигателя) вращаются диски счетчиков активной и реактивной энергии?

8. Для чего в измеряемую трехпроводную цепь включены три амперметра? 9. Как вычисляют номинальные постоянные счетчиков активной и реактивной энергии?

10. Какие причины приводят к разности между результатами измерений энергии в цепи трехфазного тока при помощи ваттметров и счетчиков? Большая ли разница?

И. Что называется средневзвешенным коэффициентом мощности и как его определяют?

### *Лабораторное занятие № 32*

#### **Измерение активной и реактивной электрической энергии однофазными счетчиками**

### **Лабораторное занятие № 33**

#### **Измерение активной и реактивной электрической энергии трехфазными счетчиками**

Измерение реактивной энергии.

**Цель работы:** научиться измерять реактивную электрическую энергию в трехфазных цепях переменного тока.

#### **Краткие теоретические сведения**

В соответствии с «Правилами учета электрической энергии» основной целью учета электроэнергии является получение достоверной информации о производстве, передаче, распределении и потреблении электрической энергии на оптовом и розничном рынке электроэнергии. Учет активной и реактивной энергии при этом производится различными приборами учета.

Учет реактивной электроэнергии должен обеспечивать возможность определения количества реактивной электроэнергии, полученной потребителем от электроснабжающей организации или переданной ей, если по этим данным производятся расчеты или контроль соблюдения заданного режима работы компенсирующих устройств.

Учет электроэнергии осуществляется при помощи счетчиков ватт- часов, которые являются интегрирующими приборами, измеряющими электрическую энергию в ватт-часах или кратных им единицах.

Счетчики, учитывающие интегрированную реактивную мощность (далее реактивная электроэнергия) за учетный период, называются счетчиками реактивной энергии. В настоящее время для измерения реактивной электроэнергии применяются индукционные счетчики.

Индукционным называется счетчик, в котором магнитное поле неподвижных токопроводящих катушек влияет на подвижный элемент из проводящего материала, обычно это диск, по которому текут токи, индуцированные магнитным полем катушек.

Технические требования к индукционным счетчикам регламентированы ГОСТ 6570 - 75.

Обозначение индукционных счетчиков реактивной энергии:

СР4 - трехфазные непосредственного включения или трансформаторные трех- и четырехпроводные реактивной энергии;

СР4У - трехфазные трансформаторные со вторичным или смешанным счетным механизмом трех- и четырехпроводные реактивной энергии.

В обозначениях счетчиков буквы и цифры обозначают:

С - счетчик; Р - реактивной энергии; У - со вторичным или смешанным счетным механизмом; 4 - для трех- или четырехпроводной сети.

Трехфазные индукционные счетчики реактивной энергии имеют в одном корпусе три измерительных механизма (вращающих элемента), подобных измерительному механизму однофазного счетчика.

Генераторные зажимы токовых обмоток счетчиков обозначаются буквой Г, а зажимы, к которым подключается нагрузка, - буквой Н. Зажимы обмоток напряжения счетчиков, предназначенных для включения в трехфазные трех- или четырехпроводные цепи, обозначаются цифрами 1, 2, 3 и 0.

Промышленностью выпускаются счетчики трех разновидностей: счетчики непосредственного включения, трансформаторные счетчики и счетчики трансформаторные универсальные.

Трансформаторные счетчики предназначены для включения через измерительные трансформаторы, имеющие определенные, ранее заданные коэффициенты трансформации.

Трансформаторные универсальные счетчики предназначены для включения через измерительные трансформаторы, имеющие любые коэффициенты трансформации.

Трехфазные трехэлементные счетчики для учета реактивной энергии типов СР4 и СР4У применяются в трехфазных трехпроводных и трехфазных четырехпроводных цепях переменного тока.

Включение вращающихся элементов счетчика производится по правилам включения на замененные напряжения обычных ваттметров в случае применения их для измерения реактивной мощности в трехфазных цепях. Схемы с замененными напряжениями дают правильные результаты при любых токах, как симметричных, так и ассиметричных, однако симметрия напряжений, как в первом, так и во втором случае должна быть обязательной.

На рис. 32.1 приведена схема расположения зажимов и присоединения к ним обмоток счетчика типа СР4 непосредственного включения при измерении им реактивной энергии в трехфазной трехпроводной цепи.

В случае измерения реактивной энергии в трехфазной четырехпроводной цепи с применением измерительных трансформаторов тока и измерительных трансформаторов напряжения показания счетчика необходимо умножить на номинальный коэффициент трансформации  $K_{IНОМ}$  применяемого измерительного трансформатора тока и номинальный коэффициент трансформации  $K_{UНОМ}$  применяемого трансформатора напряжения:

$$W = W_{сч} \cdot K_{IНОМ} \cdot K_{UНОМ}$$

При этом генераторные зажимы токовых обмоток счетчика Г должны быть подключены к зажимам Н<sub>і</sub> измерительных трансформаторов тока, а зажимы обмоток напряжения счетчика 1, 2 и 3 - к зажимам «а» измерительных трансформаторов напряжения.

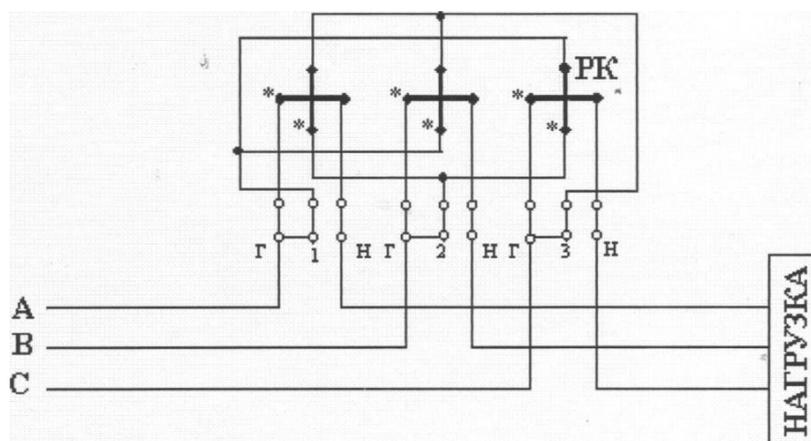


Рис.32.1 Схема включения счетчика типа СР в трехфазную цепь

### Порядок выполнения

1. Ознакомиться с аппаратурой и приборами, необходимыми для выполнения работы и записать их основные технические данные.
2. Собрать схему (Рис 32.1) и предъявить её для проверки преподавателю.
3. Определить номинальную постоянную трехфазного счетчика реактивной ( $C_{НОМ}$ ) энергии.

4. Измерить реактивную энергию, израсходованную в трехфазной цепи за время  $t=900$  сек., для чего:

- включить схему в сеть переменного тока напряжением 220/127В.;
- замкнуть ключ SA1 и изменяя сопротивление нагрузки  $R_A, R_B, R_C$  по амперметрам  $A_1, A_2, A_3$  установить неравномерную нагрузку;
- измерить за время  $t=900$  сек число оборотов диска трехфазного счетчика реактивной энергии N, токи  $I_A, I_B, I_C$  и напряжения  $U_A, U_B, U_C$ .
- вычислить: реактивную мощность трехфазной цепи Q (используя показания ваттметров  $P_{W1}$  и  $P_{W2}$ ); реактивную энергию  $W_{C4p}$  за время  $t = 900$  сек, регистрируемую счетчиком CP4. и  $W_p$  по показаниям ваттметров.

Приняв за действительные значения реактивной энергии величину, подсчитанную по показаниям двух ваттметров за время  $t = 900$  сек, а за измеренные значения - энергию, регистрируемую трехфазным счетчиком реактивной энергии за время  $t = 900$  сек, вычислить погрешность измерения реактивной энергии ( $\delta_{wp}$ ).

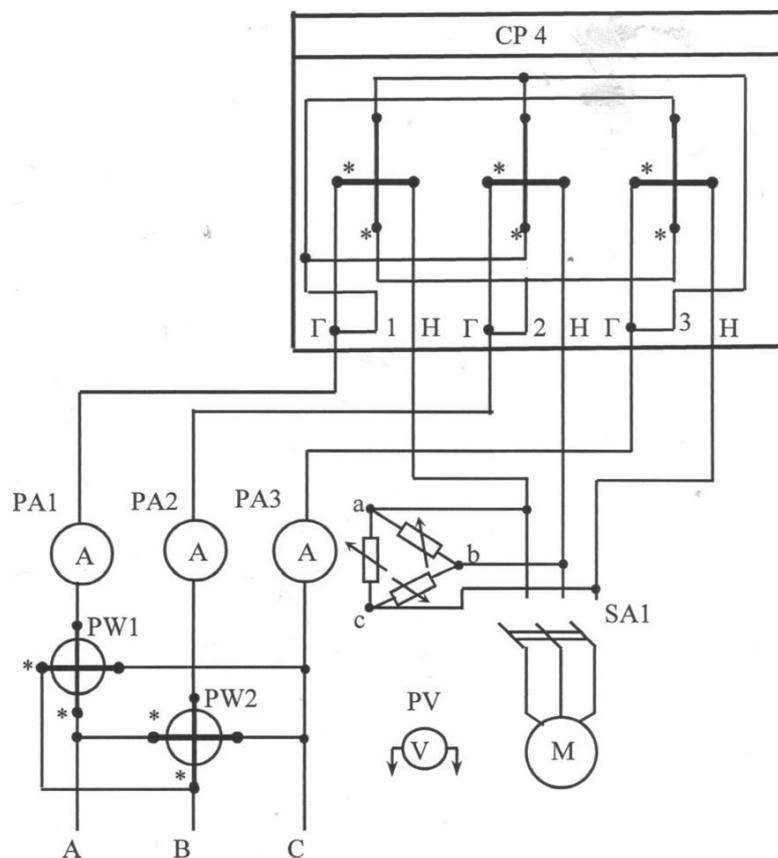


Рис. 32.2. Схема измерения реактивной энергии в трехфазной цепи

Таблица 32.1.

Опытные данные									
t	N	I	I	I	U	U	U	P	P
	А	В	С	А	В	С	w1	w2	
ек.	об.	А	А	А	В	В	В	В	В
							Г	Г	
Расчетные данные									
Q	с ном		w <sub>p</sub>		W <sub>сч.р</sub>		5w <sub>p</sub>		
вар	Втс/об		варе		Вар-с		%		

### Содержание отчета

1. Технические данные оборудования и измерительных приборов, используемых в работе.
2. Схема произведенных измерений.
3. Расчет номинальной постоянной счетчика, энергии и погрешности измерения.
4. Таблица с опытными и расчетными данными.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы по работе.

### Контрольные вопросы для подготовки к работе

1. Каков принцип действия индукционного счетчика реактивной энергии? 2. Как обозначаются зажимы счетчиков реактивной энергии?
3. В чем особенность включения обмоток счетчика реактивной энергии по сравнению с обмотками счетчика активной энергии?
4. Как соблюсти полярность при подключении счетчика реактивной энергии через измерительные трансформаторы тока и напряжения?

#### **4. Информационное обеспечение обучения**

##### **Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

Основные источники:

1. Кислицын. Н.А. Пластинина Л.И. Электротехника и электроника, Методическое пособие по проведению лабораторных работ.

Москва ГОУ

«УМЦ ЖДТ» 2011г.

2. Немцов В.М. Электротехника и электроника , Москва «Академия»2013 г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методическому  
комплексу \_\_\_\_\_ С. А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**ОП.06 КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

Специальность

***15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ***

программа подготовки специалистов среднего звена  
на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Рассмотрена методической комиссией  
факультета

\_\_\_\_\_  
*(название кафедры)*

\_\_\_\_\_  
*(название факультета)*

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_

*(подпись)*

*(подпись)*

Бочков В. С.

Осипов П.А.

*(Фамилия И.О.)*

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 12.09.2022

Протокол № 1 от 13.09.2022

*(Дата)*

*(Дата)*

Екатеринбург

В практической части описаны базовые приемы работы в наиболее распространенных редакторах графики Photoshop, Corel Draw и Flash. Приведены основные теоретические сведения, сформулированы цели практических работ, описан ход работ, перечислены контрольные вопросы к защите практических работ.

Комплекс предназначен для студентов инженерно-педагогического факультета БНТУ, а также может быть использован для самостоятельного изучения студентами университета.

## Оглавление

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	3
Практическая работа № 1 ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР ADOBE PHOTOSHOP. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. РАБОТА С ИЗОБРАЖЕНИЯМИ	3
Практическая работа № 2 ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	9
Практическая работа № 3 КОРРЕКЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ..	10
Практическая работа № 4 СЛОИ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	13
Практическая работа № 5 РЕДАКТИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	15
Практическая работа № 6 РИСОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ .	19
Практическая работа № 7 КОНТУРЫ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ. ТЕКСТ	24
Практическая работа № 8 ОСНОВЫ РАБОТЫ В COREL DRAW	29
Практическая работа № 9 ТЕКСТ, ПРАВКА ОБЪЕКТОВ, СПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ В COREL DRAW.....	38
Практическая работа № 10 КОНТУРЫ И ЗАЛИВКИ В COREL DRAW	44
Практическая работа № 11 ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ	51
Практическая работа № 12 ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ	58
Практическая работа № 13 ЭФФЕКТЫ В COREL DRAW .....	65
Практическая работа №14 ОСНОВЫ РАБОТЫ В FLASH	75
Практическая работа № 15 СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ В FLASH	83
Практическая работа №16 СЛОИ В FLASH .....	94
Практическая работа №17 РАБОТА С ТЕКСТОМ В FLASH	103
ЛИТЕРАТУРА ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА .....	110
КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ .....	111
ГЛОССАРИЙ .....	115

## **ВВЕДЕНИЕ**

Электронный учебно-методический комплекс состоит из указаний к практическим работам, списка контрольных вопросов и глоссария.

Выполнение всех практических работ осуществляется в следующей последовательности:

- 1) изучить теоретическую часть работы,
- 2) выполнить задания, ответить на контрольные вопросы,
- 3) оформить отчет. Содержание отчета:
  - 1) Название и цели работы.
  - 2) Ответы на контрольные вопросы.
  - 3) Выводы по работе.

## ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### Практическая работа № 1 ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР ADOBE PHOTOSHOP.

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. РАБОТА С ИЗОБРАЖЕНИЯМИ

*Цель работы:* получить первоначальные навыки работы с графическим редактором Adobe Photoshop, основными операциями над файлами.

##### Теоретическая часть

Графический редактор ADOBE PHOTOSHOP предназначен для работы с растровой графикой (но может обращаться и с векторными контурами).

Каждый пиксель растрового изображения содержит информацию о цвете. Поскольку компьютер может обрабатывать только числа, поэтому рисунки должны быть представлены в цифровом виде, или, как принято говорить, закодированы. Для кодирования рисунок разбивают на небольшие одноцветные части.

Все цвета, использованные в изображении, нумеруют и для каждой части записывают номер ее цвета. Запомнив последовательность расположения частей и номер цвета для каждой части можно однозначно описать любой рисунок. Цветовая информация может занимать от одного до тридцати двух битов, в зависимости от глубины цвета.

##### Цветовые модели

Модель *СМУК* – используется для подготовки печатных изображений. Отличается тем, что изображения видят в отраженном свете, то есть чем больше краски положено, тем больше цвета они поглощают. Цветовыми компонентами такой модели являются не основные цвета, а те, которые получают вычитанием основных цветов из белого. Например: Б-Син=Красный+Зеленый.

Цветовая модель *HSB* – наиболее удобна для человека. В ней компонентами цвета являются: *Hue* – тон – характеризует конкретный оттенок цвета; *Saturation* – насыщенность (интенсивность) цвета; *Brightness* – характеризует примесь черного цвета в цвете. Эта модель используется в редакторах, направленных на создание изображений.

Цветовая модель *LAB* – принята в качестве международного цветового стандарта. Эта модель использует 3 компонента: *Lightness* – яркость, *Chroma* – интенсивность, которые вместе составляют информацию об освещенности *Luminance*, в изображении, содержащуюся в канале *L*. Канал *A* хранит информацию о тонах от зеленого до пурпурного, а информация о тонах от голубого до желтого хранится в канале *B*.

Цветовая модель *RGB*. Цвета в этой модели формируются посредством смешивания красного, синего и зеленого цветов. Любой цвет в этой модели представлен 3 числами, описывающими величину каждой цветовой составляющей. Черный цвет образуется, когда интенсивность всех 3 составляющих = 0, а белый когда она максимальна.

##### Форматы графических файлов

Формат *BMP* – собственный формат системы Windows, используется для

хранения данных без потери качества, глубина цвета изображения – до 24 бит. Не использует систему цветокоррекции.

Формат TIF (TIFF) – фактически стандарт для подготовки изображений в полиграфии. Глубина цвета изображения – до 24 бит. В файле формата изображение может храниться в моделях *CMYK*, *RGB*, *LAB*.

Разрешение – количество пикселей растрового изображения, приходящихся на дюйм. Значение разрешения сохраняется в файле при экспорте и используется графическими пакетами, чтобы изображение имело те же размеры, что и в исходном документе Photoshop.

Формат JPEG – основная особенность формата – высокая степень сжатия данных, достигаемая за счет сжатия с потерями (теряются мелкие детали, появляется муар).

Формат GIF – уплотненный формат с глубиной цвета – 256. Сжатие включено постоянно, так как он предназначен для размещения изображений в сети Internet. Особенность формата – возможность создания анимированных изображений.

Формат PSD – собственный формат Photoshop. Он позволяет записывать готовое растровое изображение со многими слоями, дополнительными цветовыми каналами, масками и пр.

Интерфейс программы Adobe Photoshop Стандартное расположение элементов интерфейса программы Adobe Photoshop представлено на рисунке 1.1:

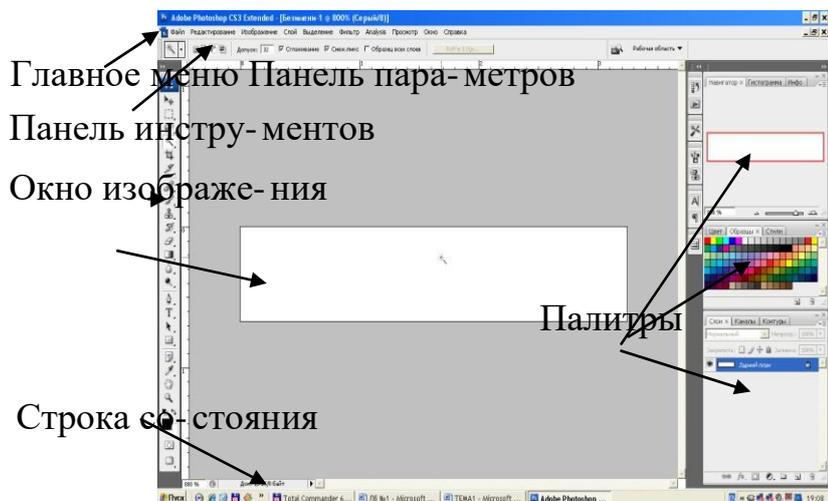


Рисунок 1.1 – Внешний вид окна программы (может различаться в зависимости от версии программы)

В левой части экрана Photoshop находится прямоугольная панель инструментов. В ней сосредоточены инструменты, предназначенные для обработки изображений. Чтобы выбрать инструмент, необходимо щелкнуть на одной из кнопок.

Наличие маленьких стрелок в правом нижнем углу некоторых кнопок означает, что если щелкнуть на таком инструменте и не отпускать кнопку мыши, то раскроется дополнительная панель с инструментами данной категории.

В нижней части окна Photoshop располагается строка состояния, отображающая служебную информацию. Вдоль правой части окна Photoshop располагаются

палитры. У каждой палитры в правом верхнем углу (треугольная стрелка) есть раскрывающееся меню.

Создание, открытие и сохранение растровых изображений

#### *Открытие документа*

Чтобы открыть документ, выполните команду *Открыть* меню *Файл*. При этом откроется диалоговое окно *Открыть*.

В этом окне по умолчанию находятся имена только тех файлов, с которыми Photoshop может работать. В проводнике Windows найдите папку с документами, щелкните на имени нужного файла, а затем на кнопке *Открыть* или просто дважды щелкните на имени файла. Обратите внимание, что при выделении в этом окне файлов некоторых форматов, таких как TIFF, JPEG и, естественно, формат Photoshop с расширением PSD, внизу окна появляется миниатюрное изображение и размер файла. Для прочих форматов вы увидите только размер файла. Чтобы открыть один из них, достаточно щелкнуть на его имени в списке. При открытии файла Photoshop судит о формате изображения по расширению файла. Если вы не хотите переименовывать файл, дав ему нужное расширение, или вы сами не помните, в каком формате было изображение, используйте команду меню *Файл>Открыть как*. В выпадающем *Открыть как* выберите формат файла. Если вы выбрали правильно, файл откроется, если нет, появится сообщение об ошибке.

Быстро открыть документ, с которым вы недавно работали, можно командой *Файл>Последние документы>...*

#### *Создание нового документа*

Для создания нового документа выполните команду *Файл>Новый*. В диалоговом окне вы должны сообщить программе данные, необходимые для формирования документа: его размеры, разрешение и цветовую модель.

В этом окне уже установлены значения параметров, соответствующие тому, что у вас в данный момент находится в буфере обмена. Если ваша цель – записать в файл изображение из буфера обмена, размеры, разрешение и цветовая модель нового документа идеально подогнаны под него. Все, что вам остается, это ввести имя файла в поле *Имя* и щелкнуть на кнопке *Ок*. Если документ должен быть больше изображения из буфера или вовсе не имеет к нему отношения, вы можете сами задать любые параметры или использовать значения, задаваемые по умолчанию.

В разделе Contents (Содержимое фона) выберите, чем заполнить фоновый слой изображения:

- White (Белый) – заполнить фоновый слой белой заливкой;
- Background Color (Фоновый цвет) – залить фоновый слой текущим фоновым цветом;
- Transparent (Прозрачный) – сделать фон прозрачным, не присваивая ему никакого цвета.

#### *Сохранение изображений*

Photoshop, как и большинство других приложений, требует сохранения результатов работы. Однако немного найдется прикладных программ, которые

предоставляли бы столько различных вариантов сохранения, сколько Photoshop. Операция сохранения в Photoshop позволяет записать результаты редактирования поверх прежней версии файла, сохранить отредактированное изображение под новым именем или в новом формате. Какой бы вариант вы ни использовали, сохраняйте работу почаще. Если компьютер «зависнет» или произойдет сбой операционной системы, все изменения, внесенные в изображение позднее последнего сохранения файла, будут потеряны. Ниже перечисляются допустимые варианты сохранения файла:

1. Можно выбрать команду *Файл>Сохранить (File>Save)*. Все внесенные вами изменения будут записаны поверх предыдущей версии файла.

2. Можно также выбрать команду *Файл>Сохранить как (File>SaveAs)*. Это обеспечит вам возможность сохранить файл в ином месте на диске.

3. Наконец, можно выбрать команду *Файл>Сохранить версию (File>Saveacopy)*. К этому варианту стоит обратиться в момент, когда в процессе редактирования возникает ситуация, требующая сохранения копии файла. Данная команда предоставляет возможность создать резервную копию файла, не прерывая работу над изображением, а также, при необходимости, сохранить в ином формате.

#### Практическая часть

Задание 1. Создать новое изображение размером *640* на *480* пикселей, разрешением *75 пикс/дюйм*, цветовой режим *RGB*, фон – *прозрачный*, имя изображения *Photo1*.

Задание 2. Последовательно сохранить изображение в форматах *BMP*, *JPEG*, *TIF*. Проанализировать размер полученных файлов.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислить компоненты окна приложения.
2. Перечислить информацию об открытом файле, которая содержится в строке состояния.
3. Перечислить цветовые модели, поддерживаемые графическим редактором *Adobe Photoshop*.
4. Перечислите форматы графических файлов растровой графики.

## Практическая работа № 2 ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Цель работы:* получить навыки изменения размеров изображений, кадрирования изображений.

Теоретическая часть  
Изменение размеров изображения

Кадрирование изображения позволяет отсечь ненужные фрагменты изображения и производится с помощью инструмента *Рамка (Crop)* .

Операцию кадрирования выполняют, предварительно выделив прямоугольную область (при необходимости можно изменить ее размеры), двойным щелчком внутри нее.

Для поворота сканированного изображения используют команду *Повернуть холст* в меню *Изображение*. В появившемся подменю необходимо выбрать параметры поворота.

Изменение геометрических размеров изображения с сохранением и без сохранения пропорций

Изменить размер документа можно двумя способами:

1. При *изменении размеров холста* размер изображения изменяется только за счет обрезки или добавления полей.

2. При *изменении размеров изображения* меняется структура изображения. При том же содержании изображения можно менять размер пикселей или число пикселей, или то и другое.

Для изменения геометрических размеров изображения выберите в меню *Изображение* команду *Размер изображения*. В появившемся окне диалога измените размеры изображения. Для ограничения пропорциональности изображения отмените флажок *Сохранять пропорции*.

Откат сделанных операций: команда *Undo*, палитра *History*, команда восстановления *Revert*.

Отмена последней операции в программе Adobe Photoshop производится с помощью команды *Отмена* в меню *Правка*.

Для отмены более ранних операций предназначена палитра *История*. Чтобы отменить сразу несколько операций, необходимо просто выбрать ту операцию, к которой вы хотите вернуться. Для восстановления первоначального документа выберите в меню *Файл* команду *Восстановить* (клавиша <F12>).

Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

Контрольные вопросы

1. Опишите способы изменения размеров изображений.
2. Опишите способы кадрирования изображений.
3. Опишите способы поворота изображений.

## Практическая работа № 3 КОРРЕКЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Цель работы:* получить навыки корректировки цветов, изображений, работы с выделенными областями изображений.

Теоретическая часть

### *Основы коррекции изображений*

Коррекция яркости и контрастности изображения  
Коррекция яркости и контрастности изображения производится с помощью применения меню *Изображение* – подменю

*Коррекция* – команды *Яркость/Контраст*.

Передвигая указатель вправо – увеличиваем яркость и контраст, влево – уменьшаем.

### *Коррекция цветового баланса*

Изменить цветовой баланс изображения можно с помощью меню *Изображение* – подменю *Коррекция* – команды *Цветовой баланс*. Перемещая регулятор в сторону предложенных цветов изменяем общий цветовой баланс изображения.

### *Работа с выделенными областями.*

#### *Понятие выделенной области. Инструменты выделения областей*

Выделенные области – это участки изображения, окруженные выделяющей рамкой. На панели инструментов находятся три основных группы инструментов выделения:

1. Инструменты группы Область (Marquee) 
2. Инструменты группы Лассо (Lasso) 
3. Инструмент Волшебная палочка (Magic Wand) 

#### *1. Инструменты группы Область (Marquee).*

 Прямоугольная область – инструмент предназначен для формирования (при нажатой кнопке мыши) выделенной области (маски) прямоугольной формы, а также для ее перемещения по области документа. Если в процессе формирования нажать клавишу <Shift>, то форма выделенной области будет симметричной (в данном случае квадратной), а если клавишу <Alt>, то центр области будет находиться в месте расположения указателя в момент нажатия кнопки мыши.

 Овальная область – то же, но в отношении выделенной области эллиптической формы.

 Область «горизонтальная строка» – то же, но в отношении выделенной горизонтальной строки толщиной в один пиксель.

 Область «вертикальная строка» – то же, но в отношении выделенной вертикальной строки толщиной в пиксель.

#### *2. Инструменты группы Лассо (Lasso)*

 Лассо – используется для формирования (при нажатой кнопке мыши)

выделенной области (маски) произвольной формы, а также для ее перемещения по области документа.

 Прямолинейное лассо – позволяет создать (посредством щелчков мыши) выделенную область в форме произвольного многоугольника. Процесс формирования области завершается в результате замыкания контура выделения (при перемещении указателя в исходную точку выделяющего контура) и щелчка мышью либо после двойного щелчка в текущей точке контура области.

Магнитное лассо – предназначен для формирования выделенной области по границам контрастных участков изображения. Процесс формирования происходит при перемещении инструмента вдоль границ цветовых или тоновых переходов при ненажатой кнопке мыши (щелчок производится в исходной точке будущего контура выделения) и выполнении щелчков в местах изменения направления его перемещения. Позволяет сформировать выделенную область толщиной в один пиксель путем перемещения инструмента в обратном направлении по траектории его первоначального движения.

### 3. Инструмент Волшебная палочка (Magic Wand).

 Волшебная палочка – посредством щелчка кнопкой мыши выделяет пиксели изображения с цветовыми оттенками, близкими к цвету пикселя, на котором находится инструмент при выполнении щелчка. В зависимости от настроек инструмента такие пиксели можно выделять как в активном слое документа, так и в неактивных слоях. Ограничение можно накладывать лишь на выделение смежных пикселей изображения.

#### *Операции копирования/вставки и перемещения содержимого выделенной области*

Инструмент *Перемещение*  Выполняет перемещение графического объекта или его выделенной части в другое место того же слоя документа либо копирование объекта (его части) в новый слой другого открытого документа. Если при перемещении выделенной части объекта внутри документа нажать клавишу <Alt>, то эта часть будет не вырезаться из области объекта, а копироваться.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Опишите способы изменения размеров изображений.
2. Опишите способы кадрирования изображений.
3. Опишите способы поворота изображений.
4. Опишите инструменты группы Область.

## Практическая работа № 4 СЛОИ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Цель работы:* получить навыки корректировки цветов, изображений, работы с выделенными областями изображений.

### Теоретическая часть

#### *Понятие слоя как структурного элемента изображения*

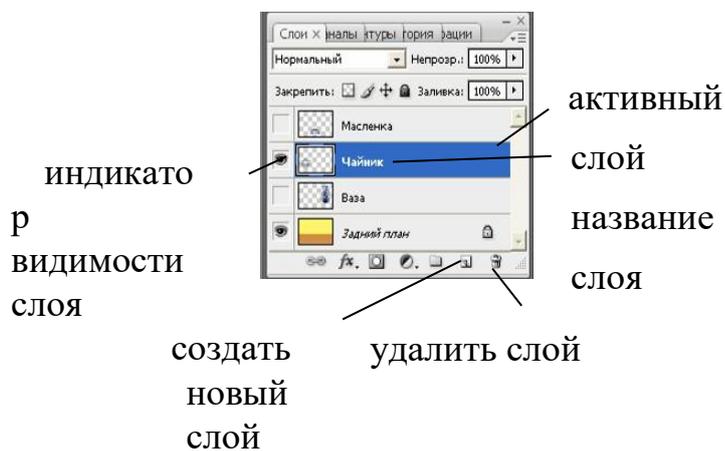
Слой – это чрезвычайно гибкое средство, позволяющее манипулировать отдельными объектами изображения и при этом не портить соседних областей.

Представьте себе, что отдельные детали изображения нарисованы на отдельных листах прозрачного целлулоида, как это раньше делалось при создании мультфильмов. Когда листы накладываются друг на друга, вы видите цельное изображение. Листы можно сдвигать, вращать, менять местами – и каждый раз изображение будет выглядеть по-иному. Если вставить между ними цветную пленку без изображения, часть объектов или все изображение окрасится оттенками одного цвета.

Слой – это и есть один такой лист. На нем может быть нарисована одна или несколько деталей изображения. Кроме того, они могут быть полупрозрачными и иметь эффекты типа тени, свечения и др. Инструментом управления работой со слоями служит Палитра Слои.

#### *Параметры слоя. Создание, удаление, изменение порядка слоев. Объединение нескольких слоев в один*

В палитре Слои перечислены все слои изображения. Фоновый слой всегда находится в конце списка и называется *Задний план*. Миниатюра слева от имени слоя в уменьшенном виде отражает его содержимое.



Для того чтобы сделать слой активным щелкните мышью на имени нужного слоя в палитре. Чтобы временно спрятать слой, щелкните мышью на значке *Глаз* (*Индикатор видимости слоя*) напротив его миниатюры. Чтобы вновь сделать слой видимым, щелкните мышью еще раз. Если щелкнуть в палитре слои между значком *Глаз* и миниатюрой слоя установится значок *Связь*.

*Режим наложения* определяет, каким образом пиксели активного слоя взаимодействуют с пикселями других слоев, расположенных под ним. Поле

*Непрозрачность (Непрозр.)* в верхней части окна палитры *Слои* управляет степенью непрозрачности активного слоя в диапазоне от 0 до 100 %.

Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию слой и опишите его свойства.
2. Перечислите режимы наложения слоев.

## Практическая работа № 5 РЕДАКТИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Цель работы:* получить навыки редактирования цветов.

Теоретическая часть

*Выбор оттенков цвета*

Самый быстрый и простой способ выбора цветового оттенка – с помощью панели инструментов: левый верхний образец обозначает основной цвет, а правый нижний – фоновый. Для изменения любого из них достаточно щелкнуть на соответствующем образце.

 Цвет переднего плана – позволяет выбрать цвет переднего плана. Для этого необходимо щелкнуть мышью на индикаторе цвета, в появившемся окне выбрать новый цвет и нажать *Ok*. На индикаторе цвета отобразится новый цвет.

 Цвет фона – позволяет выбрать цвет фона. Для этого необходимо щелкнуть мышью на индикаторе цвета, в появившемся окне выбрать новый цвет и нажать *Ok*. На индикаторе цвета отобразится новый цвет.

 Переключить цвет переднего плана и цвет фона – нажатие на изогнутую стрелочку меняет местами цвет переднего плана и цвет фона.

 Установить цвет переднего плана и цвет фона по умолчанию – щелчок мышью по уменьшенной копии индикаторов цвета назначает цвет переднего плана черным, цвет фона – белым.

*Окно диалога Цвет*

Переместите указатель в пределы цветового поля окна, и он примет вид кружка. Установите кружок в область нужного оттенка и щелкните кнопкой мыши, чтобы выбрать его. Для настройки цвета вы можете использовать один из следующих приемов: перетаскивание треугольных ползунков вдоль шкалы цветов; щелчок в пределах шкалы; ввод численных значений в текстовые поля справа от шкалы.

*Палитра Образцы*

Палитра Образцы представляет быстрый способ выбора цвета. Здесь цветовые оттенки разлиты по ячейкам-образцам, и все, что требуется сделать для выбора одного из них, – это щелкнуть на ячейке соответствующего образца. Вы можете также добавлять цвета в состав каталога и сохранять собственные цветовые палитры. Для вызова палитры *Образцы (Swatches)* выберите команду меню *Окно>Образцы (Window> Swatches)*. Если поместить указатель мыши над любой из ячеек образцов цвета, он превратится в указатель инструмента *Пипетка (Eyedropper)* . Этот инструмент позволяет взять пробу выбранного цвета. Щелкните кнопкой мыши.

Средства управления режимами работы с изображением Edit in Standart Mode

 (Редактирование в стандартном режиме) (<Q>) – этот режим включен по умолчанию и предназначен для обработки изображения в обычном режиме.

 Edit in Quick Mask Mode (Редактирование в режиме Быстрая маска) – включение этого режима переводит редактор в режим быстрой маски, в котором

можно редактировать границы выделения с помощью инструментов рисования. В этом режиме изображение оказывается наполовину покрыто полупрозрачной красноватой пленкой. Она покрывает невыделенные (маскировочные) области изображения. Рисование черным расширяет маскированные области за счет выделений. Рисование белым расширяет выделение и стирает маскирование.

 Следующая группа устанавливает режимы экрана. Всего существует три таких режима (их также можно переключать горячей клавишей <F>).

– Standart Screen Mode (Стандартное окно). Редактор и изображение открываются в собственных окнах. Этот режим включен по умолчанию.

– Целый экран с главным меню (Полноэкранный режим со строкой меню). Эффективен в том случае, если изображение не помещается в стандартном окне. В этом режиме исчезает все лишнее.

– Full Screen Mode (Полноэкранный режим) – отличается от предыдущего только тем, что с экрана исчезает еще и строка меню. Для того чтобы все же показать строку меню, необходимо нажать комбинацию клавиш <Shift>+<F>. Повторное нажатие этих клавиш снова удаляет строку меню. Чтобы убрать с экрана вообще все элементы, нажимаем клавишу <Tab>. Повторное нажатие этой клавиши – возвращает все на свои места. Комбинация клавиш <Shift>+<Tab> убирает с экрана только все палитры, оставляя панель инструментов. Линейки остаются видимыми в любом случае. Режим отображения линеек изменяется с помощью комбинации клавиш <Ctrl>+<R>.

### *Инструменты редактирования*

Инструменты редактирования ничего не закрашивают и не рисуют. Они только воздействуют на уже созданное изображение. Таких инструментов всего шесть. И находятся они в седьмом ряду на панели инструментов.

 Blur («Размытие») (<R>) – инструмент уменьшает контрастность, что приводит к потере резкости изображения. А если применить его совместно с нажатой клавишей <Alt>, то эффект будет прямо противоположным.

 Sharpen («Резкость») (<R>) – в этом же семействе инструментов – придает изображению резкость. Однако с помощью него вы не сможете восстановить то, что «испортили» инструментом Blur. Этот инструмент повышает контрастность между соседними пикселями. Оба вышеописанных инструмента: и Blur, и Sharpen удобно применять в том случае, если требуется подправить небольшие участки изображения. В иных случаях полезнее будет применять аналогичные фильтры.

 Smudge («Палец») – в этом же семействе инструментов – размазывает цвета внутри изображения. Его действие очень похоже на действие инструмента Blur (Размытие). Однако Smudge размывает цвета.

 Dodge («Осветление») (<O>) – осветляет обрабатываемый участок изображения, при условии его вхождения в заданный тоновый диапазон: теней, полутонов или тонов.

 Burn («Затемнение») – с точностью до наоборот повторяет действие предыдущего инструмента из этого же семейства – затемняет обрабатываемые



участки изображения.

Sponge («Губка») – снижает насыщенность и контрастность цветов: цвета тускнеют, переходя в конце концов в серый цвет.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Сформулируйте понятие Цвет.
2. Перечислите средства управления режимами работы с изображением.
3. Перечислите инструменты редактирования.
4. Опишите назначение инструментов редактирования.

## Практическая работа № 6 РИСОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Цель работы:* получить навыки рисования изображений.

Теоретическая часть

### *Инструменты рисования и закрашивания*

 Paintbrush («Кисть») (<B>). Позволяет рисовать мягкие линии цвета переднего плана, незазубренные, похожие на мазки кистью.

Толщина и размытость краев линии определяются выбранным профилем кисти, при этом цветовая насыщенность линии не зависит от скорости перемещения инструмента по области рисунка. Однако прозрачность линии здесь задается процентным значением параметра *Opacity (Непрозр.)*. А изменение параметра *Нажим* позволяет рисовать линию более блеклого цвета. Активная кнопка *Аэрограф*, включает имитацию соответствующего инструмента.

 Pencil («Карандаш») (<B>). Имитирует след от обычного карандаша. Толщина линии определяется выбранным профилем, размытость линии отсутствует (в отличие от двух предыдущих инструментов). Возможна регулировка прозрачности линии, аналогично инструменту Paintbrush.

 Clone Stamp («Штамп») (<S>). Копирует одну часть изображения в другое место документа. Сначала необходимо задать место, откуда будут браться «клоны». Для этого щелкните в выбранном месте, удерживая клавишу <Alt> нажатой. Как только нажали клавишу <Alt>, в этом месте появится значок инструмента «штамп». Затем переведите указатель мыши в то место, куда требуется поместить копию. Теперь у нас два указателя: один, в виде крестика, будет перемещаться по месту, с которого копируем (параллельно второму, которым мы будем управлять), а второй, в виде кружка, – там, куда копируем.

Этот инструмент очень удобно применять, когда необходимо подправить некоторые небольшие элементы изображения, имеющие сложный рисунок или фактуру.

 Pattern Stamp («Узорный штамп»). Еще один инструмент из семейства штампов. Он позволяет создавать мозаичный узор на основе заранее заданного шаблона. Шаблон задается командой *Edit>Define Pattern (Редактирование>Определить образец)*.

 History Brush («Архивная кисть») (<Y>) иногда также называется «Исторической кистью». Она позволяет с легкостью вернуть в прежнее (на момент последнего сохранения) состояние выбранный участок изображения. Удобно применять этот инструмент в случае, когда какой-нибудь эффект (фильтр, например) нужно применить не ко всему изображению, а, например, только к фону.

В параметрах инструмента предусмотрена регулировка прозрачности (параметр *Непрозрачность–Непрозр.*). Значение этого параметра лучше уменьшать при восстановлении мелких фрагментов изображения, либо при тонкой работе на границе фрагментов. Работа данного инструмента непосредственно связана с

палитрой *History* (*История*). Именно здесь фиксируются все выполненные действия в процессе работы с данным документом.

 Art History Brush («Архивная художественная кисть»). Еще один инструмент из семейства «исторических кистей». В принципе, он аналогичен предыдущему (*History Brush*) – восстанавливает пиксели предыдущего состояния фрагмента изображения. Однако он имеет множество разнообразных стилей, которые позволяют добиваться весьма интересных эффектов. Чаще всего этот инструмент используют для создания так называемой импрессионистской графики.

Кроме традиционных для многих инструментов параметров Brush (Профиль кисти), Mode (Режим) и Opacity (*Непрозрачность*), здесь есть еще четыре оригинальных параметра, значения которых выбираются в раскрывающихся списках:

- Stile (Стиль) – задает тип пучков мазков, которыми производится эффект. В сочетании с оптимально подобран- ными размерами и типами кистей, рисование разными стили- ми приводит к получению удивительных результатов.

- Fidelity (Диаметр) – диаметр пучков данной кисти.

- Area (Допуск) – определяет область изображения, покрываемую кистью за одно применение. Большие значения соответствуют большим мазкам.

Следующее семейство данной группы инструментов можно обобщенно назвать «Ластики».

 Eraser («Ластик») (<E>). Обычный ластик. Его приме- нение приводит либо к окрашиванию в цвет фона, либо к стиранию рисунка активного слоя так, что становится виден нижний слой. Применение данного инструмента с нажатой клавишей <Alt> активизирует «*Волшебный ластик*», который может вернуть стертое изображение.

 Background Eraser («Фоновый ластик»). Позволяет удалять фон рисунка, бережно относясь к границам изображения.

 Magic Eraser («Волшебный ластик»). Относится к тому же типу инструментов, что и *Magic Wand* («*Волшебная палочка*»). После щелчка на рисунке удаляются области, зали- тые одним цветом (или подобными цветами). Принцип его действия отличается от принципа действия предыдущего ин- струмента тем, что по щелчку удаляется сразу вся окрашенная одним цветом область (то есть возить инструментом по изображению не требуется).

### *Инструменты заливки*

В Photoshop предусмотрено два инструмента заливки: *Paint Bucket* (*Заливка*) и *Gradient* (*Градиент*). Эти инструменты призваны выполнять заливки трех типов:

- равномерная – раскраска области заливки одним цветом;
- шаблонная – заполнение области заливки мозаичным узором, составленным из элементов выбранного шаблона;
- градиентная – заливка плавным переходом цвета (гради- ентом), по заданному правилу.

 Paint Bucket («Заливка») (<G>) – щелчок этим инстру- ментом приводит к заливке однородной области сплошным цветом переднего плана, или заранее

заданным узором (то есть равномерная и шаблонная заливка). Все параметры данного инструмента устанавливаются на панели параметров.

Fill (Заливка) – в этом раскрывающемся списке можно выбрать тип заливки: цветом переднего плана (*Foreground*) и шаблоном (*Pattern*). Если выбран именно этот способ заливки (*Шаблонный*), то тогда становится активным следующий параметр: *Pattern* (*Узор*). В этом меню можно выбрать шаблон, который предлагается по умолчанию редактором, либо созданный самим. Этот узор можно задать командой меню *Edit>Define Pattern*(*Редактирование>Определить узор*).

Кроме всего прочего, для данного инструмента можно задать режим смешения цветов (*Mode*), уровень непрозрачности (*Opacity*) и т.д.

 Gradient («Градиент») (<G>). Заливает выделенную область плавным переходом цветов, который обычно и называется градиентом. Плавный переход цветов генерируется автоматически редактором, необходимо задать только крайние (ключевые) цвета. Эти цвета устанавливаются как цвет переднего плана и цвет фона. Чтобы задать градиентную заливку, нажимаем левую кнопку мыши, установив указатель в том месте, где будет начало градиента и, не отпуская ее, протягиваем в направлении распространения градиента. Точка начала линии определяет положение основного цвета. Точка конца линии – соответственно, положение цвета фона.

В отличие от инструмента заливки *Paint Bucket*, данный инструмент заливает весь рисунок, независимо от значения параметра *Tolerance* (*Допуск*). Если же необходимо залить градиентом какой-то определенный участок изображения, то предварительно создаем выделение этого участка и применяем инструмент внутри этой области. Если есть несколько выделенных областей, то протягивание инструмента по всем областям создает непрерывную заливку для всех этих областей. Чтобы успешно пользоваться инструментом *Gradient*, необходимо освоить панель его параметров. Она очень похожа на аналогичные панели для других инструментов заливки. Однако оригинальными параметрами этого инструмента являются те, которые задают вид и стиль градиента. Возможно задание одного из пяти типов (стилей) градиента: линейный, радиальный, угловой, отраженный и ромбический.

*Назначение градиента:* спомощью этого инструмента можно создавать эффект тени, что имитирует объемность какой-то фигуры. Кроме того, градиенты широко используются совместно с масками, для создания, например, плавного перехода из одного рисунка в другой.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Опишите назначение инструментов рисования и закрасивания.
2. Опишите назначение инструментов заливки.
3. Опишите порядок заливки области или фигуры градиентом.

## Практическая работа № 7

### КОНТУРЫ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ. ТЕКСТ

*Цель работы:* получить навыки работы с контурами и текстом в изображениях.

Теоретическая часть Инструменты выделения  
контура

 Path Component Selection («Выделение элементов контура») (<A>, <Ctrl>) – осуществляет полное выделение (вместе с узелками) контуров двумя способами; перемещение выделенного контура в другое место; создание и перемещение копии выделенного контура при нажатой клавише <Alt>.

 Direct Selection («Непосредственное выделение») – применяется для редактирования контура. Щелчок при нажатой клавише <Alt> выделяет всю дорожку.

 Type («Текст») (<T>) используется для добавления (создания) к рисунку векторного текста.

Инструмент позволяет создать текст двух типов: простой и фигурный. Фигурный (Point type) позволяет набирать одну или несколько строк текста с любыми параметрами (атрибутами). Применяется обычно для логотипов, заголовков и других маленьких фрагментов текста. *Простой (Paragraph type)* позволяет устанавливать размер контейнера для набора. По мере заполнения текстом строк он автоматически распределяется, образуя колонку заданной ширины. В данном случае применяется любое возможное в программе форматирование, то есть задание атрибутов. Этот тип текста пригоден для набора заметок, статей и пр.

Текст создается в отдельном, текстовом слое (*Text Layer*). Слою можно задавать эффекты, искажать его как обычный. Однако текстовый слой имеет особые свойства. Во-первых, некоторые команды к нему неприменимы. Во-вторых, текст остается редактируемым, то есть вы можете изменить его параметры – шрифт, размер символов и др.

Все параметры данного инструмента настраиваются на соответствующей панели параметров. Здесь устанавливаются шрифт, стиль, размер шрифта, сглаживание символов, цвет текста, выравнивание, а также направление и оболочка текста. Для создания простого текста сначала создается текстовый контейнер – область, в которой этот текст и будет размещаться. Контейнер создается простым перетаскиванием курсора по изображению после выбора инструмента. Внутри контейнера появится курсор, что означает готовность к набору текста. Сначала делаются все установки для текста, и только потом он набирается. Впрочем, изменить параметры текста можно и после его набора. Для этого выделяем текст внутри контейнера простым перетаскиванием курсора при нажатой левой кнопке мыши.

Когда текст набран, вы можете изменить форму контейнера. Иногда размер контейнера слишком мал, поэтому производится автоматический перенос слов на следующую строку. Параметры данного инструмента аналогичны параметрам для таких инструментов во многих других редакторах (не обязательно графических).



**Create Warped Text** – этот параметр задает искривление текста. Его удобно – использовать при создании эмблем (логотипов) или плакатов. Можно выбрать одну из пятнадцати доступных форм контуров, тип искажения кривой и искривление. Нельзя искривить только тот текст, к которому применялись стили *Faux Bold* и *Faux Italic*. Также нельзя искривить растровые шрифты.

После того как текст создан, он растрируется. Если вы собираетесь печатать его на PostScript-устройстве, то символы текста выводятся как объекты, с максимальным качеством. В этом случае способ растрирования не имеет большого значения. Однако если макет готовится к электронному распространению, выбор метода сглаживания при растрировании очень важен, особенно когда вы создаете текст малого кегля (размера). Следует учитывать – чем больше кегль текста, тем лучше он будет восприниматься в растрированном виде. Крупные символы сохраняют форму и без сглаживания. Символы среднего размера, если их контуры не сгладить, теряют четкость очертаний, наклонные линии в них становятся ступенчатыми.

Если вы собираетесь применять сглаживание, то помните, что это очень сильно увеличит необходимое число цветов при переводе изображения в индексированное.

Совсем мелкие символы, как бы вы их ни набирали, не будут читаться после растрирования, их следует избегать. Лучше перестроить дизайн таким образом, чтобы информация оставалась в виде нерастрированного текста. Если вы решили сглаживать контуры текста при растрировании, вам необходимо выбрать один из пунктов раскрывающегося списка *Set the anti-aliased method* (*Установить метод сглаживания*) в панели свойств инструмента *Type* (*Текст*).

Возможны следующие варианты: **None** (Нет) – не применять сглаживание; **Crisp** (Резкость) – сглаживание визуально увеличивает резкость; **Strong** (Насыщенное) – в результате сглаживания буквы становятся толще, тяжелее; **Smooth** (Гладкость) – сглаживание проводится так, чтобы контуры букв были как можно более гладкими.

К параметрам сглаживания можно отнести и усреднение расстояний между символами. По умолчанию символы шрифта в наборе имеют дробные размеры по ширине. Это означает, что расстояние между символами не одинаково, а варьируется, причем промежутки отличаются между собой на доли пиксела. В большинстве случаев дробная ширина очень благотворно влияет на внешний вид текста – распределение символов кажется более равномерным. Однако для шрифтов небольшого кегля при подготовке электронной публикации эту функцию нужно отключать, иначе символы сольются или, напротив, расстояния между ними станут излишне велики. Чтобы активизировать режим дробной ширины, выберите команду-переключатель *Fractional Widths* (*Дробная ширина*) в меню палитры *Character* (*Символ*). Птичка напротив команды говорит об активности этого режима.

#### Виды перьев



**Pen (<P>)** («Перо») – формирует векторный контур по методу Безье, то есть с помощью узелков и контрольных точек.

 Freeform Pen («Произвольное перо») – формирует контуры и векторные маски произвольной формы.

 Insert Point («Добавление узла») – как следует из названия инструмента, он служит для добавления на сегменте контура дополнительных узлов (точек привязки).

 Remove Point («Удаление узлов») – служит для удаления узлов (точек привязки) на контуре, не разрывая контур.

 Convert Point («Преобразование узла») – преобразовывает тип выделенного узла (точки привязки) векторного контура с одновременной регулировкой контрольных точек данного узла.

Инструменты создания геометрических фигур Следующее семейство инструментов позволяет создавать геометрические фигуры разной формы.

 Rectangle («Прямоугольник») (<U>) – соответственно, позволяет рисовать прямоугольник (а с нажатой клавишей <Shift> – квадрат), залитый цветом переднего плана.

 Rounded Rectangle («Скругленный прямоугольник») – создает фигуры, подобные описанным выше, но позволяет задавать радиус скругления углов прямоугольника.

 Ellipse («Эллипс») – создает овалы (в сочетании с нажатой клавишей <Shift> – круги).

 Polygon («Многоугольник») – позволяет создавать геометрические фигуры с произвольным количеством углов, а также – многолучевые звезды. По умолчанию создает выпуклый пятиугольник.

 Line («Линия») – рисует прямые линии заданной длины, толщины, цвета и направления.

 Custom Shape («Произвольная фигура») – позволяет создать геометрическую фигуру произвольной формы и сохранить ее для использования в дальнейшем.

Инструменты для работы с документом

Эти инструменты обеспечивают работу непосредственно с документом.

 Notes («Примечания») (<N>) – позволяет создать примечания к текущему рисунку: кто, когда и где создал данный рисунок и т.д. На панели параметров данного инструмента задаются имя автора данных примечаний, стиль и размер шрифта, которым эти примечания будут выполняться, а также цвет панели окна примечаний.

 Audio Annotation («Звуковые заметки») – создает те же примечания, но речевые (звуковые), а не письменные. Однако этим инструментом можно воспользоваться, только если к компьютеру подключен микрофон.

 Eyedropper («Пипетка») (<I>) – позволяет выбрать любой цвет пиксела изображения как цвет переднего плана (при нажатой клавише <Alt> – цвет фона).

 Color Sampler («Выбор цвета») – позволяет получить информацию о цвете,



взяв до четырех проб из любой точки документа.

Measure («Измеритель») – позволяет измерять расстояния и направления в окне изображения.

 Hand (<H>) («Рука») – позволяет двигать изображение в окне, чтобы увидеть те его части, которые не помещаются в окне.

 Zoom (<Z>) («Масштаб») – позволяет изменять масштаб изображения. Простой щелчок данным инструментом на изображении увеличивает его. Щелчок с нажатой клавишей

<Alt> – наоборот, уменьшает изображение, увеличивая обзор. А двойной щелчок возвращает изображение к нормальному размеру.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Опишите назначение инструментов создания геометрических фигур.
2. Перечислите инструменты для работы с документами.
3. Опишите виды перьев.
4. Перечислите инструменты выделения контура.

## Практическая работа № 8

### ОСНОВЫ РАБОТЫ В COREL DRAW

*Цели:* изучить интерфейс окна программы, понятие и виды объектов.

#### Теоретическая часть

Работа над любой иллюстрацией заключается в создании объектов, их редактировании и правильном взаимном расположении. Исходя из этого, основными принципами работы в Corel DRAW можно назвать следующие:

– Создание простых геометрических фигур или произвольных кривых и ломаных, замкнутых и разомкнутых. Вставка и форматирование текста.

– Редактирование любого объекта, изменение цвета контура и заливки, изменение формы объекта.

– Вставка готовых картинок в документ.

– Применение разнообразных художественных эффектов.

– Точное позиционирование объектов.

Главное меню обеспечивает доступ к командам Corel DRAW, объединенным в следующие группы:

– File (Файл) – команды, позволяющие открывать, сохранять, импортировать, экспортировать файлы, распечатывать рисунки, публиковать их в Internet; в нижней части списка команды расположен список последних открывавшихся файлов.

– Edit (Правка) – команды, позволяющие отменять и повторять последние действия, копировать объекты, настраивать их свойства.

– View (Вид) – команды, позволяющие настраивать окно отображения объектов, устанавливать и настраивать вспомогательные элементы окна.

– Layout (Макет) – команды, позволяющие добавлять, удалять и переименовывать страницы графического документа и настраивать их свойства.

– Arrange (Упорядочить) – команды, позволяющие активизировать инструменты преобразования и выравнивания объектов.

– Effects (Эффекты) – команды, позволяющие добавить различные специальные эффекты к объектам (например, эффекты выдавливания, тени, прозрачности и т.п.).

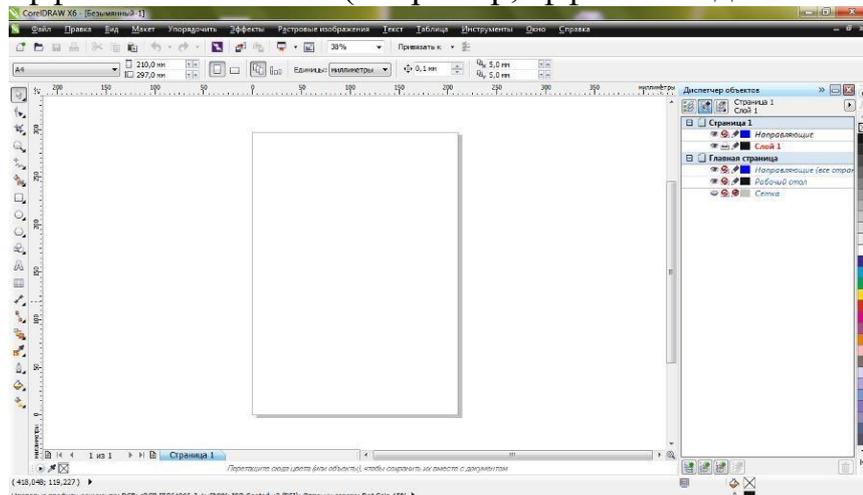


Рисунок 8.1 – Внешний вид окна программы Corel DRAW

– Bitmaps (Растровые изображения) – команды, позволяющие преобразовывать векторные изображения в растровые и наоборот, редактировать растровые изображения и добав- лять к ним различные эффекты.

– Text (Текст) – команды для работы с текстовыми объектами.

– Table (Таблица) – команды для работы с таблицами.

– Tools (Инструменты) – команды, позволяющие настраи- вать интерфейс программы, включать и отключать панели инструментов, а также настраивать их.

– Window (Окно) – команды, позволяющие переключаться между окнами разных файлов, одновременно открытых в Corel DRAW, а также вызывать дополнительные окна палитр, докеров и панелей инструментов.

– Help (Справка) – команды, позволяющие обратиться к встроенной справочной системе Corel DRAW.

Кроме того, интерфейс содержит и специфичные элементы. В центре окна программы расположена непосредственно *рабочая область* программы, изображенная в виде листа бумаги.

При выводе изображения на печать будет напечатано только то, что находится внутри рабочей области. *Полосы прокрутки* позволяют передвигаться по изображению, а *измерительные линейки* – точно позиционировать элементы рисунка и измерять их размеры. Для работы с цветом в правой части окна располо- жена *палитра цветов*. В *строке состояния* выводится дополни- тельная информация об объектах, существенно облегчающая работу с редактором.

Помимо стандартной панели инструментов, в Corel DRAW имеются и специфические панели, из которых особенно важными являются панель Toolbox (Инструменты) и панель Property Bar (Панель свойств). Инструменты панели Toolbox (Инстру- менты), позволяют создавать объекты, а элементы панели Property Bar (Панель свойств) позволяют изменять их свойства.

Чтобы расположить панель инструментов в произвольном месте, надо перетащить ее с помощью мыши. Панели можно расположить рядом с любой стороной окна или в произвольном месте рабочего окна. Любую панель инструментов можно отоб- ражать или не отображать в рабочем окне. Для этого достаточно выбрать команду меню Window/Toolbars (Окно/Панели инстру- ментов) и установить соответствующие галочки: для стандарт- ной панели – Standard (Основная), для главного меню програм- мы – Menu Bar (Панель меню), для панели свойств – Property Bar (Панель свойств), для панели инструментов – Toolbox (Инстру- менты) и для строки состояния – Status Bar (Строка состояния).

Любое изображение в векторном формате состоит из множества составляющих частей – *объектов*, которые можно редактировать независимо друг от друга. Вне зависимости от внешнего вида, любой векторный объект Corel DRAW имеет ряд общих характеристик (рисунок 8.1). Любой объект имеет некоторое количество точек, или *узлов*, соединенных прямыми или кривыми линиями – *сегментами*. Координаты узлов и параметры сегментов определяют внешний вид объекта. Сегменты объекта образуют *контур*: различают *замкнутые* и *разомкнутые* контуры. Область, ограниченную замкнутым контуром принято называть *заливкой*. Эту область можно закрасить (или залить) одним цветом, смесью цветов,

узором или текстурой. У одного объекта не может быть различных заливок или соединительных линий различной толщины и разных цветов.

### Создание векторных объектов

К простейшим геометрическим объектам, создаваемым в Corel DRAW, можно отнести прямоугольники и эллипсы, многоугольники, решетки и спирали.

**Прямоугольник** . Для того чтобы изобразить прямо- угольник, необходимо выбрать инструмент "Rectangle Tool" в панели инструментов Toolbox (Графика), расположенной в левой части окна программы (клавиша F6). Изображение кнопки при этом изменится, она будет, как бы зафиксирована в нажатом состоянии. Это говорит о включении режима создания прямоугольников. Она останется нажатой, пока не будет выбран другой инструмент.

Далее необходимо установить указатель мыши в любом месте рабочей области, нажать левую кнопку мыши, и, не отпуская ее, передвигать мыш. На экране появится прямо- угольник, размеры которого будут меняться вместе с передви- жением мыши. Чтобы закончить рисование, нужно отпустить кнопку мыши – прямоугольник останется на экране; вокруг него появится восемь габаритных маркеров (черные прямоугольни- ки), в центре – перекрестие, а в вершинах – узлы. Кроме того, в Corel Draw имеются следующие дополнительные возможно- сти рисования, широко применяемые при рисовании фигур:

а) если при рисовании прямоугольника удерживать нажатой клавишу [Shift], то прямоугольник будет рисоваться от центра;

б) если при рисовании прямоугольника удерживать нажа- той клавишу [Ctrl], то будет рисоваться квадрат;

в) если при рисовании прямоугольника удерживать одно- временно нажатыми клавиши [Shift] и [Ctrl], то, соответствен- но, будет рисоваться квадрат от центра.

Эти же методы построения используются при рисовании эллипсов, многоугольников, спиралей, решеток.

**Эллипс** . Для рисования эллипсов предназначен инстру- мент "Ellipse Tool" на панели инструментов Toolbox (Инстру- менты). При рисовании эллипсов используются те же приемы, что и при рисовании прямоугольников, и использование клавиш [Ctrl] и [Shift] так же позволяет рисовать эллипсы от центра и круги (клавиша F7).

**Многоугольники** . Инструмент "Polygon Tool" панели Toolbox (Инструменты) используется для рисования много- угольников. При этом как до, так и после рисования многоугольника можно выполнить настройку его параметров: установить количество вершин и тип фигуры (многоугольник или звезда).

**Спираль** . Если нажать и удерживать кнопку "Polygon Tool" панели инструментов Toolbox (Инструменты), то появится вспомогательная панель, которая, помимо инстру- мента для рисования многоугольников, содержит инструмен- ты для рисования спиралей и решеток. Чтобы выбрать ин- струмент для рисования спиралей, необходимо нажать кнопку "Spiral Tool". При этом с помощью панели Property Bar (Панель свойств) необходимо непосредственно перед рисо- ванием установить параметры спирали: количество витков спи- рали и

принцип рисования витков (клавиша A).

*Разлинованная бумага* . Чтобы создать решетку, на панели Toolbox (Инструменты) на вспомогательной панели инструмента "Spiral Tool" необходимо выбрать инструмент "GraphPaper Tool". Параметры решетки – количество ячеек по горизонтали и по вертикали – также требуется установить перед ее созданием, используя панель Property Bar (Панель свойств).

### *Рисование линий*

Для построения линии в режиме произвольных кривых предназначен инструмент "Freehand Tool" (Свободная форма)  панели Toolbox (Инструменты). Чтобы нарисовать произвольную кривую, нужно выбрать инструмент, поместить указатель мыши в пределах рабочей области, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, передвигать мышь.

Чтобы нарисовать отрезок, нужно щелкнуть мышью, затем отпустить кнопку и передвигать мышь. На экране появится отрезок, длина и направление которого будут изменяться за передвижением мыши. Второй щелчок мышью завершит рисование отрезка. Получить строго вертикальную или горизонтальную линию удобно, удерживая при рисовании нажатой клавишу [Ctrl] – в этом случае отрезок в процессе рисования будет поворачиваться с дискретным шагом в 15°.

Чтобы нарисовать ломаную, конечную точку каждого отрезка следует отмечать не одинарным, а двойным щелчком мыши, а в последней точке следует один раз щелкнуть мышью. Чтобы нарисовать замкнутый контур, достаточно совместить последнюю точку кривой с первой точкой.

Чтобы продолжить рисование ранее созданной кривой, достаточно подвести указатель мыши к одному из ее концов – указатель изменится на крест со стрелкой: это означает, что щелчок мышью в этом месте продолжит рисование кривой.

*Bezier Tool (Безье)* . Это плавно изогнутые кривые, с помощью которых можно построить любой произвольный контур. Эти кривые называются *кривыми Безье* по имени математика Пьера Безье (Pierre Bezier).

Кроме положения начальной и конечной точки, внешний вид кривой определяется *кривизной*, то есть ее изогнутостью между двумя узлами. Кривизна определяется двумя параметрами кривой в каждом узле, которые графически представлены с помощью отрезков, выходящих из узлов. Эти отрезки называются *манипуляторами кривизны* (рисунок 8.2).



Маркеры касательных

Манипуляторы кривизны

Рисунок 8.2 – Пример кривой Безье

Первым параметром, определяющим кривизну, является наклон кривой при ее входе в узел. Наклон манипулятора кривизны и показывает наклон кривой. Кривая, как магнитом, притягивается к манипуляторам кривизны.

Вторым параметром является степень кривизны, которая показывает, с какой скоростью при удалении от узла кривая расходится с касательной, проходящей через этот узел. Степень кривизны определяется длиной манипулятора кривизны. Таким образом, координаты узлов, наклон и длина манипуляторов кривизны определяют внешний вид кривой Безье. Если манипуляторы кривизны с обеих сторон сегмента имеют нулевую длину, то сегмент будет прямым.

Чтобы нарисовать кривую Безье, во вспомогательной панели инструмента "Freehand Tool" следует выбрать инструмент "Bezier Tool", установить указатель мыши на рабочее поле (при этом указатель изменится на крест с линией), нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, передвинуть мышь. На экране появится манипулятор кривизны, длина и направление которого будут меняться с передвижением мыши. Настроив длину и направление манипулятора, можно отпустить мышь и продолжить рисование дальше.

Если щелкнуть мышью без перетаскивания, то будет рисоваться ломаная. Если закончить рисование в той же точке, в которой начинали, получится замкнутый контур.

*Artistic Media Tool (Художественное оформление)* . Этот инструмент объединяет пять различных инструментов, позволяющих рисовать: 1) линии с переменной толщиной по одному из выбранных вариантов (Presets); 2) линии, представляющие собой растянутый по всей длине объект (Brush); 3) линии, представляющие собой множество копий одного или нескольких объектов, например, голубей, снежинок и т.п. (Sprayer); 4) каллиграфические линии (Calligraphic); 5) линии с переменной регулируемой толщиной (Pressure).

*Pen Tool (Перо)* . С помощью этого инструмента строятся линии Безье, но в отличие от инструмента "BezierTool" сегменты линии сразу отображаются на экране.

*Polyline Tool (Ломаная линия)* . Этот инструмент предназначен для построения ломаных.

*3 Point Curve (Кривая через 3 точки)* . С помощью этого инструмента можно построить различные дуги: сначала двумя щелчками мыши задаются точки хорды, на которой строится дуга, а затем перетаскиванием мыши и третьим щелчком строится сама дуга.

*Connector Tool (Соединительные линии)* . Данный инструмент предназначен для построения соединительных линий, часто использующихся при построении различных схем.

*Dimension Tool (Размер)* . Этот инструмент позволяет построить отрезки с подписью на них их длины, углы с подписью их меры, а также выноски.

Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Понятие «векторная графика».
2. Перечислите основные принципы работы в Corel DRAW.
3. Перечислите компоненты интерфейса программы.
4. Перечислите простейшие геометрические объекты (примитивы), имеющиеся в Corel DRAW.

## **Практическая работа № 9 ТЕКСТ, ПРАВКА ОБЪЕКТОВ, СПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ В COREL DRAW**

*Цели:* изучить приемы работы с текстом, правки и настройки взаимодействия объектов.

#### Теоретическая часть

В Corel DRAW существует две разновидности текстовых объектов: фигурный, или художественный (Artistic) и обычный, или простой (Paragraph) текст. Панель Property Bar (Панель свойств) при работе с текстовыми объектами похожа на панель форматирования текстового редактора.

Фигурный текст представляет собой графический объект, с которым можно работать, как с любым другим объектом Corel DRAW. Обычный текст представляет собой массив текста в рамке. Можно менять границы рамки обычного текста или придавать ей замысловатую форму, но внутри текст будет располагаться точно так же, как и в любом текстовом редакторе, например, в Microsoft Word.

Фигурный текст, как правило, используется для заголовков и надписей. Обычный текст предназначен для ввода больших объемов текстовой информации и часто используется при создании рекламных листовок, а также при верстке в Corel DRAW газет и журналов.

*Фигурный текст.* Чтобы добавить фигурный текст, нужно выбрать инструмент “Text Tool”  в панели инструментов Toolbox (Инструменты), установить указатель мыши на том месте, где требуется ввести текст и щелкнуть мышью: на месте щелчка появится текстовый курсор, который указывает, куда будет вставлен следующий символ при вводе с клавиатуры. На панели Property Bar (Панель свойств) можно установить гарнитуру шрифта, его размер, начертание, выравнивание текста. Если выделен текстовый объект целиком, изменится форматирование всех символов. При выбранном инструменте “Text Tool” можно выделить часть текста, и поменять только его форматирование. В списках панели Property Bar (Панель свойств) настраиваются основные свойства текстового объекта. Дополнительные возможности по форматированию текста можно получить в специальном диалоге, который вызывается с помощью кнопки “Format Text”  панели Property Bar (Панель свойств).

Редактирование текста осуществляется также просто. При выбранном инструменте “Text Tool” следует щелкнуть мышью перед любым символом в

тексте, и на месте щелчка появится текстовый курсор. В этом режиме можно перемещать текстовый курсор по фигурному тексту с помощью клавиш управления курсором. Удалять символы можно с помощью клавиш [Delete] или [Backspace]. Существует возможность располагать фигурный текст в несколько строк: для перехода на следующую строку надо нажимать клавишу [Enter].

Как и в текстовом редакторе, выделять фрагменты и перемещать курсор можно с помощью мыши.

С фигурным текстом можно выполнять все те же действия, что и с другими графическими объектами.

*Обычный текст.* Перед вводом обычного текста необходимо определить область, в которой он будет размещен. Чтобы задать эту область, нужно подвести указатель мыши к верхнему левому краю области, в которой требуется разместить текст, нажать левую кнопку мыши, и, не отпуская ее, начать передвигать мышь.

### Правка и настройка взаимодействия объектов

Чтобы переместить объект с помощью клавиш, необходимо его выделить и нажимая клавиши управления курсором ([←], [↑], [→] или [↓]), переместить его в требуемое место.

Для того, чтобы выделить несколько произвольных объектов, требуется сначала выделить один из них, а затем, удерживая клавишу [Shift] и не отпуская ее, выделить остальные объекты, щелкая на них последовательно мышью. Чтобы снять выделение одного из множества выделенных объектов, достаточно щелкнуть на нем, удерживая клавишу [Shift]. При этом все остальные объекты останутся выделенными.

Еще один способ выделения объектов – с помощью рамки выделения. Для этого надо щелкнуть левой кнопкой мыши выше и левее объекта или объектов, которые вы хотите выделить, и, передвигая мышь, удерживая ее нажатой. На экране между начальной точкой и текущим местом указателя появится пунктирный прямоугольник, называемый рамкой выделения. После того, как нужные объекты окажутся внутри пунктирного прямоугольника, необходимо отпустить кнопку мыши – объекты, целиком оказавшиеся внутри пунктирного прямоугольника, будут выделены.

В Corel DRAW предусмотрено несколько способов получения копий объектов.

*Первый способ.* Выделить объекты, копии которых надо получить, и нажать клавишу [+] слева от цифровой клавиатуры. Будут созданы дубликаты объектов на том же месте, где расположены оригиналы. При этом копии объектов в буфер непомещаются.

*Второй способ.* Выделить объекты и скопировать их в буфер одним из следующих способов: 1) выбрать команду меню Edit/Сору (Правка/Копировать); 2) щелкнуть на выделенных объектах правой кнопкой мыши и выбрать команду Сору (Копировать) в появившемся вспомогательном меню;

3) нажать кнопку Сору (Копировать) на стандартной панели инструментов; 4) нажать сочетание клавиш [Ctrl]+[Ins] или [Ctrl]+[C].

После того, как объекты скопированы в буфер, вставить их одним из

следующих способов: 1) выбрать команду меню Edit/Paste (Правка/Вставить); 2) щелкнуть правой кнопкой мыши на свободной области листа и в появившемся кон- текстном меню выбрать команду Paste (Вставить); 3) нажать кнопку Paste (Вставить) на стандартной панели инструментов; 4) нажать сочетание клавиш [Shift]+[Ins] или [Ctrl]+[V]. При этом оригинал объекта остается на своем прежнем месте.

*Третий способ.* Этот способ отличается от предыдущего тем, что объекты копируются в буфер, и при этом удаляются с листа. Для этого используется команда Cut (Вырезать).

*Четвертый способ.* Все предыдущие способы используются при создании независимых копий объектов. Однако в Corel DRAW есть возможность создавать копии, которые связаны с оригиналом – *клоны*. Чтобы создать клон, необходимо выделить объекты и выбрать команду меню Edit/Clone (Правка/Клонировать). Созданный в результате этой операции объект полностью зависит от параметров оригинала: от типа заливки, контура и т.п. При этом если изменять, например, заливку у клона, то заливка оригинала останется прежней, и при этом связь между оригиналом и клоном будет нарушена.

*Пятый способ.* Если переместить объект, удерживая правую кнопку мыши, то появится контекстное меню, в котором можно выбрать одну из команд:

– Move Here (Переместить сюда) – перемещает объект.

– Copy Here (Скопировать сюда) – копирует объект.

При перемещении и трансформации объектов часто удобно использовать вспомогательные объекты: измерительные линейки, сетку, направляющие линии, а также привязки к этим объектам и привязки объектов друг к другу.

*Измерительные линейки* активизируются посредством выбора команды меню View/Rulers (Вид/Линейки). Линейки располагаются в верхней и в левой части рабочего окна и позволяют определить размеры и местонахождение объектов. Единицы измерения на линейках соответствуют единицам измерения, принятым в редактируемом документе. При выбранном инструменте "Pick Tool" и при отсутствии выделенных объектов можно установить единицы измерения с помощью списка Units (Единицы) панели Property Bar (Панель свойств).

Нулевые координаты на линейках имеет левый нижний угол рабочей области, однако при необходимости точку отсчета можно изменить, перетащив мышью кнопку, расположенную в месте пересечения линеек.

Для того чтобы настроить *сетку*, следует выбрать команду меню Grid and Ruler Setup (Настройка сетки и линеек). В появившемся диалоговом окне можно установить следующие параметры настройки сетки: Frequency (Частота); Spacing (Интервал); Show Grid (Показать сетку); Snap To Grid (Привязка к сетке); Show Grid As Lines/ Show Grid As Dots (Показывать сетку как линии/Показывать сетку как точки).

*Направляющие* – вспомогательные непечатаемые линии, которые используются для точного позиционирования объектов. Самый быстрый и простой способ получить направляющие – щелкнуть мышью на одной из измерительных линеек и перетащить курсор мыши в рабочую область.

Если нужно более точное позиционирование направляющих, следует выбрать команду меню View/Guidelines Setup (Вид/Настройка направляющих). В появившемся диалоговом окне в иерархичном списке слева можно выбрать, какие направляющие будут настраиваться: горизонтальные, вертикальные, наклонные или заготовки.

#### Привязка объектов

В Corel DRAW существует возможность устанавливать привязку объектов к сетке, направляющим и другим объектам, которая будет действовать при создании и трансформации объектов. Активизация привязок осуществляется с помощью соответствующих команд меню: View/Snap To Grid (Вид/Привязка к сетке), View/Snap To Guidelines (Вид/Привязка к направляющим) и View/Snap To Objects (Вид/Привязка к объектам).

У каждого объекта в Corel DRAW есть точки, которые и подчиняются установленным привязкам. Например, у прямоугольника точками привязки будут вершины и центр. Именно эти точки и притягиваются, как магнитом, к узлам сетки, направляющим или точкам привязки других объектов, если попадают в область, которая называется *областью фиксации*.

#### Режимы отображения документа

Corel DRAW имеет пять режимов отображения документа (выбор осуществляется в меню Вид):

Simple Wireframe (Упрощенный каркас) – режим отображения каркаса иллюстрации, при котором отображаются только контуры иллюстраций; очень удобен для точного размещения контуров объектов в сложных иллюстрациях; кроме того, в этом режиме несколько упрощено отображение некоторых эффектов (смещения, экструзии и контура).

Wireframe (Каркас) – аналогичен предыдущему, но эффекты отображаются полностью.

Draft (Черновой) – используется преимущественно для компоновки элементов макета: растровые изображения отображаются с пониженным разрешением, а цвета заливок рассчитываются приблизительно; при этом увеличивается скорость прорисовки изображения.

Normal (Обычный) – используется в большинстве случаев, поскольку представляет реальный компромисс между качеством и скоростью отображения.

Enhanced (Расширенный) – использует максимальное разрешение растровых изображений, сглаживание контуров объектов и шрифтов, обеспечивая максимальное качество демонстрации документа; однако, скорость прорисовки документа снижается.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Понятие «векторная графика».
2. Перечислите основные принципы работы в Corel DRAW.
3. Опишите способы получения копий объектов.

4. Перечислите компоненты интерфейса программы.
5. Перечислите простейшие геометрические объекты (примитивы), имеющиеся в Corel DRAW.

## **Практическая работа № 10** **КОНТУРЫ И ЗАЛИВКИ В COREL DRAW**

*Цели:* изучить приемы работы с контурами и заливками.

### Теоретическая часть

Для редактирования контуров в графическом редакторе Corel DRAW используется инструмент "Outline Tool" (Абрис)  панели инструментов Toollbox (Инструменты). Вызвать диалоговое окно настройки параметров контура можно, нажав на вспомогательной панели инструмента "Outline Tool" команду "Outline Tool Pen Dialog" (Перо абриса). Откроется диалоговое окно Outline Pen (Перо абриса). Перед тем, как настраивать параметры контура, следует выделить соответствующий объект.

В диалоговом окне Outline Pen (Контур) в поле Color (Цвет) можно выбрать цвет для контура, развернув палитру щелчком на треугольной стрелке. Если цветов в палитре недостаточно, следует нажать кнопку Other (Другой). Появится диалоговое окно Select Color (Выбор цвета) с тремя закладками: Models (Модели), Mixers (Краскосмесители) и Palettes (Палитры).

На закладке Models (Модели) в выпадающем списке Model (Модель) следует выбрать цветовую модель. Цвет можно задавать, вводя числовые значения в соответствующие поля цветов выбранной модели в разделе Components (Компоненты), либо выбирая цвет на шкале с ползунком и его оттенок в большом квадратном поле. В разделе Reference (Образец) в ячейке Old (Старый) отображается текущий цвет контура, а в поле New (Новый) – цвет, который выбран с помощью окна диалога Select Color (Выбор цвета). Кроме этого, в Corel DRAW имеется возможность выбора цвета по имени с помощью выпадающего списка Name (Имя).

На закладке Mixers (Краскосмесители) можно получать новый цвет путем смешения других цветов, а на закладке Palettes (Палитры) можно выбрать цвет в одной из множества стандартных палитр, поставляемых вместе с программой CorelDRAW.

Однако изменять цвет контура можно и без вызова окна диалога, воспользовавшись палитрой, расположенной в правой части рабочего окна программы. Для этого нужно выделить объект, цвет контура которого необходимо изменить и щелкнуть правой кнопкой мыши в палитре на ячейке с цветом.

Толщина контура задается с помощью выпадающего Width (Толщина) окна диалога Outline Pen (Контур). По умолчанию выбрано значение толщины Hair Line (Волосная или сверх-тонкий абрис) – самая тонкая линия.

Настраивать толщину линии выделенного объекта можно, не прибегая к специальному диалоговому окну.

На стандартной панели инструментов имеется выпадающий список Outline

Width (Толщина контура) для указания толщины контура. Кроме того, на вспомогательной панели инструмента "Outline Tool" расположено несколько кнопок, устанавливающих определенную толщину.

В выпадающем списке Style (Стиль) окна диалога Outline Pen (Контур) можно выбрать стиль контура: сплошной, пунктирный, штрих-пунктирный и т.п. Если в списке нет подходящего стиля, можете создать свой или отредактировать один из существующих. Для этого следует щелкнуть на кнопке Edit Style (Изменить стиль) и в появившемся диалоговом окне создать новый образец стиля.

Для разомкнутых контуров можно задавать на концах различные наконечники. В окне Outline Pen (Контур) в разделе Arrows (Стрелки) имеются два выпадающих списка наконечников для начала и конца линии соответственно, а также кнопки Options (Параметры), вызывающие вспомогательные меню со специальными командами.

Переключатель Corners (Углы) позволяет выбрать один из вариантов углов контура: острый, закругленный или срезанный.

Переключатель Line Caps (Концы линий) устанавливает тип конца линии.

Поля раздела Calligraphy (Каллиграфия) определяют наклон и форму пера, формирующего контур. Эта возможность осталась от старых версий и сейчас практически не используется, а при необходимости создания каллиграфического контура используется художественная линия.

Если установить флажок Behind Fill (Печать под заливкой), то контур будет расположен под заливкой. При этом половина контура будет не видна. Это особенно часто применяется при работе с текстом.

Если установлен флажок Scale width image (Сохранять пропорции), то при изменении размеров объекта пропорционально будет меняться и толщина контура, а также наконечники, если они установлены.

Инструмент "Fill Tool" (Заливка) . *Однородная заливка* подразумевает заливку одним цветом. Самый простой способ получить однородную заливку – выделить объект и щелкнуть левой кнопкой мыши на ячейке с цветом в палитре, расположенной в правой части рабочего окна. Кроме того, как и в случае выбора с помощью палитры цвета контура, можно щелкнуть левой кнопкой мыши на ячейке с цветом и, удерживая ее некоторое время нажатой, вызвать панель, позволяющую выбрать щелчком левой кнопки мыши один из оттенков выбранного цвета.

Если для заливки требуется какой-либо нестандартный цвет либо цвет, для которого известно соотношение базовых цветов какой-либо цветовой модели, то удобно воспользоваться инструментом "Fill Color Dialog" вспомогательной панели инструмента "Fill Tool". Появится диалоговое окно Uniform Fill (Однородная заливка), идентичное рассмотренному ранее окну Select Color (Выбор цвета).

*Градиентная (фонтанная) заливка* строится путем плавного перехода между двумя или более цветами. В Corel DRAW имеется четыре варианта градиентной заливки: линейная, радиальная, коническая и квадратная.

Для того чтобы применить к объекту градиентную (фонтанную) заливку,

следует выбрать инструмент "Fountain Fill Dialog" вспомогательной панели инструмента "Fill Tool" или нажать клавишу [F11]. В появившемся диалоговом окне FountainFill (Градиентная или фонтанная заливка) можно настроить следующие параметры:

- Type (Тип) – тип градиента.
- Center Offset (Смещение центра) – смещение центра градиента; этого же эффекта можно добиться, перетаскивая мышью центр градиента в окне образца заливки.
- Angle (Угол) – изменяет угол вектора градиента; также, как и смещением центра, этим углом можно управлять с помощью мыши в окне образца заливки.
- Steps (Шаги) – устанавливает число шагов перехода; по умолчанию этот параметр заблокирован, и разблокировать его можно, нажав на кнопку с замком справа от поля параметра.
- Edge Pad (Сдвиг края) – позволяет закрасить край рисунка не градиентом, а одним цветом.

Чтобы изменить цвета, участвующие в переходе, следует воспользоваться выпадающими палитрами From (Из) и To (В). Кроме того, можно выбрать направление градиента с помощью кнопок слева от цветового круга в разделе Color Blend (Цветовой переход).

Если в градиенте требуется использовать более двух цветов, следует перейти из режима Two Color (Двухцветный) в Custom (Настройка). Появится шкала с цветовым переходом, над верхними углами которой будут расположены маленький квадратные маркеры: черный и белый. Черный маркер указывает на активную позицию в составе градиента. Маркеры для добавления нового цвета можно добавлять двумя способами:

1) выделить один из крайних квадратных маркеров и ввести в поле Position (Позиция) позицию нового маркера; 2) дважды щелкнув над шкалой градиента. И в том, и в другом случае над шкалой будут появляться треугольные маркеры.

Чтобы вставить цвет в позиции маркера, следует выделить маркер, а затем выбрать цвет в палитре справа от шкалы. Кроме того, маркеры можно перемещать по шкале либо с помощью мыши, либо выделив маркер и введя соответствующие значения в поле Position (Позиция). Лишний маркер можно легко удалить: достаточно выделить его и нажать клавишу [Delete].

В выпадающем списке Presets (Заготовки) можно найти заготовки градиентных заливок. Заготовки можно удалять, редактировать или помещать в список свои.

Corel DRAW позволяет создавать *узорные заливки*. Для этого следует выбрать инструмент "Pattern Fill Dialog", располагающийся на вспомогательной панели инструмента "Fill Tool". Появится диалоговое окно Pattern Fill (Заливка узором). С помощью переключателя в верхнем левом углу окна следует выбрать тип узорной заливки: двухцветная, многоцветная или растровая.

Для двухцветной заливки имеются специфические параметры Front (Основной) и Back (Фоновый), которые соответственно задают цвет узора и цвет фона. Можно использовать один из предлагаемых вариантов заливки или создать свой, нажав кнопку Create (Создать): появится диалоговое окно Two Color Pattern

Editor (Редактор двухцветного узора) с расчерченной областью рисования. Щелчок в клетке левой мышью закрашивает клетку, правой – очищает. С помощью переключателя Bitmap Size (Размер растра) можно выбрать размер области рисования, а с помощью переключателя Pen Size (Размер пера) – размер пера в клетках. Чтобы закончить создание образца узора, следует нажать кнопку ОК. Кроме того, готовые образцы можно загружать, нажав на кнопку Load (Загрузить).

Для узора многоцветного и растрового типа перечисленные выше возможности настройки, за исключением возможности подгружать готовые рисунки в качестве узора.

Для всех типов узоров можно устанавливать следующие параметры:

- Origin (Начало координат) – смещение рисунка по горизонтали или вертикали.

- Size (Размер) – размер рисунка по ширине или высоте.

- Skew and Rotate (Преобразовать) – наклон и поворот рисунка на некоторый угол.

- Row Or Column Offset (Сдвиг строки или столбца) – сдвиг строки или столбца растра на некоторое расстояние, задающееся в процентах от размера узора.

Если установлен флажок Transform Fill With Object (Преобразовывать заливку вместе с объектом), то любые преобразования объекта, такие как поворот, масштабирование и т.п. будут вести к подобному преобразованию и для заливки. Если установлен флажок Mirror Fill (Зеркальная заливка), то узор заливки будет зеркально отражаться относительно строк и столбцов растра.

В Corel DRAW имеется возможность получать заливку так называемыми *процедурными текстурами* – изображениями, созданными с помощью специальных алгоритмов и генераторов случайных чисел.

Чтобы получить заливку процедурной текстурой, следует воспользоваться инструментом "Texture Fill Dialog" на вспомогательной панели инструмента "FillTool". Появится диалоговое окно Texture Fill (Заливка текстурой), в котором в выпадающем списке Texture Library (Библиотека текстур) необходимо выбрать одну из поставляемых с Corel DRAW библиотек текстур, в списке текстур (Texture List) – один из вариантов текстур.

Нажатие кнопки Preview (Просмотр) приведет к созданию новой текстуры, генерируя случайным образом те параметры текстуры в правой части окна, которые разблокированы.

На вспомогательной панели инструмента "Fill Tool" есть инструмент, позволяющий создать так называемую *PostScript-заливку* – заливка узором, разработанная с помощью специального алгоритма PostScript. При выборе этого инструмента появится диалоговое окно PostScript Texture (Текстура PostScript), в котором в соответствующем списке можно выбрать один из вариантов заливки и настроить его параметры в разделе Parameters (Параметры). Чтобы просмотреть заливку в окне образца, нужно установить флажок Preview Fill (Просмотр заливки). Чтобы просмотреть заливку после изменения ее параметров, следует нажать кнопку Refresh (Перерисовать). Следует отметить, что каждому из вариантов такой заливки присущи свои специфические параметры.

Для того чтобы у объекта была совершенно прозрачная заливка, можно воспользоваться палитрой в правой части окна программы: щелкнуть на «перечеркнутой» ячейке в верху палитры. Кроме того, на вспомогательной панели инструмента "Fill Tool" можно выбрать инструмент No Fill (Нет заливки).

Интерактивная заливка. В Corel DRAW имеется инструмент для интерактивной настройки заливки объекта. Этот инструмент расположен на панели Toolbox (Инструменты) и называется "Interactive Fill Tool". С его помощью можно выбрать один из выше перечисленных типов заливки и менять их параметры прямо в рабочей области программы, не заходя в специальные диалоговые окна.

Заливка сетки. На вспомогательной панели инструмента "Interactive Fill Tool" имеется инструмент "Interactive Mesh Fill Tool", предназначенный создавать так называемые сетчатые заливки. При применении такой заливки к объекту вокруг него появляется красная пунктирная сетка, форму которой можно менять, а также изменять количество ячеек этой сетки по ширине и высоте. Каждой ячейке сетки можно назначить свой цвет, при этом на границах ячеек появится плавный переход от цвета к цвету в соседней ячейке.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры контура (абриса).
2. Сформулируйте понятие «заливка».
3. Перечислите виды заливок и дайте им определения.

## Практическая работа № 11 ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ

*Цели:* изучить приемы работы с контурами и заливками.

*Ход работы:* 1) изучить теоретические сведения, содержащиеся в описании работы; 2) выполнить практическую часть работы; 3) оформить отчет и выполнить защиту работы.

#### Теоретическая часть

Изменение формы прямоугольника. Манипулирование узлами, расположенными на его углах позволяет менять форму прямоугольника, а конкретнее – закруглять его узлы. Для этого достаточно переместить с помощью мыши узел прямоугольника – произойдет закругление его углов. Кроме того, задавать степень закругления углов прямоугольника можно, вводя числовые значения в соответствующих полях Left Rectangle Corner Roundness (Скругление левого угла прямоугольника) и Right Rectangle Corner Roundness (Скругление правого угла прямоугольника), расположенных на панели свойств. При этом с помощью значка Round Corner Together (Скруглить все углы) можно установить, будут ли углы прямоугольника закругляться все вместе или каждый по отдельности.

Изменение формы эллипса. Единственный узел стандартного эллипса расположен в его верхней точке. Перемещение мышью этого узла позволяет получать из эллипса сектор или дугу. Кроме того, получить дугу или сектор из

эллипса и, наоборот, эллипс из сектора или дуги, можно с помощью кнопок *Ellipse* (Эллипс), *Pie* (Сектор) и *Arc* (Дуга). Задать угол, на который опирается дуга или сектор можно в полях *Starting and Ending Angles* (Начальные и конечные углы), а направление, по которому будет строиться угол между начальным и конечным углами, задается с помощью *Clock Wise/Counter Clock Wise Arcs or Pies* (Дуга или сектор по часовой стрелке/против часовой стрелки).

Изменение формы многоугольника. У многоугольников узлы располагаются в вершинах и на серединах сторон.

Инструмент "Shape Tool" (Форма) 

Преобразование объекта в кривую. Для того чтобы иметь возможность корректировать форму объекта, необходимо сначала преобразовать его в кривую. Сделать это можно, выбрав команду меню *Convert to Curves* (Преобразовать в кривые), а также нажав клавиши *[Ctrl]+[Q]* или кнопку *Convert To Curves* (Преобразовать в кривые) на панели свойств *Property Bar* (Панель свойств). Если команда преобразования в кривую недоступна, то это означает, что объект уже является кривой.

Добавление и удаление узлов. Для того чтобы добавить узел на кривой, следует выбрать инструмент "Shape Tool" (Форма) панели инструментов *Toolbox* (Инструменты), после чего действовать одним из следующих способов: 1) дважды щелкнуть мышью в том месте кривой, где необходимо добавить узел; 2) один раз щелкнуть мышью в том месте кривой, где требуется добавить узел, а затем щелкнуть на кнопке *Add Node* (Добавить) на панели свойств.

Удалить ненужные узлы можно также двумя способами:

- 1) выделить мышью лишние узлы, щелкая на них мышью и удерживая при необходимости клавишу *[Shift]*, либо обведя их рамкой выделения, после чего нажать клавишу *[Delete]*;
- 2) выделить мышью лишние узлы и нажать кнопку *Delete Node* (Удалить узел) на панели свойств.

Объединение узлов и разрыв кривой. Объединить два конца кривой можно, воспользовавшись одним из следующих методов:

1) *автоматическое замыкание кривой* – для этого служит кнопка *Auto-Close Curve* (Автоматическое замыкание кривой) на панели свойств; в этом случае будет построен отрезок, соединяющий концы кривой;

2) *перетаскивание концов кривой* – с помощью мыши один из концов кривой перетаскивается на второй конец, после чего происходит их автоматическое слияние;

3) *слияние концов кривой* – с помощью мыши следует выделить оба конца, которые надо объединить, после чего нажать кнопку *Join Two Nodes* (Соединить два узла) на панели свойств.

Для того чтобы разбить кривую на части в одном из узлов (кроме концов кривой), следует воспользоваться кнопкой *Break Curve* (Разъединить кривую).

Типы узлов. При рисовании кривой или преобразовании в кривую объекта программа *Corel DRAW* автоматически устанавливает тип для каждого узла кривой. В *Corel DRAW* поддерживается два основных типа узлов: *Line* (Линия) –

кривой сегмент, входящий в узел, спрямляется, то есть становится отрезком; *Curve (Кривая)* – прямой сегмент, входящий в узел, искривляется. В свою очередь узлы типа *Curve (Кривая)* бывают трех типов:

*Cusp (Кривая с изломом)* – маркеры касательных в таком узле можно перемещать независимо друг от друга; это удобно, если требуется создать клин на кривой.

*Smooth (Гладкая)* – касательные векторы такого узла лежат на одной прямой, но могут быть разной длины, обеспечивая разную степень кривизны кривой.

*Simmetrical (Симметричная)* – касательные векторы такого узла лежат на одной прямой и имеют одинаковую длину.

Преобразовать узел к соответствующему типу можно с помощью соответствующих кнопок на панели свойств *Property Bar (Панель свойств)* инструмента "Shape Tool".

Изменение направления кривой. По умолчанию началом кривой является точка, с которой начиналось ее рисование, а концом – точка, завершившая рисование кривой. Знать, где начало и конец кривой важно, например, при создании линий с наконечниками. Направление кривой можно изменить, нажав кнопку *Reverse Curve Direction (Обращение направления кривой)*.

Объединение и разделение кривых. Если требуется, чтобы две различные кривые являлись подобъектами одной кривой (например, если требуется соединить их концы). Для этого служит команда меню *Arrange/Combine (Упорядочить/Объединить)*: все выделенные кривые объединятся в один объект. Если же требуется, наоборот, разбить кривую на составляющие части (например, для того, чтобы задать для разных частей кривой разную толщину или цвет), то следует воспользоваться командой меню *Arrange/Break Curve Apart (Упорядочить/Разъединить кривую)*: все кривые, являющиеся подобъектами выделенной кривой, станут независимыми объектами.

Отличить выделенные вместе независимые кривые от выделенной кривой, состоящей из нескольких подобъектов нетрудно: если выделена одна кривая, состоящая из нескольких объединенных кривых, то будут видны все узлы всех кривых, входящих в ее состав; в противном случае будут отображаться только узлы в началах кривых.

Если в состав одной кривой входит несколько кривых, то нажатие кнопки *Auto-Close Curve (Автозамыкание кривой)* приведет к тому, что концы каждой из этих кривых соединятся отрезком. Если требуется замкнуть концы только одной кривой-подобъекта, следует выделить эти концы с помощью мыши и нажать кнопку *Extend Curve To Close (Замкнуть кривую)* на панели свойств инструмента "Shape Tool".

Преобразования узлов. Для масштабирования, поворота и скоса сегментов кривой предназначены кнопки на панели свойств инструмента "Shape Tool": *Stretch and Scale Nodes (Масштаб и растяжение узлов)*, *Rotate and Skew Nodes (Поворот и наклон узлов)*. Кнопка *Align Nodes (Выровнять узлы)* служит для того, чтобы выровнять выделенные узлы по горизонтали или по вертикали, то есть, чтобы расположить их на одной горизонтали или вертикали. Другие

инструменты редактирования формы кривых. На вспомогательной панели инструмента "Shape Tool" расположены дополнительные инструменты для редактирования формкривых:

"*Knife Tool*" (Нож)  – инструмент предназначен для разрезания контуров на субконтур или отдельные контуры; кнопка Leave as One Object (Оставить как один объект) оставляет контуры после разрезания в составе одной кривой, если же она выключена, то при разрезании образуются два независимых объекта; если нажата кнопка Auto-Close On Cut (Автоматическое закрытие при разделении), то концы получающихся контуров (или субконтуров) будут соединяться отрезком.

"*Eraser Tool*" (Ластик)  – инструмент для «стирания» фрагментов кривых и фигур; имеет настраиваемую толщину и может принимать форму круга или квадрата.

Логические операции над объектами Объединение объектов . Для того, чтобы получить форму объединением двух и более объектов, можно воспользоваться одним из следующих способов:

1) выделить все объекты и нажать кнопку Weld (Объединение) на панели свойств;

2) выделить нужные объекты и выбрать команду меню Arrange/Shaping/Weld (Упорядочить/Формирование/Объединение);

3) выделить один или несколько объектов, выбрать команду меню Arrange/Shaping/Shaping (Упорядочить/Формирование/Формирование), в появившейся панели Shaping (Формирование) выбрать в выпадающем списке Weld (Объединение), щелкнуть на кнопке WeldTo (Объединить) и указать мышью на объекте, с которым требуется объединить выделенные.

При использовании последнего из описанных способов появляется возможность оставить один из объектов, участвующих в операции выделения, на рабочей области, тогда как первые два способа оставляют только конечный результат.

Выбрать, какие именно объекты будут оставлены, позволяют флажки Source Object (Исходный объект) и Target Object (Конечный объект). Если оставлять объекты-операнды не требуется, то порядок выделения не важен: результат операции будет одним и тем же вне зависимости от порядка выделения объектов. Если же требуется оставить какой-либо из объектов после выполнения операции, то порядок выделения помогает определить, какой объект исходный (выделен первым), а какой – конечный (выделен вторым).

Пересечение объектов . Для того чтобы получить форму, являющуюся пересечением нескольких объектов, следует воспользоваться одним из следующих способов:

1) выделить все объекты и нажать кнопку Intersect (Пересечение) на панели свойств;

2) выделить нужные объекты и выбрать команду меню Arrange/Shaping/Intersect (Упорядочить/Формирование/Пересечение);

3) выделить один или несколько исходных объектов, выбрать команду меню Arrange/Shaping/Shaping

(Упорядочить/Формирование/Формирование), на появившейся панели Shaping (Формирование) в выпадающем списке операций выбрать Intersect (Пересечение), нажать кнопку Intersect With (Пересечь) и щелкнуть мышью на объекте-цели. Исключение объектов . Для операции исключения объектов очередность их выделения важна: объекты, которые выделены первыми, будут исключаться из объектов, которые выделены последними.

Для того чтобы исключить, или, как еще говорят, вырезать один объект из другого, следует воспользоваться одним из следующих способов:

1) выделить сначала объекты, которые будут исключаться, затем, в последнюю очередь, объект, из которого будет производиться исключение, и нажать кнопку Trim (Вырезка) на панели свойств;

2) выделить по очереди объекты, участвующие в исключении, после чего выбрать команду меню Arrange/Shaping/Trim (Упорядочить/Формирование/Исключить);

3) выделить объекты, которые требуется исключить, выбрать команду меню Arrange/Shaping/Shaping (Упорядочить/Формирование/Формирование), в появившейся панели выбрать в раскрывающемся списке операцию Trim (Исключить), установить с помощью соответствующих флажков, какие из объектов-операндов останутся, а какие будут удалены, после чего нажать кнопку Trim (Исключить) и щелкнуть мышью на целевом объекте.

Кроме того, имеются дополнительные возможности исключения объектов с помощью команд, которые можно выполнить, нажав соответствующие кнопки на панели свойств, или выбрав соответствующие команды в меню Arrange/Shaping (Упорядочить/Формирование): Simplify (Упрощенно), Front Minus Back (Передние минус задние) и Back Minus Front (Задние минус передние).

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите типы узлов и дайте им определения.
2. Перечислите логические операции над объектами и дайте им определения.
3. Перечислите инструменты редактирования форм кривых.

## Практическая работа № 12 ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

*Цели:* изучить приемы преобразований объектов.

#### Теоретическая часть

Основными преобразованиями объектов являются следующие: перемещение, вращение и преобразование подобия, которое мы будем называть масштабированием. В графическом редакторе Corel DRAW предусмотрены возможности для точного позиционирования объектов, поворота объектов на конкретный угол, настройки преобразования подобия объектов и зеркального отражения. Применить описанные преобразования к объектам можно,

воспользовавшись мышью, панелью свойств или специальными панелями преобразований.

**Перемещение.** Прежде, чем перемещать объекты, необходимо их выделить. После того, как объекты будут выделены, на панели свойств в полях X и Y раздела Object Position (Положение объектов) можно ввести координаты центра области выделения и зафиксировать их, нажав клавишу [Enter].

**Вращение.** Для того чтобы применить к объектам преобразование вращения, можно воспользоваться в зависимости от конкретной ситуации мышью, панелью свойств или специальной панелью Rotate (Угол поворота).

Чтобы повернуть выделенные объекты с помощью мыши, следует щелкнуть на одном из них еще раз.

Перетаскивание одного из угловых маркеров-стрелок повернет выделенные объекты относительно центра, который теперь примет вид кружка с точкой посередине. По умолчанию центр вращения позиционируется в центр выделенной области, однако, его положение можно изменять, просто перетаскивая его мышью.

Если при вращении объекта мышью удерживать нажатой клавишу [Shift], то к преобразованию вращения добавится преобразование подобия относительно центра вращения. Если же при подобном вращении удерживать нажатой клавишу [Ctrl], то вращение будет осуществляться с шагом в 15°. Одновременное удерживание этих клавиш приведет к вращению на угол с шагом в 15° с одновременным преобразованием подобия относительно центра вращения.

Чтобы задать более точные параметры вращения, следует воспользоваться панелью Rotate (Вращение), которую можно активизировать с помощью команды меню Arrange/Transformations/Rotate (Упорядочить/Преобразования/ Поворот) или нажав сочетание клавиш [Alt]+[F8].

**Подобие и зеркальные отражения объектов.** Если при масштабировании объекта с помощью мыши удерживать нажатой клавишу [Shift], то изменение фигуры будет производиться к центру объекта. Удерживание клавиши [Ctrl] приведет к тому, что текущее процентное соотношение будет умножаться на целый коэффициент.

Одновременное удерживание клавиш [Ctrl] и [Shift] позволяет применить преобразование подобия с целым коэффициентом относительно центра области выделения.

Частным случаем преобразования подобия является зеркальное отражение объектов: чтобы его получить, достаточно в качестве коэффициента подобия взять -100%. На панели Scale and Mirror (Подобие и зеркало) расположены кнопки, позволяющие зеркально отражать объекты относительно горизонтальной или вертикальной осей. Кнопки аналогичного действия имеются и на панели свойств в разделе Mirror Buttons (Кнопки зеркала). При этом одновременное нажатие этих кнопок приведет к получению зеркального отражения относительно обеих осей.

**Изменение размеров объектов.** Если известны точные размеры объекта, то их можно задать, либо в полях раздела Object Size (Размер объекта) панели свойств, или на специальной панели-вкладке Size (Размер) панели Transformation

Преобразование).

Отмена преобразований. С помощью команды меню Arrange/Clear Transformations (Упорядочить/Отменить преобразования) можно отменить все преобразования, которым подвергались объекты, кроме преобразования перемещения.

Выравнивание объектов. Для того, чтобы точно расположить объекты относительно друг друга, например, чтобы их центры находились на одной оси (горизонтальной или вертикальной), следует воспользоваться командой меню Arrange/Align and Distribute/Align and Distribute (Упорядочить/Выровнять и распределить/Выровнять и распределить).

В появившемся диалоговом окне на закладке Align (Выравнивание) с помощью соответствующих флажков необходимо установить, какими габаритными параметрами и вдоль какой оси будут выровнены объекты.

Порядок выделения объектов важен: сначала следует выделять объекты, которые будут выравниваться под объект-цель, и в последнюю очередь – сам объект-цель.

Распределение объектов. Для того, чтобы распределить несколько объектов по области выделения или по странице, можно воспользоваться тем же диалоговым окном, но использовать закладку Distribute (Распределение). Установив соответствующие флажки в верхней и левой частях вкладки, можно распределить объекты так, чтобы расстояния между их соответствующими границами или центрами были равны.

С помощью переключателя в разделе DistributeTo (Распределить) можно установить, будет ли производиться распределение по области выделения или по всей странице.

Порядок следования объектов. Каждый новый объект, создаваемый в Corel DRAW, помещается поверх ранее созданных. Однако иногда порядок следования объектов требуется изменить. Для этого служат следующие команды пункта меню Arrange/Order (Упорядочить/Порядок):

- To Front (На передний план страницы) – перемещает выделенные объекты на передний план.
- To Back (На задний план страницы) – перемещает выделенные объекты на задний план.
- Forward One (На уровень вперед) – перемещает выделенные объекты на один объект вперед.
- Back One (На уровень назад) – перемещает выделенные объекты на один объект назад.
- Infront Of (Перед) – перемещает выделенные объекты перед объектом, который следует указать мышью.
- Behind (Позади) – перемещает выделенные объекты позади объекта, который следует указать мышью.
- Reverse Order (Изменить порядок) – изменяет порядок следования объектов на противоположный.

Создание группы. Для того чтобы объединить несколько объектов в группу,

нужно выделить их и далее либо выбрать команду меню Arrange/Group (Упорядочить/Сгруппировать), либо нажать клавишу Group (Группировать) на панели свойств, либо щелкнуть на одном из выделенных объектов правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выбрать команду Group (Сгруппировать) .

Разгруппирование. Для того, чтобы разгруппировать объекты, то есть сделать их независимыми друг от друга, следует либо воспользоваться командой меню Arrange/Ungroup (Упорядочить/Отменить группировку), либо нажать клавишу Ungroup (Отменить группировку) на панели свойств, или щелчком правой кнопки мыши вызвать вспомогательное меню, в котором выбрать команду Ungroup (Отменить группировку).

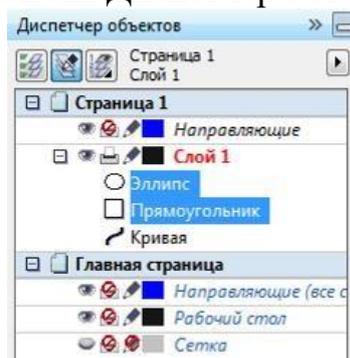
Блокировка объекта. Блокировка объекта удобна в тех случаях, когда было бы желательно один из объектов сделать недоступным для выделения и редактирования. Для этой цели можно воспользоваться командой меню Arrange/Lock Object (Упорядочить/Заблокировать объект) либо командой Lock Object (Блокировать объект) контекстного меню. Маркеры выделения примут вид маленьких замочков, а объект станет недоступным для выделения и преобразований.

Если требуется разблокировать объект, то следует либо выделить его и выбрать команду меню Arrange/Unlock Object (Упорядочить/Разблокировать объект), либо щелкнуть на нем правой кнопкой мыши и выбрать в контекстном меню команду Unlock Object (Разблокировать объект).

Если было заблокировано несколько объектов, то разблокировать их все сразу можно с помощью команды меню Arrange/Unlock All Objects (Упорядочить/Разблокировать все объекты).

Слои. Для иллюстраций с большим числом объектов управление порядком перекрывания объектов может оказаться очень сложным, поэтому практически во всех программах векторной графики и издательских системах для организации структуры макета используются *слои*: некоторое подобие расположенных друг над другом прозрачных пленок, на которых расположены объекты. При этом объекты, расположенные на верхних слоях будут перекрывать объекты, расположенные на нижних.

Для оперирования слоями следует воспользоваться *диспетчером объектов*. Вызвать его можно с помощью команды меню Tools/Object Manager (Инструменты/Диспетчер объектов) или команды меню Window/Dockers/Object Manager (Окно/Панели/Диспетчер объектов).



Диспетчер объектов представляет собой иерархическую структуру страниц, слоев и объектов документа. Каждый только что созданный документ состоит из одной страницы (Page 1), которая содержит только один слой (Layer 1), который в диспетчере объектов будет выделен красным цветом, то есть активен. Все объекты при создании помещаются на активный слой.

Слева от имени слоя расположена его пиктограмма в виде прямоугольника, а также пиктограммы его атрибутов: «глаз» – устанавливает, будет ли слой (и, соответственно, все расположенные на нем объекты) видимым; «принтер» – устанавливает, будут ли объекты слоя выводиться на печать; «карандаш» – позволяет заблокировать слой подобно тому, как блокируются отдельные объекты, то есть управляет возможностью выделения и последующего редактирования объектов слоя.

Объекты в Object Manager. С помощью диспетчера объектов можно выделить объект, щелкнув на его имени. Имя объекта можно менять: щелкнуть правой кнопкой мыши на имени объекта в менеджере объектов и выбрать команду Rename (Переименовать). Объекты можно выделять как по одному, так и несколько сразу, удерживая при щелчке на имени объекта клавишу [Ctrl] или клавишу [Shift].

В окне диспетчера объектов также очень удобно группировать объекты. Чтобы сгруппировать два объекта, достаточно в окне диспетчера перетащить с помощью мыши один объект на другой: объекты будут объединены в группу, и в диспетчере объектов будет указано, из скольких объектов она состоит. Объекты можно добавлять к группе и извлекать из нее с помощью перетаскивания мышью. При этом, если группа состояла только из двух объектов, то извлечение одного из них из группы автоматически разгруппировывает ее.

Также диспетчер объектов предоставляет возможность изменять порядок следования объектов. Те объекты, которые в списке объектов слоя расположены выше, перекрывают объекты, которые расположены ниже. Изменять порядок перекрывания объектов можно простым перетаскиванием объектов с помощью мыши, при этом надо следить за тем, чтобы случайно не сгруппировать объекты.

Мастер-слои. Мощным средством верстки многостраничных макетов служат так называемые *мастер-слои или слои-шаблоны* (MasterLayer) – слои, содержимое которых размещается на всех страницах документа. Количество таких слоев в документе не ограничено, и все они размещаются на *мастер-страницах или главных страницах* (MasterPage).

Даже если в документе еще не создано ни одного объекта, мастер-страница содержит три стандартных мастер-слоя: Guides (Направляющие), Desktop (Рабочий стол) и Grid (Сетка). Именно поэтому направляющие и сетка видны на всех страницах сразу и имеют одни и те же параметры на всех страницах документа.

Чтобы добавить новый мастер-слой, следует щелкнуть правой кнопкой мыши на свободном месте в окне менеджера объектов и выбрать команду NewMasterLayer (Новый слой-шаблон).

Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите преобразования объектов, доступные в программе.
2. Дайте определение «слой» и перечислите его атрибуты.
3. Дайте определение «мастер-слой».
4. Перечислите порядок следования объектов.

### Практическая работа № 13 ЭФФЕКТЫ В COREL DRAW

*Цели:* изучить приемы преобразований объектов.

#### Теоретическая часть

Эффект Blend (Перетекание) . Этот эффект позволяет создавать цепочку объектов, преобразовывающих один объект в другой путем прогрессии формы и цветов. При этом смешение форм может проходить как вдоль прямой, так и вдоль произвольной кривой, а также может быть составным. В создании этого эффекта участвуют два объекта: Start (Стартовый) и End (Конечный).

Чтобы создать эффект смешения вдоль прямой, на панели инструментов следует выбрать инструмент "Interactive Blend" (Перетекание), затем щелкнуть на одном из объектов и, удерживая кнопку мыши нажатой, переместить курсор на второй объект и отпустить кнопку мыши: между стартовым и конечным объектами появится цепочка из 20 промежуточных объектов.

Чтобы создать эффект смешения вдоль кривой, нужно выполнять ту же последовательность действий, что и при создании его по прямой, с той лишь разницей, что при перемещении мыши от стартового объекта к конечному следует удерживать нажатой клавишу [Alt], и при этом можно рисовать кривую-путь (будет отображаться в виде синей пунктирной линии), вдоль которой и произойдет смешение.

Эффект Contour (Контур) . Эффект Contour (Контур) предназначен для многократного оконтуривания объектов, направленного как внутрь объекта, так и наружу.

Применить этот эффект можно с помощью команды меню Effect/Contour (Эффект/Контур) или с помощью инструмента "Interactive Contour Tool" на панели Toolbox (Инструменты). В последнем случае нужно выделить объект, затем выбрать инструмент "Interactive Contour Tool" щелкнуть на объекте, не отпуская мышь, переместить курсор внутрь объекта или наружу и щелкнуть еще раз мышью.

После применения эффекта появится специальный управляющий вектор с маркерами на концах и ползунок. Длина вектора соответствует ширине контура, а перемещение маркеров позволяет регулировать ширину и направление контура. При этом при увеличении ширины контура увеличивается число фигур контура, но не их ширина. Ширину контурных фигур можно изменять, передвигая ползунок на управляющем векторе. Эффект Distortion (Исказить) . Для того чтобы применить эффект искажения, нужно выделить объект, выбрать этот инструмент, щелкнуть на объекте и, не отпуская кнопку мыши, протянуть вектор

искажения.

Примечательно, что к уже искаженному объекту можно применять новые искажения.

*Искажение при сжатии и растяжении.* Этому типу искажения присуще только одно специфическое свойство – Pushand Pull Distortion Amplitude (Амплитуда втягивания/вытягивания): положительные значения этого параметра соответствуют втягиванию, отрицательные – вытягиванию.

*Искажение при застёжке-молнии.* Для настройки этого типа искажения в Corel DRAW предусмотрены следующие параметры: 1) амплитуда (Zipper Distortion Amplitude) – величина, пропорциональная длине вектора; для ее изменения можно также использовать квадратный маркер на конце управляющего вектора; 2) частота (Zipper Distortion Frequency) – для ее изменения также служит ползунок на управляющем векторе.

*Искажение при кручении.* Для этого типа специфическими параметрами являются: 1) направление скручивания – по часовой стрелке (Clockwise Rotate) или против часовой стрелки (Counterclockwise Rotate); 2) число полных оборотов (Complete Rotations); 3) дополнительное вращение (Additional Degrees) – для интерактивного изменения служит круглый маркер на управляющем векторе.

Эффект Envelope (Оболочка) . Он позволяет вписать любой объект внутрь произвольного контура. Объект при этом деформируется.

Применение оболочки. Чтобы применить этот эффект, воспользуемся инструментом "Interactive Envelope Tool" панели инструментов: достаточно выделить объект и выбрать инструмент эффекта. Вокруг объекта появится габаритный контейнер эффекта – красная пунктирная рамка с квадратными маркерами. Эта рамка ведет себя так же, как обычный контур, а маркеры – как узлы контура: их можно перемещать, и изменять манипулировать кривизной рамки с помощью ручек касательных. Маркеры-узлы можно добавлять, удалять, можно менять их тип – в панели свойств инструмента "Interactive Envelope Tool" для этого имеются специальные кнопки.

Режимы преобразования оболочки. Кроме того, имеются дополнительные кнопки для управления эффектом в одном из специальных режимов:

- Envelope Straight Line Mode (Прямая) – при перемещении узлов все сегменты оболочки остаются отрезками.
- Envelope Single Arc Mode (Простая дуга) – при перемещении узлов сегменты, входящие в узел, образуют дугу.
- Envelope Double Arc Mode (Двойная дуга) – при перемещении узлов сегменты, входящие в узел, образуют дугу с перегибом;
- Envelope Unconstraint Mode (Произвольная) – режим свободного изменения формы.

Режимы проецирования. Corel DRAW также предоставляет возможность выбрать в раскрывающемся списке Mapping-Mode (Режим проецирования) панели свойств, каким образом будет искажаться объект при помещении его в оболочку:

- Putty (По углам) – угловые маркеры габаритного контейнера исходного объекта совмещаются с угловыми узлами оболочки.

– Original (По касательной) – все узлы оболочки по возможности совмещаются со всеми узлами исходного объекта.

– Horizontal (По горизонтали) – исходный объект сначала растягивается до размеров оболочки, а потом сжимается по горизонтали в соответствии с формой оболочки.

– Vertical (По вертикали) – аналогичен горизонтальному, но сжимается по вертикали.

Эффект Extrude (Вытягивание). Эффект Extrude (Вытягивание) предназначен для имитации объема плоских фигур.

Панель свойств этого инструмента содержит следующие элементы:

– Presets (Заготовки) – список заготовок настроенного эффекта вытягивания.

– Add Preset (Добавить заготовку), Delete Preset (Удалить заготовку) – кнопки для добавления своей заготовки в список Presets (Заготовки) и удаления заготовок из списка.

– Object Position (Положение объекта) – координаты тела вытягивания.

– Extrusion Type (Тип вытягивания) – список типов выдавливания: Small Back (Уменьшение назад), Small Front (Уменьшение вперед), Big Back (Увеличение назад), Big Front (Увеличение вперед), Back Parallel (Параллельно назад), Front Parallel (Параллельно вперед).

– Depth (Глубина) – степень приближения к точке схода (vanishingpoint), обозначенной крестиком; глубина задается в процентах и может регулироваться с помощью ползунка на управляющем векторе.

– Vanishing Point Coordinate (Координата точки схода) – смещения по горизонтали и вертикали: 1) относительно центра объекта, если в списке Vanishing Point Properties (Свойства точки схода) выбран вариант VP Locked To Object (ТС привязана к объекту); 2) относительно центра страницы, если выбран вариант VP Locked To Page (ТС привязана к странице); кнопка справа от этого списка также переключает варианты привязки точки схода.

– Extrude Rotation (Поворот вытягивания) – вызывает вспомогательную панель, с помощью которой можно имитировать поворот тела вытягивания в пространстве; кнопка сбрасывает параметры поворота к принятым по умолчанию, а кнопка переключает визуальный режим вращения объекта на режим ввода углов поворота относительно координатных осей задающих трехмерное пространство.

– Color (Цвет) – позволяет настроить цвета тела вытягивания с помощью специальной панели; по умолчанию тело экструзивной вытягивания имеет такой же цвет, как основной объект (Use Object Fill), однако, для заливки можно выбрать произвольный цвет (Use Solid Color) или плавный переход от цвета к цвету (Use Color Shading), имитирующий затенение на теле вытягивания.

– Bevels (Скос) – позволяет создавать фаски на теле вытягивания;

– Lighting (Освещение) – позволяет создать имитацию освещения тела вытягивания: установить от 1 до 3 источников освещения с регулируемой интенсивностью.

Эффект Drop Shadow (Тень) . Corel DRAW позволяет создавать тени

различных объектов.

Различают два основных вида тени: *плоскую*, т.е. падающую на поверхность позади объекта, и *перспективную* – падающую на любую другую поверхность. С помощью панели свойств инструмента "Interactive Drop Shadow Tool" можно настраивать следующие параметры теней:

- Drop Shadow Angle (Угол тени) – угол между невидимой горизонтальной линией, проходящей через маркер в начале управляющего вектора эффекта, и самим вектором; изменяется в диапазоне  $-360^{\circ} \dots 360^{\circ}$ .

- Drop Shadow Opacity (Непрозрачность тени) – степень непрозрачности тени в процентах.

- Drop Shadow Feathering (Размытие тени) – степень размытости краев области тени, изменяющаяся в диапазоне  $0\% \dots 100\%$ .

- DropShadowFeatheringDirection (Направление размытия тени) – направление размытости тени: внутрь (Inside), срединное (Middle), наружу (Outside) и усредненное (Average).

- Drop Shadow Feathering Edges (Края размытия тени) – тип размытости тени в любом направлении, кроме усредненного.

- Drop Shadow Fade (Затухание тени) – скорость затухания тени в процентах; при значении  $0\%$  прозрачность тени неизменна по всей поверхности, а при значении  $100\%$  прозрачность увеличивается к концу управляющего вектора, и исчезает на его конце.

- Drop Shadow Stretch (Увеличение тени) – задается для перспективной тени.

- Drop Shadow Color (Цвет тени) – цвет тени, который можно задать с помощью специальной цветовой палитры, а также вызвав специальное диалоговое окно.

- Shadow Type (Тип тени) – позволяет выбрать, какой тип тени использовать для затенения объекта.

Эффект Transparency (Прозрачность) . Он позволяет наложить поверх заливки объекта дополнительную, прозрачную заливку. При этом все объекты, которые расположены под объектом с примененным эффектом прозрачности, будут просвечивать сквозь него.

Панель свойств инструмента "Interactive Transparency Tool" предоставляет возможности по настройке следующих параметров прозрачности:

- Transparency Type (Тип прозрачности) – позволяет выбрать, какой тип заливки использовать для прозрачности объекта; при этом тип заливки объекта не меняется.

- Transparency Operation (Режим прозрачности) – позволяет выбрать режим слияния заливки прозрачности с заливкой самого объекта: 1) *Normal* (Нормальный или обычный) – накладывает заливку прозрачности поверх заливки объекта; 2) *Add* (Добавить) – складывает цвета заливки прозрачности и объекта; 3) *Subtract* (Вычесть) – складывает значения цветов прозрачности и объекта, а затем вычитает 255;

- 4) *Difference* (Разность) – вычитает цвет прозрачности из основного цвета и умножает на 255; если цвет прозрачности 0, результат всегда будет 255; 5) *Multiply* (Умножить) – умножает цвет прозрачности на цвет объекта и делит

результат на 255; 6) *Divide* (Разделить) – делит цвет прозрачности на цвет объекта или наоборот, в зависимости от того, чье значение выше; 7) *Iflighter* (Если светлее) – заменяет все пиксели основного цвета на более темные, если они темнее пикселей цвета прозрачности; в противном случае оставляют их без изменений; 8) *Ifdarker* (Если темнее) – заменяет все пиксели основного цвета на более темные, если они светлее пикселей цвета прозрачности; в противном случае оставляют их без изменений; 9) *Texturize* (Текстура) – преобразовывает цвет прозрачности к полутоновому (то есть к оттенкам серого цвета), а затем умножает полутоновое значение на основной цвет; 10) *Hue* (Оттенок) – использует оттенок цвета прозрачности и насыщенность и яркость основного цвета; 11) *Saturation* (Насыщенность) – использует насыщенность цвета прозрачности и оттенок и яркость основного цвета; 12) *Lightness* (Осветление) – использует яркость цвета прозрачности и оттенок и насыщенность основного цвета; 13) *Invert* (Инвертировать) – использует цвет, противоположный цвету прозрачности; 14) *Logical AND* (Логическое И) – преобразовывает цвета прозрачности и объекта в двоичные значения, после чего применяет к этим значениям логическую операцию И; 15) *Logical OR* (Логическое ИЛИ) – выполняет логическую операцию ИЛИ над двоичными эквивалентами цветов прозрачности и объекта; 16) *Logical XOR* (Исключающее ИЛИ) – выполняет логическую операцию исключающего ИЛИ над двоичными эквивалентами цветов прозрачности и объекта; 17) *Red* (Красный) – устанавливает прозрачность для канала красного цвета заливки объекта; 18) *Green* (Зеленый) – устанавливает прозрачность для канала зеленого цвета заливки объекта; 19) *Blue* (Синий) – устанавливает прозрачность для канала синего цвета заливки объекта.

– Start Transparency (Начальная прозрачность), End Transparency (Конечная прозрачность) – параметры непрозрачности стартового и конечного цветов.

– Apply Transparency to the... (Применить прозрачность к...)

– позволяет установить прозрачность только для заливки объекта (Fill), только для контура объекта (Outline) или для всего объекта (Both).

Эффект Lens (Линзы). Объект, к которому применяется эффект линзы, становится прозрачным. При этом линза может отображать нижележащие объекты в особых режимах, отличающихся от режима обычной прозрачности.

Применение различных типов линз. Чтобы применить эффект линзы к объекту, следует выделить его и выбрать команду меню Effects/Lens (Эффекты/Линзы) или нажать сочетание клавиш [Alt]+[F3]: появится панель Lens (Линзы), в верхней части которой расположено окно образца линзы, а под ним – список линз, в котором по умолчанию выбрано No Lens Effect (Нет эффекта линзы). В этом же списке можно выбрать следующие типы линз:

– Brighten (Яркость) – осветляет цвета всех пикселей под линзой; в поле Rate (Уровень) задается степень осветления в процентах.

– Color Add (Сложение цветов) – добавляет к цветам пикселей под линзой цвет самой линзы, указанный в поле Color (Цвет).

– Color Limit (Цветовой фильтр) – окрашивает пиксели в оттенки цвета линзы.

– Custom Color Map (Специальная палитра) – окрашивает пиксели в оттенки цвета между двумя выбранными: в поле From (От) задается цвет для темных областей, а в поле To (К)

– для светлых.

– Fish Eye (Рыбий глаз) – имитирует взгляд через выпуклую или вогнутую линзу: положительные значения поля Rate (Уровень) соответствуют выпуклой линзе, отрицательные

– вогнутой; эта линза не действует на растровые изображения.

– Heat Map (Температурная карта) – имитирует тепловую карту изображения под линзой; светлые цвета принимают «теплые» цветовые оттенки, темные – «холодные», черные области становятся белыми.

– Invert (Инвертировать) – инвертирует цвета пикселей подлинзой.

– Magnify (Увеличение) – увеличивает или уменьшает изображение под линзой без искажения с заданным коэффициентом (Rate).

– Tinted Grayscale (Оттенки серого) – режим тонированной фотографии.

– Transparency (Прозрачность) – обычная прозрачная линза с регулируемой степенью прозрачности (Rate).

– Wireframe (Каркас) – изображение под линзой отображается в виде каркаса, без настроек контуров и заливок; не действует на растровые изображения.

Эффект Add Perspective (Перспектива). Этот эффект позволяет придать линейную перспективу любому контуру. Чтобы применить эффект, следует выделить объект и выбрать команду меню Effects/Add Perspective (Эффекты/Добавить перспективу) – объект будет заключен в прямоугольную сетку из красных пунктирных линий с черными квадратными маркерами. Перемещая маркеры на углах, можно придать перспективу объекту. Если стороны габаритного контейнера эффекта не параллельны, то на их продолжении появляется черный крестик – точка схода. Перемещая точку схода, можно также изменять перспективу.

Эффект PowerClip (Контейнер). Этот эффект предоставляет способ размещения объектов, при котором один объект располагается внутри другого – контейнера. Чтобы поместить объект в контейнер, следует выделить этот объект, выбрать команду меню Effects/PowerClip/Place Inside Container (Эффекты/Контейнер/Поместить внутрь контейнера), после чего курсор примет вид большой черной стрелки, и нужно будет указать, какой объект будет использоваться в качестве контейнера.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите преобразования объектов, доступные в программе.
2. Дайте определение «слой» и перечислите его атрибуты.
3. Дайте определение «мастер-слой».
4. Перечислите порядок следования объектов.
5. Поясните назначение эффекта «Контейнер».

## Практическая работа №14 ОСНОВЫ РАБОТЫ В FLASH

*Цель работы:* освоить инструменты рисования Flash и получить навыки рисования.

### Теоретическая часть

Рисование выполняется с помощью инструментов, расположенных на панели *Tools*. Основными из них являются:

*Line Tool* (Линия)  – инструмент позволяет рисовать прямые и ломаные линии (контур объекта). Инструмент не имеет кнопок-модификаторов. Параметры инструмента: толщина и цвет линии.

*Oval Tool* (Овал)  – инструмент предназначен для создания стандартных геометрических фигур: эллипсов и окружностей различного радиуса. Созданная фигура состоит из двух компонентов, которые могут редактироваться отдельно друг от друга: контура (Outline) и заливки (Fill). Параметры инструмента: толщина и цвет линии.

*Rectangle Tool* (Прямоугольник)  – инструмент предназначен для создания соответствующих геометрических фигур. Созданная фигура состоит из двух компонентов, которые могут редактироваться отдельно друг от друга: контура и заливки. Параметры инструмента: радиус скругления углов прямоугольника, толщина и цвет линии.

*Pen Tool* (Перо)  – инструмент позволяет рисовать прямые и сглаженные кривые линии с высокой точностью на основе механизма кривых Безье, для этого в процессе рисования Flash создает базовые точки (Anchor points) и затем строит по ним нарисованный сегмент.

*Pencil Tool* (Карандаш)  – инструмент предназначен для рисования произвольных линий, но при соответствующей настройке параметров он выполняет «распознавание» нарисованных фигур и автоматическое их преобразование к стандартным геометрическим фигурам.

*Brush Tool* (Кисть)  – инструмент позволяет рисовать линии, напоминающие мазки кистью.

*Eraser Tool* (Ластик)  – это обычная для графических редакторов «стирательная резинка».

Изменение формы линий и контуров фигур.

Пользователь имеет возможность изменять форму линий и контуры фигур, созданных с помощью инструментов *Pen*, *Pencil*, *Brush*, *Line*, *Oval* или *Rectangle*.

Редактирование может выполняться инструментами *Arrow*, *Free Transform* и *Subselection*, либо средствами оптимизации кривых. Чтобы изменить форму линии или контур фигуры, можно перетащить на новую позицию любую точку линии,

«зацепив» ее инструментом *Arrow*. При этом указатель служит индикатором того, как будет изменяться линия и ограниченная ею заливка. В процессе перемещения линии Flash отображает ее новое положение. Если перемещаемая точка является конечной, то можно удлинить или сократить линию. При перемещении угловой

точки величина угла не изменяется, хотя обра- зующие его линии могут становиться длиннее или короче. Чтобы создать новую угловую точку, следует щелкнуть на редактируемой линии при нажатой клавише <Ctrl>. Дополни- тельные возможности по автоматическому редактированию линий и контуров с помощью инструмента *Arrow* обеспечиваются кноп- ками-модификаторами *Smooth* (Сгладить) и *Straighten* (Выпрямить). Щелчок на любой из них обеспечивает выполнение соот- ветствующей операции. В зависимости от вида линии повтор- ный щелчок на той же кнопке может либо усилить полученный результат, либо не привести к дополнительному эффекту.

Для редактирования линий и контуров инструментом *Subselection* соответствующая линия должна быть предвари- тельно выбрана с помощью этого же инструмента. В осталь- ном технология редактирования аналогична работе с инстру- ментом *Arrow*. Еще один способ редактирования графических объектов состоит в том, чтобы *оптимизировать* состав кривых Безье, на основе которых сформирован объект. Конечная цель оптимизации заключается в уменьшении числа кривых, используемых для формирования объекта. Благодаря оптимизации можно сделать более правильными контуры объекта и уменьшить размер Flash- фильма. Для оптимизации объекта требуется выполнить следующие действия:

1. Выбрать объект, подлежащий оптимизации (выбрать можно весь объект, заливку, контур или часть контура).

2. В меню *Modify* выбрать команду *Optimize* (Оптимизировать).

3. В открывшемся диалоговом окне с помощью ползунко- вого регулятора выбрать уровень оптимизации, а также два дополнительных параметра, первый из которых определяет способ проведения оптимизации, а второй – необходимость информирования пользователя.

#### Работа с цветом

Для работы с цветом во Flash предназначены следующие средства:

- инструменты *Ink Bottle Tool* (Буылка чернил) , *Paint Bucket Tool* (Банка краски) , *Fill Transform* (Преобразование градиента) и *Dropper Tool* (Пипетка) , расположенные на панели *Tools*; 

- кнопки *Stroke Color* (Цвет контура), *Fill Color* (Цвет залив- ки), *Default Colors* (Цвета по умолчанию), *No Color* (Бесцветный) и *Swap Colors* (Поменять цвета), расположенные в поле *Colors* панели *Tools*;

- панели *Color Mixer* (Смеситель цвета) и *Color Swatches* (Образцы цвета).

*Инструмент Ink Bottle Tool.* Инструмент предназначен для изменения цвета линии или контура объекта. При этом исполь- зоваться могут только базовые цвета. Кроме того, с его помо- щью можно изменять толщину и стиль линии (контура). Для изменения цвета линии с помощью *Ink Bottle* необходимо выполнить следующие действия: включить инструмент; с помощью кнопки *Stroke Color* выбрать требуемый цвет; устано- вить указатель на редактируемую линию (горячей точкой указа- теля является кончик «струи» из бутылки) и щелкнуть кнопкой мыши. Чтобы изменить с помощью *Ink Bottle* толщину и/или стиль линии, необходимо установить соответствующие пара- метры в инспекторе свойств инструмента и

затем щелкнутым по редактируемой линии.

*Инструмент Paint Bucket Tool.* Инструмент предназначен для изменения цвета заливки объекта или мазка кисти, а также для закрашивания произвольной замкнутой области на столе. Для закрашивания могут использоваться базовые цвета, градиенты и растровые изображения.

Для изменения цвета заливки с помощью *Paint Bucket Tool* необходимо выполнить следующие действия: включить инструмент; с помощью кнопки *Fill Color* выбрать требуемый цвет; установить указатель на закрашиваемую область (горячей точкой указателя является кончик «струи» из банки) и щелкнуть кнопкой мыши.

Инструмент *Paint Bucket* имеет дополнительные параметры, установка которых выполняется с помощью кнопок-модификаторов, расположенных в поле *Options* панели *Tools*.

Кнопка *Gap Size* (Размер промежутка) открывает меню, позволяющее выбрать вариант автоматического «оконтуривания» незамкнутой области, которую требуется закрасить. Выберите вариант *Don't Close Gaps* (Не закрывать промежутки), если вы хотите закрыть промежутки вручную.

Выбор любого из трех других вариантов (*Close Small Gaps* – «закрыть маленькие промежутки», *Close Medium Gaps* – «закрыть средние промежутки» и *Close Large Gaps* – «закрыть большие промежутки») обеспечивает закрашивание областей, контур которых имеет один или более просветов.

Модификатор *Lock Fill* (Блокировка заливки) используется только для градиентных заливок и растровых изображений. Он создает эффект, словно изображения являются частью одного, занимающего весь стол.

*Инструмент Fill Transform.* Данный инструмент позволяет изменять параметры градиентной или растровой заливки некоторой области. Чтобы перейти в режим редактирования заливки, необходимо включить инструмент *Fill Transform* (при этом изменится форма указателя мыши) и выбрать редактируемую заливку, щелкнув на ней мышью. Это приведет к тому, что в центре заливки появится точка трансформации, а на выделяющей рамке – три маркера. Первый и второй обеспечивают изменение размера градиента (или растрового изображения), третий – его положение. При наведении указателя на маркер форма указателя изменяется, показывая назначение маркера.

Перемещение точки трансформации также позволяет изменять вид градиентной заливки и растрового изображения.

*Инструмент Subselection Tool.* Инструмент позволяет копировать (переносить) атрибуты некоторой линии или заливки на другой объект. Для копирования атрибутов линии или заливки требуется выполнить следующие действия:

1. Включить инструмент *Dropper Tool* и щелкнуть на линии или фигуре, в зависимости от типа эталонного элемента (линия или заливка) автоматически включается соответствующий инструмент закрашивания – *Ink Bottle Tool* или *Paint Bucket Tool*, кроме того, для инструмента *Paint Bucket Tool* устанавливается режим *Lock Fill*.

2. Щелкнуть на объекте, которому требуется назначить эталонные атрибуты.

Кнопки группы *Colors*. В эту группу панели *Tools* входят кнопки *Stroke Color*, *Fill Color*, *Default Colors*, *No Color* и *Swap Colors*. Кнопки *Stroke Color* и *Fill Color* представляют собой как бы два переключателя, и в каждый момент времени может быть включена только одна из них. Кнопки могут использоваться либо совместно с инструментами рисования, рассмотренными выше, либо с инструментом *Arrow*. Щелчок на любой из кнопок приводит к открытию окна палитры, в котором производится выбор нужного цвета. Для градиентных цветов код RGB принимается равным #000000 (то есть коду черного цвета).

Кнопка *Swap Color* позволяет быстро (одним щелчком) поменять местами цвета заливки и контура выбранного объекта. Кнопка *No Color* предназначена для создания объектов с прозрачной (бесцветной) заливкой или с прозрачным (бесцветным) контуром. Данная установка может быть применена только к вновь создаваемым объектам, но и к существующим. Для существующего объекта аналогичный эффект можно получить, просто удалив контур или заливку. Кнопка становится доступной только при включении инструментов *Oval Tool* или *Rectangle Tool*. Щелчок на кнопке приводит к тому, что прозрачный цвет устанавливается для заливки. Чтобы применить его к контуру объекта, следует воспользоваться кнопкой *Swap Color*.

Кнопка *Default Colors* обеспечивает замену цветовой схемы выбранного объекта (или нескольких объектов) на используемую по умолчанию (белая заливка и черный контур).

*Панель Color Mixer*. Панель позволяет выполнять следующие действия: устанавливать цвет заливки для выбранного или вновь создаваемого объекта; редактировать существующие градиентные заливки; выбирать растровое изображение, которое должно использоваться в качестве заливки; создавать новые и редактировать основные цвета палитры Flash.

Формат панели зависит от вида операции, который может быть выбран из раскрывающегося списка. Таких вариантов пять: *None* (Отсутствует) – установить прозрачный цвет заливки.

Вариант доступен только в том случае, если на панели *Tools* включен один из трех инструментов: *Pen*, *Oval* или *Rectangle* (для вновь создаваемого объекта кнопки, отображаемые справа от списка режимов, дублируют кнопки, входящие в группу *Colors* панели *Tools*);

*Solid* (Базовый цвет) – установить для заливки один из базовых цветов; при выборе этого варианта панель также содержит кнопки, дублирующие группу *Colors* панели *Tools*. При выборе основного цвета вы можете использовать как полный, так и сокращенный формат панели;

*Linear gradient* (Линейный градиент) – редактировать заливку с линейным градиентом. В данном случае на панели отображаются те же элементы, что и при создании радиально-го градиента;

*Radial gradient* (Радиальный градиент) – редактировать заливку с радиальным градиентом. Формат панели и технология работы с ней аналогично, как для заливки с линейным градиентом;

*Bitmap* (Растровое изображение) – выбрать растровое изображение для заливки. В данном случае панель *Color Mixer* дополняется своеобразным списком, в котором отображаются растровые изображения, импортированные в фильм. Щелчок на элементе списка приводит к тому, что соответствующий вид заливки становится активным и может быть применен к объектам фильма с помощью инструмента *Paint Bucket*.

*Панель Color Swatches*. Данная панель отличается от панели *Color Mix* тем, что позволяет работать не с отдельными цветами, а с палитрами цветов. С ее помощью можно скомпоновать и сохранить на диске несколько палитр, каждая из которых будет использоваться в определенном фильме.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличие векторной графики от растровой?
2. Какие инструменты рисования не имеют модификаторов?
3. С помощью каких инструментов можно изменять форму линий и контуров?
4. Какие инструменты применяются для работы с цветом?
5. Какие инструменты применяются для рисования?
6. Из каких составляющих состоит Flash-технология?
7. Какие механизмы Flash предусмотрены для анимирования объектов?
8. Что подразумевается под интерактивностью?
9. Какие инструменты используются для выбора объектов?

## Практическая работа № 15 СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ В FLASH

*Цель работы:* получить базовые навыки создания анимации в программе.

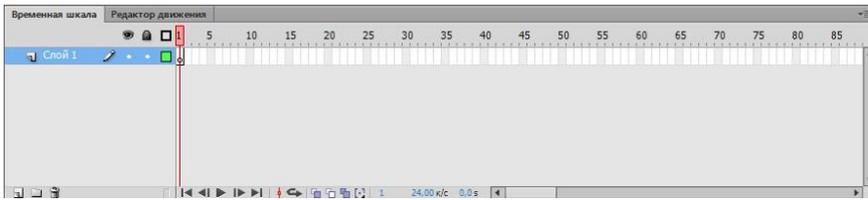
Теоретическая часть Способы создания анимации в Flash:

– покадровую анимацию (Frame-by-frame, «кадр за кадром»), когда каждый следующий кадр вы создаете собственными руками (либо импортируете из внешнего источника);

– автоматическую анимацию (tweened-анимацию), когда вы выстраиваете лишь ключевые кадры, а все промежуточные кадры Flash формирует самостоятельно.

Необходимо отметить, что оба механизма могут использоваться совместно, причем не только в рамках одного фильма, но и применительно к одному объекту. Например, более сложные в сюжетном плане фрагменты могут быть основаны на покадровой анимации, а фрагменты с «предсказуемым» развитием сюжета получены с помощью автоматической.

Такое объединение возможно благодаря использованию для каждого объекта единой оси времени, представленной в окне редактора временной диаграммой – Time Line.



Объединив на одной временной диаграмме нескольких объектов, можно получить сцену, в которой участвуют несколько персонажей. Особенность применения автоматической анимации состоит в том, что с ее помощью можно анимировать только один объект на данном слое. Для создания сцены, в которой предполагается наличие нескольких анимированных объектов, требуется разместить каждый из них на отдельном слое.

Независимо от того, какой механизм используется для создания отдельных кадров, суть анимирования заключается в том, чтобы отразить изменение объекта во времени.

Возможно, создать фильм, в котором в течение часа один и тот же шар будет неподвижно лежать на столе. В этом случае все кадры фильма будут похожи друг на друга, и зритель не сможет отличить ваш фильм от статичного изображения. С другой стороны, можно изготовить несколько замечательных кадров и... воспроизвести их в один и тот же момент времени.

Результат будет прежним – зритель не сможет увидеть происходящее на сцене. Таким образом, основной принцип анимации – каждому моменту времени – свой кадр.

#### Покадровая анимация

Для создания покадровой анимация требуется предварительно подготовить каждый кадр фильма. При этом необходимо учитывать следующее обстоятельство. Плавность перехода от одного кадра к другому и, соответственно, плавность и естественность движений персонажей зависят от того, насколько отличается следующий кадр от предыдущего (а не от скорости смены кадров, как иногда полагают). Покадровую анимацию целесообразно применять в тех случаях, если объекты видоизменяются или взаимодействуют друг с другом каким-либо сложным образом. Кроме того, покадровая анимация используется во Flash при описании поведения интерактивных элементов фильма, например, кнопок. Каждому состоянию кнопки соответствует определенный ключевой кадр на временной диаграмме.

*Создание последовательности ключевых кадров.* Основным инструментом при создании покадровой анимации является панель временной диаграммы. С ее помощью вы можете создавать, удалять и перемещать кадры анимации, изменять режимы просмотра отдельных кадров и всей сцены, выполнять другие операции.

Каждый покадровый мультик характеризуется двумя основными параметрами: количеством ключевых кадров (Keyframe); частотой смены кадров.

Оба эти параметра влияют на создаваемый визуальный эффект (на плавность или, наоборот, дискретность движений, «превращений» и т.д.).

На временной диаграмме ключевые кадры изображаются серыми прямоугольниками с черной точкой внутри . При воспроизведении фильма

считывающая головка перемещается от одного кадра к другому, отмечая текущий кадр.

Чтобы увидеть изображение, связанное с конкретным кадром, необходимо щелкнуть мышью на значке этого кадра на временной диаграмме.

Описание процедуры создания покадровой анимации

*Сценарий анимации:* шар, который падает и разбивается на три части. Для раскрытия сюжета достаточно пяти кадров:

1. Шар в исходном положении.
2. Шар упал, но пока цел.
3. От шара откололся первый кусочек.
4. От шара откололся второй кусочек.
5. На столе лежит нечто, в предыдущей жизни бывшее шариком.

Таким образом, последовательность работы должна быть следующей:

1. Создайте на столе четыре изображения, соответствующие указанным выше кадрам.

2. Создайте новый файл фильма с «чистым» столом, щелкнув на кнопке *New* (Создать) основной панели инструментов Flash.

3. На временной диаграмме в ячейке первого кадра щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите команду *Insert Keyframe* (Вставить ключевой кадр).

4. Из окна, в котором создавались изображения шара, скопируйте первое изображение и поместите его где-нибудь в верхней части стола; при этом первый кадр на временной диаграмме будет помечен как ключевой (черной точкой).

5. Щелкните правой кнопкой мыши в ячейке второго кадра и в контекстном меню выберите команду *Insert Keyframe*, при этом кадр будет сразу помечен как ключевой, поскольку для него наследуется изображение из предыдущего кадра. Воспользуйтесь им и переместите изображение шара в нижнюю часть стола.

6. Щелкните правой кнопкой мыши в ячейке третьего кадра и в контекстном меню вновь выберите команду *Insert Keyframe*. Новый кадр также будет помечен как ключевой, и для него сохранится предыдущее изображение. Его можно отредактировать или заменить нужным.

7. Создайте четвертый и пятый кадры, выбирая в контекстном меню команду *Insert Keyframe* и помещая на стол соответствующее изображение.

Чтобы воспроизвести фильм, достаточно просто нажать клавишу <Enter> (альтернативный вариант – выбрать в меню *Control* команду *Play* – «воспроизвести»).

*Редактирование анимации.* Как и при создании мультипликации, при его редактировании удобнее всего работать с панелью временной диаграммы, а точнее – с *контекстными меню* этой панели.

Для каждого вида кадров временной диаграммы предусмотрено собственное контекстное меню. Так, существует контекстное меню ключевого кадра, контекстное меню «обычного» кадра (Frame), контекстное меню кадров *tweened-анимации*.

Flash предоставляет следующие возможности по редактированию

анимированной последовательности:

1) коррекция содержимого любого ключевого кадра;  
2) добавление ключевых кадров. Новый кадр вставляется только после завершающего кадра последовательности. При этом можно добавлять ключевые кадры двух типов:

– с наследуемым изображением – с помощью команды *Insert Keyframe*;

– пустой кадр (без содержания) – с помощью команды *Insert Blank Keyframe* (Вставить пустой ключевой кадр);

3) добавление простых (не ключевых) кадров. Новый кадр может быть вставлен после любого ключевого кадра. В простейшем случае вставка простого кадра позволяет «продлить жизнь» предшествующему ключевому кадру. Для добавления простого кадра, следует щелкнуть правой кнопкой мыши на том ключевом кадре, после которого вы хотите поместить новый кадр, и выбрать в контекстном меню команду *Insert Frame* (Вставить кадр). Простой кадр отображается на временной диаграмме светлым прямоугольником;

4) преобразование ключевого кадра в простой выполняется с помощью команды *Clear Keyframe* (Очистить ключевой кадр), входящей в контекстное меню. Содержание очищенного ключевого кадра и всех простых кадров до последующего ключевого кадра заменяется предшествующим «очищенному» ключевому кадру;

5) копирование одного или нескольких кадров выполняется с помощью команд контекстного меню *Copy Frames* (Копировать кадры) и *Paste Frames* (Вставить кадры). Вставку можно выполнять после любого ключевого кадра;

6) перемещение одного или нескольких кадров выполняется с помощью команд контекстного меню *Cut Frames* (Вырезать кадры) и *Paste Frames*. Вставку можно выполнять после любого ключевого кадра;

7) удаление одного или нескольких кадров. Для удаления кадра следует щелкнуть на нем правой кнопкой мыши и выбрать в контекстном меню команду *Remove Frames* (Удалить кадры);

8) изменение порядка следования кадров на обратный (реверс). Для выполнения этой операции следует выбрать последовательность кадров (она должна начинаться и заканчиваться ключевым кадром) и в контекстном меню выбрать команду *Reverse Frames* (Развернуть кадры).

Свойства отдельного кадра можно также изменить с помощью панели инспектора свойств кадра. Для любого «статичного» кадра, эта панель содержит один и тот же набор элементов:

1) текстовое поле *<Frame Label>* (Метка кадра), предназначенное для ввода имени (или метки) кадра. Механизм меток, введенный в Flash, позволяет реализовать навигацию между кадрами фильма. Собственно механизм переходов реализуется в виде сценария на ActionScript;

2) раскрывающийся список *Tween* (Услужливый), который содержит перечень возможных способов использования tweened-анимации; таких способов три: *None*

(Никак) – tweened-анимация не используется; *Motion* (Движение) – tweened-анимация движения; *Shape* (Форма) – tweened-анимация трансформации объекта;

3) раскрывающийся список *Sound* (Звук), позволяющий выбрать и связать с кадром звуковой символ. Если ни с одним кадром фильма не связан звук, то список содержит единственный пункт – *None* (Никакой). Остальные элементы, связанные с установкой параметров звука, становятся доступны только после назначения кадру звукового символа;

4) кнопка без названия, но с длинным пояснением – *Edit the action script for this object* (Редактировать сценарий для этого объекта), щелчок на которой обеспечивает вызов панели редактора ActionScript.

*Управление режимами просмотра кадров.* Во многих случаях бывает удобно видеть на столе одновременно содержание всех ключевых кадров анимации. Flash обеспечивает несколько вариантов такого совмещения. Выбор варианта производится с помощью кнопок, расположенных у нижнего края панели временной диаграммы:

– *Onion Skin* (Калька) – включение режима одновременного просмотра нескольких кадров.

– *Onion Skin Outlines* (Контурные кальки) – включение режима, при котором соседние с активным кадры представлены только контурами. В этом режиме также доступен для редактирования только активный кадр;

– *Edit Multiple Frames* (Правка нескольких кадров) – включение режима, при котором все видимые кадры доступны для редактирования. Все кадры отображаются в полноцветном варианте;

– *Onion 2* (Видны 2) – на столе отображаются по два соседних с активным кадра (справа и слева);

– *Onion 5* (Видны 5) – на столе отображаются по пять кадров справа и слева от активного кадра;

– *Onion All* (Видны все) – на столе отображаются все кадры анимации.

#### *Автоматическая анимация движения объекта*

Flash может создавать два типа tweened-анимации: анимацию движения (*motion tweening*); анимацию трансформирования объекта (*shape tweening*).

*Создание tweened-анимации движения.* Анимация движения может быть автоматически построена для экземпляра символа, группы или текстового поля. При создании анимации движения требуется установить для некоторого кадра такие атрибуты объекта, как позиция на столе, размер, угол поворота или наклона, и затем изменить значения этих атрибутов в другом кадре. Flash интерполирует значения изменяемых атрибутов для промежуточных кадров, создавая эффект последовательного перемещения или преобразования.

Создавать анимацию движения можно, используя один из двух методов: с помощью панели инспектора свойств кадра; с помощью команды *Create Motion Tween* (Создать классическую анимацию движения), в результате получится:



*Пример:* требуется «перекатить» шарик через стол слева направо. Создавая анимацию движения шарика с помощью инспектора свойств кадра, требуется

выполнить следующие действия.

1. Убедитесь, что панель инспектора свойств присутствует на экране. Если она закрыта, выберите в меню *Window* основного окна пункт *Properties*.

2. Включите инструмент *Oval* и нарисуйте шарик в левой части стола.

3. Включите инструмент *Arrow*, выберите шарик и сгруппируйте (объедините в одно целое) контур и заливку шара с помощью команды *Group*, входящей в меню *Modify* основного окна Flash. В результате шар окажется заключенным в голубую выделяющую рамку.

4. Щелкните правой кнопкой мыши в ячейке того кадра на временной диаграмме, который вы хотите сделать последним кадром анимации (например, 10-й), и в контекстном меню выберите команду *Insert Keyframe* (Вставить ключевой кадр).

В результате промежутки между первым и последним ключевыми кадрами будут заполнены одноцветными (светло-серыми) ячейками простых кадров.

5. Перетащите шар на новую позицию в правой части стола.

6. Щелкните левой кнопкой мыши в ячейке первого ключевого кадра, что приведет к одновременному выполнению двух действий: изображение шарика переместится на исходную позицию и изменится формат панели инспектора свойств, на которой будут представлены параметры выбранного (первого) кадра.

7. В панели инспектора свойств выберите в раскрываемом списке *Tween* пункт *Motion*. При этом формат панели

изменится, и на ней появятся элементы интерфейса, позволяющие установить параметры анимации.

Если на панели временной диаграммы вместо стрелки появилась пунктирная линия, значит вы в чем-то ошиблись. Возможны две основные причины неудачи: либо вы пытаетесь анимировать не сгруппированные объекты (в рассматриваемом примере – контур и заливку), либо данный слой содержит более одного сгруппированного объекта или символа.

Создайте новый документ.

Для анимации движения шарика с помощью команды *Create Motion Tween* требуется выполнить следующие действия (считаем, что шарик в первом кадре уже присутствует):

1. Щелкните правой кнопкой в ячейке первого кадра и в контекстном меню выберите команду *Create Motion Tween* (Создать классическую анимацию движения). При этом изображение шара будет автоматически преобразовано в графический символ с именем *tween1* (визуальным признаком преобразования служит появление точки привязки в центре шара и выделяющей рамки).

2. Щелкните правой кнопкой в ячейке кадра, который вы хотите сделать последним в анимационной последовательности (например, 10-й), и в контекстном меню выберите команду *Insert Frame* (Вставить кадр). В результате между первым и последним кадрами появится пунктирная линия.

3. Переместите шар на новую позицию (в правую часть стола), в результате последний кадр анимации будет автоматически преобразован в ключевой, а пунктирная линия будет заменена линией со стрелкой. Создание анимации на

этом завершено. Если вы теперь взгляните на панель инспектора свойств кадра, то увидите, что в списке *Tween* выбран вариант *Motion*.

Обратите внимание, что в результате создания tweened-анимации движения с помощью команды *Create Motion Tween* все кадры на временной диаграмме обозначены как tweened-анимированные, в то время как при использовании инспектора свойств последний кадр остался «просто ключевым». Наличие такого ключевого кадра обеспечивает большую гибкость при последующем редактировании фильма.

*Изменение параметров tweened-анимации движения.* После того, как построите с помощью Flash tweened-анимацию, можно скорректировать те или иные ее параметры. Редактирование параметров анимации удобнее всего выполнять с помощью панели инспектора свойств кадра. При этом следует иметь в виду следующее обстоятельство.

Несмотря на то, что на временной диаграмме все кадры tweened-анимации выглядят как одно целое, можно выбрать любой из них в отдельности, щелкнув мышью в соответствующей позиции временной диаграммы. В результате на столе появится изображение, относящееся к данному кадру, а на панели инспектора свойств – параметры этого кадра.

Для кадра, входящего в tweened-анимацию движения, на панели инспектора свойств могут быть установлены следующие параметры:

- возможность масштабирования объекта. Чтобы разрешить этот вариант автоматической анимации, следует установить флажок *Scale* (Шкала);

- скорость изменений. По умолчанию изменения протекают с постоянной скоростью, однако вы можете управлять ею, изменяя значения параметра *Easing* (Замедление): отрицательные значения этого параметра (от -1 до -100) означают, что изменения будут постепенно ускоряться, а положительные значения (от 1 до 100), наоборот, означают постепенное замедление изменений;

- возможность анимации вращения объекта. Выбор направления и длительности вращения выполняется с помощью раскрывающегося списка *Rotate* (Вращение) и расположенного рядом с ним текстового поля *times* (длительность). В списке *Rotate* имеются следующие варианты: *None* (Без вращения) – анимация вращения не используется; *Auto* (Автоматическое вращение) – объект вращается в направлении, требующем наименьшего количества движения; *CW* (Clock Wise – по часовой стрелке) – объект вращается по часовой стрелке. Число оборотов задается в поле *times*; *CCW* (Counter Clock Wise – против часовой стрелки) – объект вращается против часовой стрелки. Число оборотов задается в поле *times*;

- возможность задания нелинейной (произвольной) траектории движения объекта обеспечивается установкой флажка *Orient To Path* (Указать маршрут).

Дополнительные параметры траектории корректируются с помощью флажков *Sync* (Synchronization – синхронизация) и *Snap* (Привязка).

*Совмещение покадровой и автоматической анимации.* Покадровая и автоматическая анимация могут использоваться в одном фильме и даже для одного и того же объекта. *Сценарий:* шарик катится через стол, затем падает и

разбивается. Первая часть сценария будет реализована на основе tweened-анимации, вторая – на основе покадровой. Собственно говоря, оба фрагмента были уже созданы ранее, и теперь остается только объединить их в один фильм. Итак, чтобы получить фильм, совмещающий оба вида анимации, необходимо:

1. Описать движение шарика через-стол с помощью tweened-анимации.

2. Щелкнуть правой кнопкой в ячейке кадра, следующего за последним кадром tweened-анимации (для рассматриваемого примера – в ячейке 11-го кадра), и в контекстном меню выбрать команду *Insert Keyframe*. При этом в списке *Tween* инспектора свойств автоматически будет выбран пункт *None* (не использовать tweened-анимацию).

3. Переместить изображение шарика в нижнюю часть стола.

4. Создать остальные ключевые кадры покадровой анимации. Автоматическая анимация трансформации объекта.

Используя анимацию трансформации, можно создавать эффект плавного «перетекания» объекта из одной формы в другую.

Анимирование стандартных операций видоизменения объекта, которые выполняются с помощью инструментов панели *Tools* (наклон, изменение размера и т.п.) не рассматриваются во Flash как операции трансформации и могут быть добавлены в качестве «сопутствующих» изменений при создании анимации движения объекта. Если вам требуется одновременная трансформация нескольких объектов, то все они должны располагаться в одном слое. Flash не может автоматически анимировать трансформацию символов, сгруппированных объектов, текстовых полей и растровых изображений. Чтобы сделать объекты этих типов доступными для автоматической трансформации, к ним требуется применить процедуру разбиения (*Break Apart* или *Разделить*).

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Чем отличается покадровая анимация от автоматической?
2. Что такое покадровая анимация?
3. Что такое автоматическая анимация?
4. Как управлять режимами просмотра кадров?
5. Как создается анимация движения?
6. Как создается автоматическая анимация трансформации объекта?

## Практическая работа №16 СЛОИ В FLASH

*Цель работы:* получить навыки работы со слоями в Flash.

#### Теоретическая часть

Слой (Layer) – это часть сцены фильма, для которой могут быть установлены некоторые индивидуальные атрибуты. Каждый слой может содержать произвольное число различных объектов, учитывая ограничения на создание tweened-анимации. Применение механизма слоев позволяет автономно работать с различными объектами, подлежащими включению в фильм, и за счет этого

создавать сложные многоплановые сцены.



### Свойства слоев

В обычном режиме все слои абсолютно прозрачны, в том смысле, что объекты, расположенные на различных слоях, визуально воспринимаются как элементы единой сцены. Вместе с тем, объект, находящийся на верхнем слое, заслоняет объекты, находящиеся в той же позиции на нижних слоях. Всегда возможно изменить порядок расположения слоев, а также редактировать объекты одного слоя независимо от элементов других слоев.

*Создание и удаление слоев.* Для создания нового слоя требуется выполнить одно из следующих действий:

- в списке слоев на панели временной диаграммы щелкнуть правой кнопкой мыши на том слое, над которым надо поместить новый и в контекстном меню выбрать команду *Insert Layer* (Вставить слой);
- в списке слоев на панели временной диаграммы выбрать слой, над которым требуется поместить новый, щелкнув на нем левой кнопкой мыши; щелкнуть кнопку *Insert Layer*, расположенную ниже списка слоев.

Для удаления слоя следует выполнить одно из следующих действий:

- в списке слоев на панели временной диаграммы щелкнуть правой кнопкой мыши на том слое, который надо удалить и в контекстном меню выбрать команду *Delete Layer* (Удалить слой);
- в списке слоев на панели временной диаграммы выбрать удаляемый слой, щелкнув на нем левой кнопкой мыши и щелкнуть кнопку *Delete Layer*, расположенную ниже списка слоев.

*Создание и удаление папок слоев.* Для создания папки слоев требуется выполнить одно из следующих действий:

- в списке слоев на панели временной диаграммы щелкнуть правой кнопкой мыши на любом слое и в контекстном меню выбрать команду *Insert Folder* (Вставить папку);
- в списке слоев на панели временной диаграммы выбрать любой слой, щелкнув на нем левой кнопкой мыши и щелкнуть кнопку *Insert Layer Folder*, расположенную, ниже списка слоев.

В отличие от слоев, для папки на временной диаграмме не отображается последовательность кадров. Новая папка не содержит ни одного слоя. Чтобы поместить в папку какой-либо из существующих слоев, достаточно перетащить с помощью мыши строку с именем слоя на строку с именем папки. Все слои, включенные в папку, расположены в списке ниже ее. Кроме того, имена слоев папки смещаются вправо относительно имени папки. Чтобы «вынуть» слой из папки, достаточно перетащить его в списке слоев выше строки с именем папки.

Чтобы создать вложенную папку, необходимо в списке слоев на панели временной диаграммы щелкнуть правой кнопкой мыши на любом слое, входящем в папку более высокого уровня и в контекстном меню выбрать команду *Insert Folder*.

При удалении папки удаляются также и входящие в нее слои, поэтому при попытке удаления папки Flash выводит на экран предупреждающее сообщение.

Для удаления папки следует выполнить одно из следующих действий:

- в списке слоев на панели временной диаграммы щелкнуть правой кнопкой мыши на имени папки, которую вы хотите удалить и в контекстном меню выбрать команду *Delete Folder* (Удалить папку);

- в списке слоев на панели временной диаграммы выбрать удаляемый слой, щелкнув на нем левой кнопкой мыши и щелкнуть кнопку *Delete Layer*, расположенную ниже списка слоев.

*Установка атрибутов слоя.* Каждому слою может быть назначена некоторая совокупность атрибутов.

Атрибутами слоя являются:

- уровень слоя – объекты самого верхнего слоя при воспроизведении фильма находятся как бы на переднем плане сцены и не заслоняются объектами нижележащих слоев. Имя верхнего слоя является верхним и в списке;

- активность – на активном слое можно редактировать или создавать объекты, если для него не установлены атрибуты «скрыт» или «заблокирован». Активный слой отображается в списке инверсным цветом и помечается значком карандаша;

- видимость (*Show/Hide* – Показать/Скрыть) – объекты скрытого слоя (*Hide*) не видны на столе и слой помечается в списке красным крестом. На скрытом слое нельзя редактировать или создавать объекты, даже если он активен;

- блокировка (*Locked/Unlocked* – Заблокирован/Открыт) – на заблокированном слое нельзя редактировать или создавать объекты, даже если он активен, такой слой помечается в списке значком замка;

- контурность (*Outlines*) – объекты на контурном слое заменяются их контурами.

Включение такого режима позволяет видеть объекты, заслоненные объектами данного слоя;

- ведущий/ведомый (*Guide/Guided*) – ведущий слой может использоваться в качестве шаблона при создании других слоев, а также для описания траектории движения, он виден при воспроизведении фильма;

- маска/маскированный (*Mask/masked*) – использование слоя-маски позволяет динамически изменять видимость маскированных слоев, что обеспечивает интересные визуальные эффекты.

Назначение слою требуемых атрибутов может быть выполнено одним из следующих способов:

- с помощью команд контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши на имени слоя;

- с помощью трех кнопок установки атрибутов, расположенных выше списка слоев. Щелчок на любой из них приводит к установке соответствующего атрибута для всех слоев сцены;

- с помощью панели свойств слоя, для ее открытия следует дважды щелкнуть мышью на значке, расположенном левее имени слоя, либо выбрать в контекстном меню слоя пункт *Properties*. Установка атрибутов слоя выполняется с помощью диалогового окна *Layer Properties*, который имеет следующие элементы

управления:

– текстовое поле *Name* (Имя), предназначенное для ввода и/или редактирования имени слоя. По умолчанию создаваемым слоям присваиваются имена *Layer 1*, *Layer 2* и так далее, а также с целью повышения удобства работы можно назначить слою произвольное имя. Flash не препятствует использованию кириллицы в названиях слоев, что делает структуру фильма более понятной;

– флажок *Show* (Показать), состояние которого определяет видимость слоя;

– флажок *Lock* (Блокировать), с помощью которого устанавливается соответствующее состояние слоя;

– группа переключателей *Type* (Тип), позволяющих указать тип слоя: *Normal* – обычный; *Guide* – ведущий; *Guided* – ведомый; *Mask* – маска; *Masked* – маскированный; *Folder* – папка;

– кнопка *Outline Color* (Цвет контура), щелчок на которой открывает окно палитры для выбора цвета контуров объектов слоя, если для него установлен вид «контурный»;

– флажок *View layer as outlines* (Отображать слой как контурный), с помощью которого можно установить/снять соответствующее свойство слоя;

– раскрывающийся список *Layer Height* (Высота слоя), предназначенный для указания высоты строки слоя на панели временной диаграммы (в том числе и высоты ячеек кадров). Такая возможность может оказаться полезной для слоев, кадры которых содержат специальные значки (например, значок звукового символа); список содержит всего три варианта (100%, 200% и 300%).

#### Использование слоев в анимации

Варианты применения механизма слоев при создании фильма: использование слоев для создания фонового изображения; использование ведущего слоя для управления движением объекта; использование слоя-маски для управления видимостью маскированных слоев; включение в сцену нескольких анимированных объектов.

*Создание фона.* Под фоном во Flash понимаются статичные изображения, «декорации», которые не изменяются в процессе фильма. Фон может быть расположен как позади (с точки зрения наблюдателя), так и перед анимированным объектом.

*Управление движением объекта.* Во Flash существует понятие «ведущего слоя» – *Guide Layer*. Ведущий слой имеет два предназначения: вы можете поместить на него какие-либо комментарии, которые видны только в режиме редактирования фильма, но не экспортируются в формат SWF; с помощью ведущего слоя можно управлять траекторией перемещения объекта, анимированного с помощью tweened-анимации движения.

Чтобы создать слой-инструкцию, необходимо в списке слоев на панели временной диаграммы щелкнуть правой кнопкой мыши на любом слое и в контекстном меню выбрать команду *Insert Layer*. Щелкнуть правой кнопкой мыши на вновь созданном слое и в контекстном меню выбрать пункт *Guide*. В результате в списке слоев возле имени слоя появится значок в виде молоточка. Он говорит о том, что содержимое данного слоя предназначено исключительно для

разработчи-ков. Второй тип ведущего слоя – это слой, описывающий траекторию, по которой движется объект. Особенность такого применения ведущего слоя состоит в том, что предварительно требуется создать tweened-анимацию прямолинейного движения объекта.

Чтобы заставить двигаться объект по произвольной траектории, необходимо выполнить следующие действия:

1. Щелкнуть правой кнопкой на имени слоя, содержащего анимированный объект.

2. Выбрать в контекстном меню команду *Add Motion Guide* (Добавить слой, управляющий движением). В результате в списке слоев появится ведущий слой, помеченный специальным значком, а имя слоя с анимацией сдвинется вправо – это признак того, что он является ведомым слоем.

3. Щелкните на имени ведущего слоя, чтобы сделать его активным.

4. С помощью любого инструмента рисования (*Pen, Pencil, Oval, Brush, Rectangle*) изобразите траекторию движения объекта.

5. Щелкните левой кнопкой мыши в ячейке первого кадра анимации и в панели инспектора свойств кадра установите один из двух флажков: *Orient to Path* (Ориентировать по маршруту), если вы хотите, чтобы по нарисованному вами маршруту была сориентирована ось симметрии объекта; *Snap* (Привязать), если требуется привязать к траектории точку трансформации или точку регистрации объекта. После установки любого из флажков Flash автоматически позиционирует объект в кадре требуемым образом.

6. Щелкните левой кнопкой мыши в ячейке последнего кадра анимации и в панели инспектора свойств кадра установите тот же флажок, что и для первого кадра.

7. Снимите выделение с анимированного объекта и воспроизведите фильм.

Если вы построите траекторию, которая содержит пересекающиеся или соприкасающиеся участки, то объект будет двигаться по кратчайшему маршруту, соединяющему начальную и конечную точки траектории.

После того, как траектория будет создана, вы можете сделать ее невидимой. Для этого требуется сделать невидимым ведущий слой.

#### Маскирование слоев

Слой-маска позволяет создавать эффект отверстия, через которое видно содержание одного или большего числа нижележащих слоев. Маска может быть создана на основе следующих типов объектов слоя: заливки; текстового поля (любого типа – *Static, Dynamic* либо *Insert*); экземпляра графического символа; клипа.

Маску можно заставить перемещаться, используя любой тип анимации: покадровая и tweened-анимация.

*Создание маски.* Маска представляет собой обычный слой, за исключением того, что любая заливка на нем интерпретируется Flash как отверстие, через которое виден нижележащий слой. При этом цвет заливки (в том числе растровой), наличие градиента, контур заливки и его тип полностью игнорируются Flash. Слой-маска закрывает (маскирует) по умолчанию только тот слой, который

расположен непосредственно под ним.

Чтобы маскировать слой, необходимо выполнить следующие действия:

– Щелкните правой кнопкой мыши на имени слоя, который вы хотите маскировать (закрыть маской), и в контекстном меню выберите команду *Insert Layer* (этот новый слой впоследствии будет служить маской).

– Поместите на слой-маску заливку (или заливки), которые вы хотите использовать в качестве «смотровых окон». При анимировании маски на ней должна присутствовать только одна заливка.

– Щелкните правой кнопкой мыши на имени слоя-маски и в контекстном меню выберите пункт *Mask* (Маска), при этом в списке слоев произойдут следующие изменения: слева от имени слоя-маски появится соответствующий значок; имя маскируемого слоя сдвинется вправо, и возле него также появится новый значок; оба слоя будут автоматически заблокированы.

Всегда можно изменить расположение, форму и количество «смотровых окон» маски. Для этого ее надо сделать доступной для редактирования, достаточно снять с нее блокировку, щелкнув на значке замка (маскируемый слой можно не разблокировать). При этом автоматически снимается и режим маскирования. Переход между режимами редактирования и просмотра маски может также выполняться с помощью команд контекстного меню слоя. Чтобы включить режим редактирования, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши либо на имени слоя-маски, либо на имени маскированного слоя и в контекстном меню выбрать команду *Show All* (Показать все). Чтобы включить режим просмотра маски, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши либо на имени слоя-маски, либо на имени маскированного слоя и в контекстном меню выбрать команду *Show Masking* (Показать маскирование).

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое слой?
2. Как создать и удалить слой?
3. Какие атрибуты имеют слои?
4. Что называется ведущим слоем?
5. На основе, каких типов объектов слоя может быть создана маска?
6. Как производится анимирование маски?
7. Для чего используются папки слоев?

### **Практическая работа №17 РАБОТА С ТЕКСТОМ В FLASH**

*Цель работы:* изучить способы и методы работы с текстом.

#### Теоретическая часть

В любой Flash-фильм может быть добавлен текст. Как при работе в обычных текстовых редакторах для текста может быть установлен размер, шрифт, стиль, интервал, цвет и способ выравнивания. Шрифт можно трансформировать

аналогично другим объектам – поворачивать, масштабировать, наклонять. При этом сохраняется возможность редактирования его символов. На основе фрагмента текста может быть создана гиперссылка. Flash-фильм может содержать динамические текстовые поля, а также поля, редактируемые пользователем. В Flash можно создавать прокручиваемые многострочные текстовые области. При необходимости текст может быть конвертирован в графический объект, и тогда с его символами разрешается работать как с отдельными графическими фигурами.

Создание и редактирование текста.

Чтобы добавить текстовое поле в Flash-фильм, следует выполнить следующие действия:

1. Включить инструмент *Text Tool* **T** на панели *Tools*.

2. Щелкнуть мышью в той позиции на столе, куда требуется поместить текстовое поле. В результате в этой позиции появится текстовый курсор, окруженный выделяющей рамкой.

3. Набрать текст.

В правом углу выделяющей рамки (верхнем или нижнем) имеется маркер, который определяет тип текстового поля. Прямоугольный маркер в правом верхнем углу соответствует текстовому полю фиксированной ширины (*Fixed text block*), в таком поле выполняется автоматический перенос на следующую строку, если очередной символ не уместится на текущей строке. Ширина поля устанавливается пользователем посредством перетаскивания маркера, после публикации фильма на Web-сервере содержимое такого поля не может быть изменено с помощью сценария или читателем Web-страницы.

Круглый маркер в правом верхнем углу соответствует расширяемому текстовому полю (*Expanded text block*), это однострочное текстовое поле, ширина которого автоматически увеличивается при вводе текста. Содержимое такого поля также не может быть изменено с помощью сценария или читателем Web-страницы. Белый прямоугольный маркер в правом нижнем углу соответствует текстовому полю, предназначенному для ввода динамически изменяемого содержимого – *Dynamic text block* или *Input text block*.

Содержимое поля первого типа может изменяться с помощью сценария, а второго – читателем Web-страницы (например, при вводе данных в форму). Черный прямоугольный маркер в правом нижнем углу указывает на текстовое поле, содержимое которого может перемещаться (прокручиваться) внутри текстовой области с помощью вертикальной и/или горизонтальной полосы прокрутки.

Чтобы изменить атрибуты текстового блока, слова (фрагмента текста) или отдельного символа, необходимо:

1. Включить инструмент *Text*.

2. Выбрать (выделить) мышью соответствующий фрагмент текста.

3. В меню *Text* выбрать соответствующую команду, либо воспользоваться элементами управления, имеющимися на панели инспектора свойств текста.

Все команды меню *Text* разделены на три группы: в первую входят

«традиционные» команды работы с текстом (*Font, Size, Style*), которые представляют собой каскадные меню, содержащие возможные значения соответствующих атрибутов текста; вторую группу образуют команды – *Align* (Выравнивание) и *Tracking* (Трекинг); в третью группу включена команда – *Scrollable* (Перемещаемый), обеспечивающая установку соответствующего свойства текстового поля.

Более удобным средством для изменения параметров текста является инспектор свойств. Его формат зависит от типа текстового поля.

Статический текст (*Static Text*) – это текстовое содержимое фильма, которое не может быть изменено после публикации фильма.

Динамический (или изменяемый текст) *Dynamic Text* – это такое текстовое поле, содержимое которого может изменяться с помощью сценария на языке *ActionScript* (то есть в процессе воспроизведения фильма).

Возможность работы с динамическим текстовым полем из сценария на *ActionScript* обусловлена тем, что каждое такое поле представляет собой экземпляр специального объекта языка *ActionScript*, который называется *TextField*.

Динамическому текстовому полю может быть присвоено уникальное имя (идентификатор), по которому можно обращаться к полю, чтобы установить или изменить содержимое и формат этого поля.

*Создание прокручиваемой текстовой области.* На основе динамического текстового поля может быть создана прокручиваемая текстовая область. Для создания прокручиваемой текстовой области необходимо выполнить следующие действия:

1. Включите инструмент *Text* и с помощью мыши очертите на столе границы текстовой области.

2. На панели инспектора свойств с помощью раскрывающегося списка *Line type* выберите формат текстового поля. При этом полезно придерживаться следующих правил:

- если вы хотите использовать вертикальную полосу прокрутки, то следует выбрать тип *Multiline* или *Multiline No Wrap*;

- если вам требуется поле только с горизонтальной полосой прокрутки, то следует выбрать тип *Single Line*;

- для создания поля с вертикальной и горизонтальной полосами прокрутки выберите тип *Multiline No Wrap*.

3. При необходимости установите требуемые значения других параметров текстового поля (стиль и размер шрифта, цвет и т.д.).

4. Не выключая инструмент *Text*, переместите указатель мыши за пределы текстовой области и щелкните левой кнопкой. При этом текстовый курсор внутри поля исчезнет, и оно окажется выделенным черной пунктирной рамкой.

5. Вновь переместите указатель мыши внутрь текстовой области и щелкните правой кнопкой, чтобы открыть контекстное меню.

6. В контекстном меню выберите команду *Scrollable* (Прокручиваемый).

7. Убедитесь, что в рабочей области Flash открыта панель *Components*

(Компоненты). Если панель закрыта, в меню *Window* выберите пункт *Components*. Данная панель предназначена для включения в фильм элементов управления (кнопок, флажков, списков и т.д.).

8. На панели *Components* найдите элемент *Scroll Bar* и перетащите его мышью в текстовую область; при этом учтите следующее:

- Flash автоматически устанавливает размер полосы прокрутки в соответствии с высотой (для вертикальной) и длиной (для горизонтальной) текстовой области;
- чтобы получить вертикальную полосу прокрутки, следует установить элемент *Scroll Bar* вдоль вертикальной границы области;
- чтобы получить горизонтальную полосу прокрутки, следует установить элемент *Scroll Bar* поперек горизонтальной границы текстовой области таким образом, чтобы указатель мыши оказался в пределах текстовой области.

Flash создает ползунок на полосе прокрутки только в том случае, если он действительно необходим; например, если текстовая область содержит только одну строку, то ползунок на вертикальной полосе прокрутки будет отсутствовать.

Интерактивность полосы прокрутки, как и других элементов управления, помещенных в Flash-фильм, проявляется лишь после его экспорта в формат SWF, а также в режиме тестирования фильма. Чтобы перейти в такой режим, необходимо в меню *Control* основного окна Flash выбрать пункт *Test Movie* (Тестирование фильма) или *Test Scene* (Тестирование сцены).

Если вам в результате перетаскивания элемента *Scroll Bar* по какой-либо причине не удалось получить полосу прокрутки желаемого типа, вы можете установить ее вручную. Для этого необходимо:

1. Включить инструмент *Arrow* и щелкнуть мышью на той полосе прокрутки, которая вас «не послушалась», чтобы выбрать ее.

2. В открывшейся панели инспектора свойств этого элемента щелкнуть в поле свойств элемента на строке *Horizontal*, в результате в строке появится окно раскрывающегося списка.

3. Щелкнуть на кнопке списка и в появившемся окне выбрать значение *true* (истина), если вам нужна горизонтальная полоса прокрутки или *false* (ложь), если вы хотите получить вертикальную полосу прокрутки.

После того, как текстовая область будет дополнена полосой прокрутки, можно включить инструмент *Text*, щелкнуть внутри области и ввести необходимый текст.

Если вы используете в текстовом поле кириллицу, то после конвертирования фильма в формат SWF или при тестировании фильма текст может отображаться некорректно (с использованием другой кодовой таблицы, например, западноевропейской). Чтобы избежать этого, до публикации фильма установите в диалоговом окне *Character Options* переключатель *All Characters*. Редактируемый текст (*Input Text*) – текстовое поле такого типа предназначено для ввода и редактирования текста читателем Web-страницы.

Редактируемое текстовое поле предназначено для получения от пользователя некоторой информации. Например, это может быть запрос к базе данных,

расположенной на сервере, или название сцены фильма, на которую хотел бы перейти посетитель сайта.

Наряду со стандартными средствами форматирования текста Flash поддерживает также возможность создания специфических эффектов. К ним, в частности, относятся масштабирование текста, наклон, поворот, зеркальное отражение. После выполнения любой из операций трансформации текст остается текстом, то есть его по-прежнему можно редактировать не как графический объект, а как набор текстовых символов лишь иллюстрацией некоторых возможностей Flash.

Чтобы перейти в режим текстового редактирования, следует включить инструмент *Text* и дважды щелкнуть на текстовом поле. После этого вы можете продолжить ввод текста, удалить символы или выделить некоторый фрагмент текста, чтобы, например, скопировать его в буфер обмена.

Для выполнения требуемых преобразований текстовое поле должно быть выбрано с помощью инструмента *Arrow* или *Free Transform*. Однако в последнем случае два модификатора инструмента *Free Transform* (а именно *Distort* и *Envelope*) остаются недоступными. Чтобы использовать их возможности, необходимо перейти в режим посимвольного редактирования текста.

*Посимвольное редактирование текста.* Для модификации отдельных символов текста к нему следует применить процедуру разбиения – *Break Apart*. При этом возможны два уровня разбиения: разделение текста на символы с сохранением свойств каждого из них как отдельного фрагмента текста; преобразование символов текста в графические объекты.

Процедуру разбиения можно применить к текстовому полю любого типа (статическому, динамическому и редактируемому), однако уже после разбиения первого уровня текст преобразуется в статический.

#### Практическая часть

Выполнить тренировочные и индивидуальные задания согласно Приложения.

#### Контрольные вопросы.

1. Какие операции можно выполнять с текстом?
2. Как создается и редактируется текст?
3. Какие типы текстового поля бывают?
4. Какие виды текста существуют во Flash?
5. Что такое динамический текст?
6. Для чего нужен редактируемый текст?
7. Для чего применяется статический текст?

## ЛИТЕРАТУРА ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА

1. Дробыш, А. А. Компьютерная графика: практикум [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (по направлениям)» / А. А. Дробыш, А. Ю. Зуенок; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Технология и методика преподавания». – Электрон. дан. – Минск: БНТУ, 2018.
2. Компьютерная графика. В 2 ч. Ч. 1 Компьютерная двумерная графика [электронный ресурс] / Лабораторные работы (практикум) для студентов специальности 1-44 01 02 «Организация дорожного движения». – Минск: БНТУ, 2013. – Режим доступа: <http://rep.bntu.by/handle/data/4376>.
3. Комолова, Н. Самоучитель CorelDraw X8 / Н. Комолова, Е. Яковлева. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 368 с.
4. Тучкевич, Е.И. Adobe Photoshop CS6. Мастер-класс Евгении Тучкевич / Е.И. Тучкевич. – М.: БХВ-Петербург, 2013. – 464 с.
5. Скрылина, С.Н. Photoshop CS6. Самое необходимое / С.Н. Скрылина. – М.: БХВ-Петербург, 2013. – 512 с.
6. Adobe Flash CS6. Официальный учебный курс. – М.: Эксмо, 2013. – 464 с.
7. Рудер, Э. Типографика / Э. Рудер. – М.: Книга, 2017. – 286 с.
8. Хант, Ш. Эффекты в CorelDraw / Ш. Хант. – М.: СПб: БХВ, 2017. – 696 с.

## КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

(вопросы для подготовки к экзамену)

1. Понятие компьютерной графики. Виды компьютерной графики. Области применения компьютерной графики.
2. Понятие настольной издательской системы, ее основные уровни (аппаратный, программный, пользовательский).
3. Программное обеспечение для графического дизайна.
4. Понятие цветовой модели. Цветовые модели RGB, CMYK, HSB.
5. Понятие растровой графики. Пиксель. Разрешение растровой графики, виды разрешения.
6. Кодирование изображения. Глубина цвета. Цветовые палитры, их виды.
7. Обзор основных редакторов растровой графики.
8. Форматы файлов растровой графики.
9. Понятие векторной графики, ее достоинства и недостатки.
10. Математические основы векторной графики. Кривые Безье. Типы опорных точек.
11. Основные редакторы векторной графики. Форматы файлов векторной графики.
12. Фрактальная графика. Понятие фрактала. Примеры фракталов.
13. Трехмерная графика. Основные понятия трехмерной графики. Программные средства обработки трехмерной графики.
14. Графический редактор CorelDraw, его особенности. Примитивы векторной графики. Стандартные операции с векторными объектами. Рисование примитивов в CorelDraw.
15. Графический редактор CorelDraw. Заливка, обводка. Редактирование объектов (выделение, удаление, перемещение, копирование). Трансформация объектов.
16. Графический редактор CorelDraw. Преобразование объектов в кривые. Работа с узлами. Разделение контуров. Создание субконтуров. Градиентные заливки.
17. Графический редактор CorelDraw. Эффекты (перетекание, контур, деформация, оболочки, экструзия, тени). Текст вдоль контура.
18. Графический редактор Photoshop. Палитра. Палитра Web-цветов и цветов для печати. Важные настройки программы. Панель «История действий».
19. Графический редактор Photoshop. Слои. Основные операции над слоями. Виды слоёв.
20. Графический редактор Photoshop. Режимы наложения.
21. Графический редактор Photoshop. Стили слоя.
22. Графический редактор Photoshop. Маска слоя.
23. Графический редактор Photoshop. Корректирующие слои. Слои заливки.
24. Графический редактор Photoshop. Свободно трансформирование.
25. Графический редактор Photoshop. Инструмент перемещения.
26. Графический редактор Photoshop. Инструмент группы выделения области.
27. Программа Macromedia Flash. Рабочая среда. Создание нового клипа и настройка его параметров.

28. Программа Macromedia Flash. Рисование и закрашивание. Рисование прямых линий, овалов и прямоугольников. Заливка и создание контура формы.
29. Программа Macromedia Flash. Работа с объектами и библиотекой. Перемещение, копирование и вставка объектов. Масштабирование, вращение объектов. Упорядочивание объектов. Переворачивание объектов. Восстановление видоизмененных объектов. Наклон объектов. Выравнивание объектов. Группировка объектов. Разбиение групп и объектов. Изменение точки регистрации объектов.
30. Программа Macromedia Flash. Работа с текстом. Использование текста во Flash-клипах. Создание текста. Редактирование текста. Установка атрибутов текста. Преобразование текста в графику.
31. Программа Macromedia Flash. Использование графики из других приложений. Импорт изображений во Flash. Закрашивание на основе рисунка. Установка свойств изображения. Создание слоев. Редактирование слоев. Перемещение слоев.
32. Программа Macromedia Flash. "Оживление" слоев. Создание символов. Создание образов. Опознавание образов на сцене. Создание кнопок. Активирование, маркировка и проверка кнопок. Редактирование символов. Изменение свойства образов. Разделение образца. Использование символов других клипов
33. Программа Macromedia Flash. Работа с символами и образцами. Создание ключевых кадров. Анимация с использованием слоев. Автоматическая (tweened) анимация. Анимация группы объектов и анимация с изменением свойств символов. Tweening движение по заданному пути. Анимация типа Shape Tweening. Создание покадровой анимации. Редактирование анимации.
34. Программа Macromedia Flash. Наполнение анимации. Типы звуков. Импорт звуков. Использование инструментов редактирования звука. Старт и остановка звука в ключевом кадре. Озвучивание кнопок. Экспорт клипов со звуком.
35. Программа Macromedia Flash. Работа с клипом. Форматы файлов Flash-плеера. Оптимизация клипа. Тестирование эффективности загрузки клипа. Публикация Flash клипов.
36. Зрительное восприятие формы и пространства. Свойства зрительного восприятия.
37. Иллюзорность при восприятии графики. Примеры иллюзий при восприятии формы объектов.
38. Перспектива. Виды перспективы.
39. Тени. Построение теней на графических изображениях. Составляющие светотени.
40. Выразительность графических средств. Эмоциональное восприятие основных элементов графики – точки, линии, пятна.
41. Композиция в графическом дизайне. Понятие композиции в графическом дизайне. Виды композиции. Основные сведения о принципах композиции. Основные правила присоздания композиции.
42. Типографика. Классификация шрифтов. Варианты использования и смешивания шрифтов. Техники стилизации текста.

## ГЛОССАРИЙ

Анимационный ролик – это ролики, созданные из динамических графических элементов.

Анимация – искусственное представление движения в кино, на телевидении или в компьютерной графике, путем отображения последовательности рисунков или кадров с частотой, при которой обеспечивается целостное зрительное восприятие образов.

Ахроматические цвета – тона (видимые излучения, свет), не имеющие цветового тона и отличающиеся друг от друга только по светлоте (яркости).

Барельеф – скульптурное изображение или орнамент, не много выступающие над плоскостью, низкий рельеф.

Буфер обмена – промежуточное хранилище данных, предоставляемое программным обеспечением и предназначенное для переноса или копирования между приложениями или частями одного приложения через операции вырезать, копировать, вставить.

Векторная графика – вид компьютерной графики, в котором изображение представляется в виде совокупности отдельных объектов, описанных математически.

Верстка – монтаж полос оригинал-макета из составных элементов: набранного текста, заголовков, таблиц, иллюстраций, украшений и пр.

Визуализация – процесс получения изображения по модели.

Визуальная коммуникация – вид общения, при котором передача информации происходит с помощью знаков, изображений, образов, инфографики и т. д.

Воксел – элемент объемного изображения, содержащий значение элемента раstra в трёхмерном пространстве.

Воксельная трехмерная графика – это когда объект состоит из набора трехмерных фигур, чаще всего кубов.

Вращение – круговое движение объекта.

Выделенные области – это участки изображения, окруженные выделяющей рамкой.

Гармония – это согласованность, слаженность, взаимная обусловленность частей в целом, их непротиворечивое сочетание.

Геометрические примитивы – тот базовый набор геометрических фигур, который лежит в основе всех графических построений, причем эти фигуры должны образовывать «базис» в том смысле, что ни один из этих объектов нельзя построить через другие.

Гипертекст – это текст, сформированный с помощью языка разметки (например, HTML) с расчетом на использование гиперссылок.

Глиптика – рельеф, при котором изображение находится на одном уровне с фоном, но его контуры глубоко врезаны.

Горельеф – скульптурное изображение, выступающее над плоскостью фона на три четверти.

Градиентная заливка – заливка плавным переходом цвета (градиентом), по

заданному правилу.

Графика – вид изобразительного искусства, использующий в качестве основных изобразительных средств линии, штрихи, пятна и точки.

Графический пользовательский интерфейс – разновидность пользовательского интерфейса, в котором элементы интерфейса (меню, кнопки, значки, списки и т. п.), представленные пользователю на дисплее, исполнены в виде графических изображений.

Группирование – объединение каких-либо объектов одно целое.

Деловая графика – это область компьютерной графики, предназначенная для наглядного представления различных показателей работы учреждений.

Диалоговое окно – специальный элемент интерфейса, окно, предназначенное для вывода информации и (или) получения ответа от пользователя.

Дизайн – деятельность по проектированию эстетических свойств промышленных изделий («художественное конструирование»), а также результат этой деятельности (например, в таких словосочетаниях, как «дизайн автомобиля»).

Заставка – небольшая орнаментальная или изобразительная (иногда сюжетная) композиция (в ширину наборной полосы или уже), выделяющая и украшающая начало какого-либо раздела как рукописной, так и печатной книги или журнала.

Иллюстрация – рисунок, фотография, гравюра или другое изображение, поясняющее текст.

Интерфейс – общая граница между двумя функциональными объектами, требования к которой определяются стандартом.

Итерация – повторение какого-либо действия. Кадр – отдельный снимок; сцена на киноплёнке.

Кадрирование – это отсечение фрагментов фотографии с целью фокусирования или улучшения компоновки.

Кинематография – область культуры и искусства, включающая в себя совокупность профессиональной, творческой, производственной, научной, технической, образовательной деятельности, направленной на создание и использование произведений кинематографии.

Ключевой кадр – это кадр, при котором на временной шкале появляется новый экземпляр символа.

Композиция – составление целого из частей.

Компьютерная графика – использование вычислительной техники для создания графических изображений, их отображения различными средствами и манипулирования ими.

Контраст – разновидность оптического контраста, связанная с разницей цветовых оттенков.

Коррекция изображения – заключается в перераспределении света и тени между пикселями, то есть в регулировке яркости и контрастности изображения.

Логотип – графический знак, эмблема или символ, используемый территориальными образованиями, коммерческими предприятиями, организациями и частными лицами для повышения узнаваемости и распознаваемости в социуме.

Мастер-слой – слой, содержимое которого размещается на всех страницах документа.

Меню – элемент интерфейса пользователя, позволяющий выбрать одну из нескольких перечисленных опций программы.

Моделирование – исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя.

Насыщенность – интенсивность определённого тона, то есть степень визуального отличия хроматического цвета от равного по светлоте ахроматического (серого) цвета.

Негатив – в чёрно-белой фотографии и кинематографии образованное зёрнами металлического серебра изображение объекта съёмки, в котором относительное распределение яркостей при рассматривании в проходящем свете обратно яркостям деталей объекта съёмки.

Нюанс – оттенок, незначительный переход цвета.

Палитра – плавающее окно, в котором сгруппированы инструменты.

Пиксель – наименьший логический элемент двумерного цифрового изображения в растровой графике, или элемент матрицы дисплеев, формирующих изображение.

Полигон – это минимальная поверхность, элемент, из которого складываются каркасы форм любой сложности.

Полигональная трехмерная графика – это визуализация осознанной формы. Художникам и дизайнерам полигон помогает упростить, осмыслить, а значит, в дальнейшем правильно передать форму и объем объекта.

Преобразование – изменение образа, формы чего-либо.

Приглушающий цвет – «мягкий» цвет, этот цвет вызывает ощущение мягкости, нежности, слабости.

Равномерная заливка – раскраска области заливки одним цветом.

Разгруппирование – разъединение каких-либо объектов на составляющие части.

Разрешение – обычно называют размеры получаемого на экране изображения в пикселях: 800×600, 1024×768, 1280×1024, подразумевая разрешение относительно физических размеров экрана, а не эталонной единицы измерения длины, такой как 1 дюйм.

Растровая графика – изображение, представляющее собой сетку пикселей – цветных точек (обычно прямоугольных) на мониторе, бумаге и других отображающих устройствах.

Рельеф – выпуклое изображение на плоскости.

Рендеринг – термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы.

Ретушь – изменение оригинала изображения классическими или цифровыми методами.

Ритм – равномерное чередование каких-либо элементов. Слайд – это кусочек плёнки, а точнее 1 кадр.

Слой (Layer) – это часть сцены фильма, для которой могут быть установлены некоторые индивидуальные атрибуты.

Твердотельное моделирование – компьютерное трехмерное представление объекта, по которому могут быть описаны физические свойства данного объекта (масса, центр тяжести, прочность и т.д.).

Текст – зафиксированная на каком-либо материальном носителе человеческая мысль; в общем плане связная и полная последовательность символов.

Текстура – изображение, воспроизводящее визуальные свойства каких-либо поверхностей или объектов.

Тень – неосвещенные или слабо освещенные участки объекта.

Типография – это искусство и техника организации шрифтов.

Титры – поясняющие надписи, используемые на театральной сцене, в кинофильмах и на телевидении.

Тон – характеристика пикселя, численно равную значению одного из параметров цветовой модели, задействованной при создании изображения.

Трехмерная графика – раздел компьютерной графики, посвященный методам создания изображений или видео путём моделирования объёмных объектов в трёхмерном пространстве.

Трёхмерное моделирование – это процесс создания трёхмерной модели объекта.

Узел – точка на плоскости изображения, фиксирующая положение одного из концов сегмента кривой.

Узорная заливка – это заливка, заранее подготовленным изображением, но имеющим регулярный характер.

Уровень слоя – объекты самого верхнего слоя при воспроизведении фильма находятся как бы на переднем плане сцены и не заслоняются объектами нижележащих слоев. Имя верхнего слоя является верхним и в списке.

Фон – основной цвет или тон, на котором размещается изображение или текст; часть изображения, образующая задний план.

Фотография – технология записи изображения путём регистрации оптических излучений с помощью фотоматериала или полупроводникового преобразователя.

Фрактал – структура, состоящая из частей, которые подобны целой структуре.

Фрактальная графика – графика, описанная математическими формулами комплексных переменных.

Холст – это пространство, исключительно в котором могут отображаться пиксели изображения.

Хроматические цвета – все цвета, за исключением белого, черного и всех оттенков серого.

Цветовая гармония – это согласованность цветов между собой в результате найденной пропорциональности площадей цветов, их равновесия и созвучия.

Цветовой баланс – один из параметров метода передачи цветного изображения, определяющий соответствие цветовой гаммы изображения объекта цветовой гамме объекта съёмки.

Цветокоррекция – это продуманное изменение цветовых составляющих

изображения с целью добиться лучшего и бо- лее реалистичного результата.

Шаблонная заливка – заполнение области заливки мозаичным узором, составленным из элементов выбранного шаблона.

Эффект – технология, повышающая достоверность и выра- зительность экранного изображения.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
С.А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### ОП.07 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Специальность

*15.02.14 оснащение средствами автоматизации технологических  
процессов и производств (по отраслям)*

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

(подпись)

Валиев Н.Г.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 09.09.2022

(Дата)

Рассмотрены методической комиссией  
факультета

Горно-механического

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

2022

Печатается по решению учебно-методической комиссии

**Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Технологические процессы горного производства»**

Методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 15.02.14 оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) 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 15.02.14 оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)

## **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 *«Технологические процессы горного производства»* 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 *«Технологические процессы горного производства»* 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 околотвальных 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 карьере?
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?

### **Основы обогащения полезных ископаемых**

1. Цель и задачи обогащения минерального сырья.
2. Что такое минеральное сырье?
3. Физико-химические свойства минералов, используемые при их разделении.
4. Основные методы обогащения минерального сырья.
5. Как определяются и выражаются классы крупности руды?
6. Назначение процесса грохочения при дроблении.
7. Классификация грохотов.

8. Виды дробилок.
9. Измельчение руд и типы измельчительного оборудования.
10. Основные методы гравитационного обогащения.
11. Флотация. Методы флотации.
12. Магнитные свойства твёрдых тел.
13. Классификация магнитных сепараторов.

## 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.;

- 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 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 вариантов, 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 желателен 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 «*Технологические процессы горного производства*» 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 «*Технологические процессы горного производства*».

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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу С. А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
ОП.09 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И  
СЕРТИФИКАЦИЯ**

Специальность  
**15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических  
процессов и производств**

программа подготовки специалистов среднего звена  
на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры  
автоматики и компьютерных технологий

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Бочков В. С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета  
горно-механического

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

УДК 006+658.562.012.7(076.5)  
ББК 30.10+65.2-823я73  
С72

**Спиридонова А.С.**

С72

Практикум по метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие / А.С. Спиридонова, Н.М. Наталинова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 131 с.

Пособие содержит шесть лабораторных работ и четыре практических занятия, которые включают в себя необходимые теоретические материалы и контрольные вопросы для подготовки к защите выполненных работ.

Предназначено для студентов всех направлений для закрепления теоретических основ метрологии, методов измерений, порядка проведения измерений значений физических величин и правил обработки результатов измерений, оценивания неопределенности измерений, нормативно-правовых основ метрологии, а также теоретических положений деятельности по стандартизации, принципов построения и правил пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией.

**УДК 006+658.562.012.7(076.5)**  
**ББК 30.10+65.2-823я73**

*Рецензенты*

Кандидат технических наук, доцент ТГАСУ  
*А.А. Алексеев*

Кандидат химических наук, доцент ТГУ  
*Н.А. Гавриленко*

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2014  
© Спиридонова А.С., Наталинова Н.М., 2014  
© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Метрология и стандартизация являются инструментами обеспечения качества и безопасности продукции, работ и услуг – важного аспекта многогранной деятельности. Качество и безопасность являются основными факторами реализации товара. Целью преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является изложение понятий, формирование у студентов знаний, умений и навыков в областях деятельности по стандартизации, метрологии и подтверждения соответствия для обеспечения эффективности производственной и других видов деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

### **знать**

- цели, принципы, сферы применения, объекты, субъекты, средства, методы, нормативно-правовую базу стандартизации, метрологии, деятельности по подтверждению соответствия;

### **уметь**

- применять техническое и метрологическое законодательство;
- работать с нормативными документами;
- распознавать формы подтверждения соответствия;
- различать международные и национальные единицы измерения;

### **владеть**

- опытом работы с действующими федеральными законами, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности.

Работа соответствует требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО и стандартам ООП ТПУ) по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов всех специальностей.

Данное пособие предназначено для закрепления теоретических основ метрологии, методов измерений, порядка проведения измерений значений физических величин и правил обработки результатов измерений, нормативно-правовых основ метрологии, также теоретических положений деятельности по стандартизации и сертификации, принципов построения и правил пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией.

## РАЗДЕЛ 1. МЕТРОЛОГИЯ

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И НОРМИРУЕМЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### 1.1. Основные понятия и определения

В соответствии с РМГ 29-99 [1] **средство измерений** – это техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Средства измерений (СИ), используемые в различных областях науки и техники, чрезвычайно разнообразны. Однако для этого множества можно выделить некоторые общие признаки, присущие всем СИ независимо от области применения. Эти признаки положены в основу различных классификаций СИ, некоторые из них приведены далее.

#### *Классификация средств измерений*

##### *По техническому назначению:*

**Мера физической величины** – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью;

Различают следующие разновидности мер:

- однозначная мера – мера, воспроизводящая физическую величину одного размера (например, гиря 1 кг, конденсатор постоянной емкости);
- многозначная мера – мера, воспроизводящая физическую величину разных размеров (например, штриховая мера длины, конденсатор переменной емкости);
- набор мер – комплект мер разного размера одной и той же физической величины, предназначенных для применения на практике как в отдельности, так и в различных сочетаниях (например, набор концевых мер длины);
- магазин мер – набор мер, конструктивно объединенных в единое устройство, в котором имеются приспособления для их соединения в различных комбинациях (например, магазин электрических сопротивлений).

**Измерительный прибор** – средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Измерительный прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины в сигнал измерительной информации и его индексации в форме, наиболее доступной для восприятия. Во многих случаях устройство для индикации имеет шкалу со стрелкой или другим устройством, диаграмму с пером или цифровое табло, благодаря которым может быть произведен отсчет или регистрация значений физической величины.

В зависимости от вида выходной величины различают **аналоговые и цифровые измерительные приборы**.

- **аналоговый измерительный прибор** – это измерительный прибор, показания (или выходной сигнал) которого являются непрерывной функцией измеряемой величины (например, стрелочный вольтметр, стеклянный ртутный термометр).

- **цифровой измерительный прибор** – это измерительный прибор, показания которого представлены в цифровой форме.

В цифровом приборе происходит преобразование входного аналогового сигнала измерительной информации в цифровой код, и результат измерения отражается на цифровом табло.

По форме представления выходной величины (по способу индикации значений измеряемой величины) измерительные приборы разделяют на **показывающие и регистрирующие измерительные приборы**.

- **показывающий измерительный прибор** – измерительный прибор, допускающий только отсчитывание показаний значений измеряемой величины (микрометр, аналоговый или цифровой вольтметр).

- **регистрирующий измерительный прибор** – измерительный прибор, в котором предусмотрена регистрация показаний. Регистрация значений измеряемой величины может осуществляться в аналоговой или цифровой форме, в виде диаграммы, путем печатания на бумажной или магнитной ленте (термограф или, например, измерительный прибор, сопряженный с компьютером, дисплеем и устройством для печатания показаний).

По действию измерительные приборы разделяют на интегрирующие и суммирующие. Различают также приборы прямого действия и приборы сравнения

**Измерительный преобразователь** – техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. Полученные в результате преобразования величина

или измерительный сигнал, не доступны для непосредственного восприятия наблюдателем, они определяются через коэффициент преобразования.

Измерительный преобразователь или входит в состав какого-либо измерительного прибора (измерительной установки, измерительной системы), или же применяется вместе с каким-либо средством измерений.

По характеру преобразования различают аналоговые, цифро-аналоговые, аналого-цифровые преобразователи. По месту в измерительной цепи различают первичные и промежуточные преобразователи. Выделяют также масштабные и передающие преобразователи.

Примеры: термопара в термоэлектрическом термометре, измерительный трансформатор тока, электропневматический преобразователь.

**Измерительная установка** – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерений одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте.

Измерительную установку, применяемую для поверки, называют поверочной установкой. Измерительную установку, входящую в состав эталона, называют эталонной установкой. Некоторые большие измерительные установки называют измерительными машинами, предназначенными для точных измерений физических величин, характеризующих изделие.

Примеры: установка для измерений удельного сопротивления электротехнических материалов, установка для испытаний магнитных материалов.

**Измерительная система** – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т. п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях.

В зависимости от назначения измерительные системы разделяют на измерительные информационные, измерительные контролируемые, измерительные управляющие системы и др.

Измерительную систему, перестраиваемую в зависимости от изменения измерительной задачи, называют гибкой измерительной системой (ГИС).

Примеры: измерительная система теплоэлектростанции, позволяющая получать измерительную информацию о ряде физических величин в разных энергоблоках. Она может содержать сотни измерительных каналов; радионавигационная система для определения местоположения различных объектов, состоящая из ряда измерительно-вычислительных комплексов, разнесенных в пространстве на значительное расстояние друг от друга.

**Измерительно-вычислительный комплекс** – функционально объединенная совокупность средств измерений, ЭВМ и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения в составе измерительной системы конкретной измерительной задачи.

**Компаратор** – средство сравнения, предназначенное для сличения мер однородных величин (рычажные весы, компаратор для сличения нормальных элементов).

*По метрологическому назначению* все СИ подразделяются на эталоны, рабочие эталоны и рабочие СИ.

**Эталон единицы физической величины** (эталон) – средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.

Конструкция эталона, его свойства и способ воспроизведения единицы определяются природой данной физической величины и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений.

Эталон должен обладать, по крайней мере, тремя тесно связанными друг с другом существенными признаками – неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью.

**Рабочий эталон** – эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений.

При необходимости рабочие эталоны подразделяют на разряды (1-й, 2-й, ...,  $n$ -й). В этом случае передачу размера единицы осуществляют через цепочку соподчиненных по разрядам рабочих эталонов. При этом от последнего рабочего эталона в этой цепочке размер единицы передают рабочему средству измерений.

**Рабочее средство измерений** – средство измерений, предназначенное для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений.

*По значимости измеряемой физической величины* все СИ подразделяются на основные и вспомогательные средства измерений.

**Основные средства измерений** – СИ той физической величины, значение которой необходимо получить в соответствии с измерительной задачей.

**Вспомогательные средства измерений** – СИ той физической величины, влияние которой на основное средство измерений или объект измерений необходимо учитывать для получения результатов измерений требуемой точности (термометр для измерения температуры газа в процессе измерений объемного расхода этого газа).

Классификация СИ *по техническому назначению* является основной и представлена на рис. 1.1.



Рис. 1.1

**Метрологическая характеристика средства измерений (МХ СИ):**

Характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.

Для каждого типа средств измерений устанавливают свои метрологические характеристики. Метрологические характеристики, устанавливаемые нормативно-техническими документами, называют **нормируемыми метрологическими характеристиками**, а определяемые экспериментально – **действительными метрологическими характеристиками**.

Номенклатура метрологических характеристик и способы их нормирования установлены ГОСТ 8.009 [2].

Все метрологические характеристики СИ можно разделить на две группы:

- характеристики, влияющие на результат измерений (определяющие область применения СИ);
- характеристики, влияющие на точность (качество) измерения.

К основным метрологическим характеристикам, влияющим на результат измерений, относятся:

- диапазон измерений измерительных приборов;

- значение однозначной или многозначной меры;
- функция преобразования измерительного преобразователя;
- цена деления шкалы измерительного прибора или многозначной меры;
- вид выходного кода, число разрядов кода, цена единицы наименьшего разряда кода средств измерений, предназначенных для выдачи результатов в цифровом коде.

**Диапазон измерений средства измерений** (диапазон измерений) – область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений (для преобразователей – это диапазон преобразования).

Значения величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху (слева и справа), называют соответственно **нижним пределом измерений** или **верхним пределом измерений**. Для мер – пределы воспроизведения величин.

Однозначные меры имеют номинальное и действительное значение воспроизводимой величины.

**Номинальное значение меры** – значение величины, приписанное мере или партии мер при изготовлении.

Пример: резисторы с номинальным значением 1 Ом, гиря с номинальным значением 1 кг. Нередко номинальное значение указывают на мере.

**Действительное значение меры** – значение величины, приписанное мере на основании ее калибровки или поверки.

Пример: в состав государственного эталона единицы массы входит платиноиридиевая гиря с номинальным значением массы 1 кг, тогда как действительное значение ее массы составляет 1,000000087 кг, полученное в результате сличений с международным эталоном килограмма, хранящимся в Международном Бюро Мер и Весов (МБМВ) (в данном случае это калибровка).

**Диапазон показаний средства измерений** (диапазон показаний) – область значений шкалы прибора, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы.

**Диапазон измерений средства измерений** (диапазон измерений) – область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений.

Значения величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху (слева и справа), называют соответственно **нижним пределом измерений** или **верхним пределом измерений**.

**Цена деления шкалы** (цена деления) – разность значения величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений.

К метрологическим характеристикам, определяющим точность измерения, относится погрешность средства измерений и класс точности СИ.

**Погрешность средства измерений** – разность между показанием средства измерений ( $x$ ) и истинным (действительным) значением ( $x_d$ ) измеряемой физической величины.

$$\Delta x = x - x_d. \quad (1.1)$$

В качестве  $x_d$  выступает либо номинальное значение (например, меры), либо значение величины, измеренной более точным (не менее чем на порядок, т. е. в 10 раз) СИ. Чем меньше погрешность, тем точнее средство измерений.

Погрешности СИ могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

- по отношению к условиям измерения – основные, дополнительные;
- по способу выражения (по способу нормирования МХ) – абсолютные, относительные, приведенные.

**Основная погрешность средства измерений** (основная погрешность) – погрешность средства измерений, применяемого в нормальных условиях.

Как правило, нормальными условиями эксплуатации являются:

- температура ( $293 \pm 5$ ) К или ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха ( $65 \pm 15$ ) % при 20 °С;
- напряжение в сети  $220 \text{ В} \pm 10$  % с частотой  $50 \text{ Гц} \pm 1$  %;
- атмосферное давление от 97,4 до 104 кПа.

**Дополнительная погрешность средства измерений** (дополнительная погрешность) – составляющая погрешности средства измерения, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

При нормировании характеристик погрешностей средств измерений устанавливают пределы допускаемых погрешностей (положительный и отрицательный).

Пределы допускаемых основной и дополнительной погрешностей выражаются в форме абсолютных, приведенных или относительных погрешностей в зависимости от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений. Пределы допускаемой дополнительной погрешности можно выражать в форме, отличной от формы выражения пределов допускаемой основной погрешности.

**Абсолютная погрешность средства измерений** (абсолютная погрешность) – погрешность средства измерений  $\Delta x$ , выраженная в единицах измеряемой физической величины.

Абсолютная погрешность определяется по формуле (1.1).

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности могут быть заданы в виде:

$$\Delta = \pm a \quad (1.2)$$

или

$$\Delta = \pm(a + bx), \quad (1.3)$$

где  $\Delta$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы;  $x$  – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале;  $a, b$  – положительные числа, не зависящие от  $x$ .

**Приведенная погрешность средства измерения** (приведенная погрешность) – относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины (нормирующему значению), постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона.

Приведенная погрешность средства измерений определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_N} \cdot 100 \%, \quad (1.4)$$

где  $\gamma$  – пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %;  $\Delta$  – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности, устанавливаемые по формуле (1.2);  $x_N$  – нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и  $\Delta$ .

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности следует устанавливать в виде:

$$\gamma = \pm p, \quad (1.5)$$

где  $p$  – отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда  $1 \cdot 10^n$ ;  $1,5 \cdot 10^n$ ;  $(1,6 \cdot 10^n)$ ;  $2 \cdot 10^n$ ;  $2,5 \cdot 10^n$ ;  $(3 \cdot 10^n)$ ;  $4 \cdot 10^n$ ;  $5 \cdot 10^n$ ;  $6 \cdot 10^n$  ( $n = 1, 0, -1, -2$  и т. д.).

Нормирующее значение  $x_N$  принимается равным:

- конечному значению рабочей части шкалы ( $x_k$ ), если нулевая отметка находится на краю или вне рабочей части шкалы (равномерной или степенной);
- сумме конечных значений шкалы (без учета знака), если нулевая отметка – внутри шкалы;
- модулю разности пределов измерений для СИ, шкала которых имеет условный нуль;
- длине шкалы или ее части, соответствующей диапазону измерений, если она существенно неравномерна. В этом случае абсолютную погрешность, как и длину шкалы, надо выражать в миллиметрах.

**Относительная погрешность средства измерений** (относительная погрешность) – погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

Относительная погрешность средства измерений вычисляется по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100 \%, \quad (1.6)$$

где  $\delta$  – пределы допускаемой относительной основной погрешности, %;  $\Delta$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы;  $x$  – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале.

Если  $\Delta = \pm bx$ , то пределы допускаемой относительной основной погрешности устанавливаются в виде:

$$\delta = \pm q, \quad (1.7)$$

где  $q$  – отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда, приведенного выше; или если  $\Delta = \pm(a + bx)$ , то в виде:

$$\delta = \pm \left[ c + d \left( \left| \frac{x_k}{x} \right| - 1 \right) \right], \quad (1.8)$$

где  $x_k$  – больший (по модулю) из пределов измерений;  $c, d$  – положительные числа, выбираемые из ряда, приведенного выше.

В обоснованных случаях пределы допускаемой относительной основной погрешности определяют по более сложным формулам либо в виде графика или таблицы.

Характеристики, введенные ГОСТ 8.009, наиболее полно описывают метрологические свойства СИ. Однако в настоящее время в эксплуатации находится достаточно большое количество СИ, метрологические характеристики которых нормированы несколько по-другому, а именно на основе классов точности.

**Класс точности средств измерений** (класс точности) – обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Класс точности дает возможность судить о том, в каких пределах находится погрешность измерений этого класса. Это важно при выборе средств измерений в зависимости от заданной точности измерений.

Обозначение классов точности СИ присваивают в соответствии с ГОСТ 8.401 [3].

Правила построения и примеры обозначения классов точности в документации и на средствах измерений приведены в приложении Б.

Обозначение класса точности наносят на циферблаты, щитки и корпуса СИ, приводят в нормативной документации на СИ.

Номенклатура нормируемых метрологических характеристик СИ определяется назначением, условиями эксплуатации и многими другими факторами. Нормы на основные метрологические характеристики приводятся в стандартах, в технических условиях (ТУ) и эксплуатационной документации на СИ.

## **1.2. Цель работы**

- ознакомление с технической документацией на СИ и определение по ней основных классификационных признаков и нормируемых метрологических характеристик применяемых средств измерений;
- приобретение навыков определения основных классификационных признаков, применяемых средств измерений и их нормируемых метрологических характеристик непосредственно по средствам измерений;
- закрепление теоретических знаний по разделу «Классификация средств измерений» изучаемой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

## **1.3. Используемое оборудование и приборы**

- 1) осциллограф;
- 2) вольтметр цифровой;
- 3) вольтметр аналоговый;
- 4) генератор;
- 5) усилитель;
- 6) источник питания;
- 7) элемент нормальный термостатированный;
- 8) источник калиброванных напряжений программируемый.

## **1.4. Программа работы**

1.4.1. Определить классификационные признаки, указанные в табл. 1.2 из числа находящихся на рабочем месте средств измерений (СИ).

1.4.2. Ознакомиться с технической документацией на СИ (руководство по эксплуатации, техническое описание с инструкцией по эксплуатации или паспорт).

1.4.3. Определить нормированные метрологические характеристики СИ непосредственно по средствам измерений и по технической документации на них и заполнить на каждое средство измерений табл. 1.2.

1.4.4. Составить отчет о проделанной работе (пример оформления титульного листа см. в приложении А).

Таблица 1.2

Классификационные признаки	Средство измерения (указать тип СИ)
По видам (по техническому назначению)	
По виду выходной величины	
По форме представления информации (только для измерительных приборов)	
По назначению	
По метрологическому назначению	
Нормированные метрологические характеристики	

### 1.5. Контрольные вопросы

1. Назовите виды средств измерений.
2. По каким классификационным признакам подразделяются СИ.
3. Охарактеризовать каждый вид СИ.
4. На какие группы подразделяются метрологические характеристики СИ.
5. Что такое метрологические характеристики?
6. Что такое нормируемые и действительные метрологические характеристики и чем они отличаются от метрологических характеристик?
7. Назовите метрологические характеристики, определяющие:
  - область применения СИ;
  - качество измерения.
8. Назовите виды погрешностей.
9. Какая характеристика определяет точность СИ?
10. Какую функцию выполняют эталоны?
11. В чем различие в назначении рабочих СИ и рабочих эталонов?

### 1.6. Литература

1. РМГ 29–99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. Рекомендации по межгосударственной стандартизации.
2. ГОСТ 8.009–84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
3. ГОСТ 8.401–80. ГСИ. Классы точности средств измерений.
4. Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Издательство Юрайт: ИД Юрайт, 2013.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 КОСВЕННЫЕ ОДНОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

### 2.1. Основные понятия и определения [1]

**Измерением** называют совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Измерения являются основным источником информации о соответствии продукции требованиям нормативной документации. Только достоверность и точность измерительной информации обеспечивают правильность принятия решений о качестве продукции, на всех уровнях производства при испытаниях изделий, в научных экспериментах и т. д.

**Измерения классифицируются:**

**а) по числу наблюдений:**

- **однократное измерение** – измерение, выполняемое один раз. Недостатком этих измерений является возможность грубой ошибки – промаха;

- **многократное измерение** – измерение физической величины одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, т. е. состоящее из ряда однократных измерений.

Обычно их число  $n \geq 3$ . Многократные измерения проводят с целью уменьшения влияния случайных факторов на результат измерений;

**б) по характеру точности (по условиям измерения):**

- **равноточные измерения** – ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности СИ в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью;

- **неравноточные измерения** – ряд измерений какой-либо величины, выполненных несколькими различающимися по точности СИ и (или) в разных условиях;

**в) по выражению результата измерения:**

- **абсолютное измерение** – измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант (например, измерение силы  $F = m \cdot g$  основано на измерении основной величины – массы  $m$  и использовании физической постоянной – ускорения свободного падения  $g$  (в точке измерения массы));

- **относительное измерение** – измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение изме-

нения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную;

**г) по способу получения результата измерения:**

- **прямое измерение** – это измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно (например, измерение массы на весах, измерение длины детали микрометром);

- **косвенное измерение** – это определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной;

- **совокупные измерения** – это проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях (например, значение массы отдельных гирь набора определяют по известному значению массы одной из гирь и по результатам измерений (сравнений) масс различных сочетаний гирь);

- **совместные измерения** – это проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними;

**д) по характеру изменения измеряемой физической величины:**

- **статическое измерение** – измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения. Они проводятся при практическом постоянстве измеряемой величины;

- **динамическое измерение** – измерение изменяющейся по размеру физической величины;

**е) по метрологическому назначению используемых средств измерений:**

- **технические измерения** – измерения с помощью рабочих средств измерений;

- **метрологические измерения** – измерения при помощи эталонных средств измерений с целью воспроизведения единиц физических величин для передачи их размера рабочим средствам измерений.

Результаты измерений представляют собой приближенные оценки значений величин, найденные путем измерений, так как даже самые точные приборы не могут показать действительного значения измеряемой величины. Обязательно существует погрешность измерений, причинами которой могут быть различные факторы. Они зависят от метода измерения, от технических средств, с помощью которых проводятся измерения, и от восприятия наблюдателя, осуществляющего измерения.

**Точность результата измерений** – это одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения. Чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

**Погрешность измерения**  $\Delta x$  – отклонение результата измерения  $x$  от истинного или действительного значения ( $x_i$  или  $x_d$ ) измеряемой величины:

$$\Delta x = x - x_{(d)}. \quad (2.1)$$

**Истинное значение физической величины** – значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину.

Оно не зависит от средств нашего познания и является абсолютной истиной. Оно может быть получено только в результате бесконечного процесса измерений с бесконечным совершенствованием методов и средств измерений.

**Действительное значение физической величины** – значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

**Погрешности измерения** также могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

- а) по способу числового выражения;
- б) по характеру проявления;
- в) по виду источника возникновения (причин возникновения).

По способу числового выражения погрешность измерения может быть:

**Абсолютная погрешность** измерения ( $\Delta x$ ) представляет собой разность между измеренной величиной и действительным значением этой величины, т. е.

$$\Delta x = x - x_d. \quad (2.2)$$

**Относительная погрешность** измерения ( $\delta$ ) представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины. Относительная погрешность может выражаться в относительных единицах (в долях) или в процентах:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x} \quad \text{или} \quad \delta = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%. \quad (2.3)$$

Относительная погрешность показывает точность проведенного измерения.

В зависимости от характера проявления различают систематическую ( $\Delta_c$ ) и случайную ( $\Delta^0$ ) составляющие погрешности измерений, а также грубые погрешности (промахи).

**Систематическая погрешность измерения** ( $\Delta_c$ ) – это составляющая погрешности результата измерений, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

**Случайная погрешность измерения** ( $\Delta^0$ ) – составляющая погрешности результата измерений, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

**Грубые погрешности (промахи)** возникают из-за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или резких изменений условий измерений (например, внезапное падение напряжения в сети электропитания).

В зависимости от вида источника возникновения погрешности рассматриваются следующие составляющие общей погрешности измерений:

**Погрешности метода** – это погрешности, обусловленные несовершенством метода измерений, приемами использования средств измерения, некорректностью расчетных формул и округления результатов, проистекающие от ошибочности или недостаточной разработки принятой теории метода измерений в целом или от допущенных упрощений при проведении измерений.

**Инструментальные составляющие погрешности** – это погрешности, зависящие от погрешностей применяемых средств измерений.

Исследование инструментальных погрешностей является предметом специальной дисциплины – теории точности измерительных устройств.

**Субъективные составляющие погрешности** – это погрешности, обусловленные индивидуальными особенностями наблюдателя. Такого рода погрешности вызываются, например, запаздыванием или опережением при регистрации сигнала, неправильным отсчетом десятых долей деления шкалы, асимметрией, возникающей при установке штриха по середине между двумя рисками и т. д.

## 2.2. Приближенное оценивание погрешности

**Однократные измерения.** Подавляющее большинство технических измерений являются однократными. Выполнение однократных измерений обосновывают следующими факторами [2]:

- производственной необходимостью (разрушение образца, невозможность повторения измерения, экономическая целесообразность и т. д.);

- возможностью пренебрежения случайными погрешностями;
- случайные погрешности существенны, но доверительная граница погрешности результата измерения не превышает допускаемой погрешности измерений.

За результат однократного измерения принимают единственное значение отсчета показания прибора. Будучи по сути дела случайным, однократный отсчет  $x$  включает в себя инструментальную, методическую и личную составляющие погрешности измерения, в каждой из которой могут быть выделены систематические и случайные составляющие погрешности.

Составляющими погрешности результата однократного измерения являются погрешности СИ, метода, оператора, а также погрешности, обусловленные изменением условий измерения.

Погрешность результата однократного измерения чаще всего представлена систематическими и случайными погрешностями.

Погрешность СИ определяют на основании их метрологических характеристик, которые должны быть указаны в нормативных и технических документах, и в соответствии с РД 50-453.

Погрешности метода и оператора должны быть определены при разработке и аттестации конкретной МВИ. Личные погрешности при однократных измерениях обычно предполагаются малыми и не учитываются.

**Косвенные измерения.** При косвенных измерениях искомое значение величины находят расчетом на основе прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной известной зависимостью

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2.4)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – подлежащие прямым измерениям аргументы функции  $y$ .

Результатом косвенного измерения является оценка величины  $y$ , которую находят подстановкой в формулу (4) измеренных значений аргументов  $x_i$ .

Поскольку каждый из аргументов  $x_i$  измеряется с некоторой погрешностью, то задача оценивания погрешности результата сводится к суммированию погрешностей измерения аргументов. Однако особенность косвенных измерений состоит в том, что вклад отдельных погрешностей измерения аргументов в погрешность результата зависит от вида функции (4).

Для оценки погрешностей существенным является разделение косвенных измерений на линейные и нелинейные косвенные измерения.

При линейных косвенных измерениях уравнение измерений имеет вид:

$$y = \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i, \quad (2.5)$$

где  $b_i$  – постоянные коэффициенты при аргументах  $x_i$ .

Результат линейного косвенного измерения вычисляют по формуле (2.5), подставляя в нее измеренные значения аргументов.

Погрешности измерения аргументов  $x_i$  могут быть заданы своими границами  $\Delta x_i$ .

При малом числе аргументов (меньше пяти) простая оценка погрешности результата  $\Delta y$  получается простым суммированием предельных погрешностей (без учета знака), т. е. подстановкой границ  $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$  в выражение:

$$\Delta y = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n. \quad (2.6)$$

Однако эта оценка является излишне завышенной, поскольку такое суммирование фактически означает, что погрешности измерения всех аргументов одновременно имеют максимальное значение и совпадают по знаку. Вероятность такого совпадения практически равна нулю. Для нахождения более реалистичной оценки переходят к статическому суммированию погрешности аргументов по формуле:

$$\Delta y = k \sqrt{\sum_{i=1}^n b_i^2 \cdot x_i^2}, \quad (2.7)$$

где  $k$  – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью (при  $P = 0,9$  при  $k = 1,0$ ;  $P = 0,95$  при  $k = 1,1$ ;  $P = 0,99$  при  $k = 1,4$ ).

Нелинейные косвенные измерения – любые другие функциональные зависимости, отличные от (2.5).

При сложной функции (2.4) и, в особенности, если это функция нескольких аргументов, определение закона распределения погрешности результата связано со значительными математическими трудностями. Поэтому в основе приближенного оценивания погрешности нелинейных косвенных измерений лежит линеаризация функции (2.4) и дальнейшая обработка результатов, как при линейных измерениях.

Запишем выражение для полного дифференциала функции  $y$  через частные производные по аргументам  $x_i$ :

$$dy = \frac{\partial y}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial y}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial y}{\partial x_n} dx_n. \quad (2.8)$$

По определению полный дифференциал функции – это приращение функции, вызванное малыми приращениями ее аргументов.

Учитывая, что погрешности измерения аргументов всегда являются малыми величинами по сравнению с номинальными значениями аргументов, можно заменить в формуле (2.8) дифференциалы аргументов  $dx_n$  на погрешность измерений  $\Delta x_n$ , а дифференциал функции  $dy$  на погрешность результата измерения  $\Delta y$ :

$$\Delta y = \frac{\partial y}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial y}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial y}{\partial x_n} \Delta x_n. \quad (2.9)$$

Если проанализировать формулу (2.9), то можно получить простое правило оценивания погрешности результата нелинейного косвенного измерения [3].

Погрешности в произведениях и частных. Если измеренные значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$  используются для вычисления  $y = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$  или  $y = \frac{x_1}{x_2}$ , то суммируются относительные погрешности  $\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta x_1}{x_1} + \frac{\Delta x_2}{x_2} + \dots + \frac{\Delta x_n}{x_n}$ , где  $\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta y}{y}$ .

### 2.3. Погрешность записи (округления) числа

Погрешность записи (округления) числа определяется как отношение половины единицы младшего разряда числа к значению числа.

Например, для нормального ускорения падающих тел  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ , единица младшего разряда равна 0,01, следовательно, погрешность записи числа 9,81 будет равна

$$\delta = \frac{0,01}{2 \cdot 9,81} = 5,1 \cdot 10^{-4} = 0,05 \text{ \%}.$$

### 2.4. Цель работы

- освоение методов проведения однократных прямых и косвенных измерений;
- усвоение правил обработки, представления (записи) и интерпретации результатов проведенных измерений;
- приобретение практических навыков применения различных по точности средств измерений, а также анализа и сопоставления точности результатов косвенных измерений с точностью средств измерений, используемых при проведении прямых измерений;
- выявление возможных источников и причин методических погрешностей;

- закрепление теоретического материала по разделу «Метрология» изучаемой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

## 2.5. Используемое оборудование

- штангенциркуль (далее ШЦ);
- микрометр;
- линейка.

При записи используемых средств измерений указать их нормируемые метрологические характеристики, используя средства измерений.

## 2.6. Программа работы

2.6.1. Произвести однократные измерения диаметра и высоты цилиндра средствами измерений различной точности: штангенциркулем, микрометром и линейкой. Результаты измерений записать в табл. 2.1.

В качестве цилиндра 1 выбрать цилиндр меньшей высоты.

Результаты прямых измерений диаметра и высоты цилиндров записать в таблицу с той точностью, с какой позволяет измерить средство измерений.

Таблица 2.1

*Результаты измерений*

Измеряемый параметр	Цилиндр 1 (маленький)		Цилиндр 2 (большой)	
	микрометр	ШЦ	ШЦ	линейка
Диаметр $d$ , мм				
Высота $h$ , мм				
Объем $V$ , мм				
Отн.погреш. $\delta_V$				
Абс. погреш. $\Delta V$ , мм <sup>3</sup>				

2.6.2. Определить объем цилиндра, используя соотношение:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}, \text{ мм}^3, \quad (2.10)$$

где  $\pi = 3,14$  – числовой коэффициент;  $d$  – диаметр цилиндра, мм;  $h$  – высота цилиндра, мм.

2.6.3. Определить относительную погрешность измерений, выраженную в относительных единицах

$$\delta_V = \frac{\Delta V}{V}. \quad (2.11)$$

Для определения относительной погрешности измерений  $\delta_V$  необходимо формулу (2.11) преобразовать в удобную для расчета, используя формулу (2.9) (см. п. 2.2).

В полученной формуле  $\Delta d$ ,  $\Delta h$  – погрешности средств измерений, используемых при измерениях.

При косвенных измерениях физических величин очень часто используются табличные данные или иррациональные константы. В силу этого используемое при расчетах значение константы, округленное до некоторого знака, является приближенным числом, вносящим свою долю в погрешность измерений. Эта доля погрешности определяется как погрешность записи (округления) константы (см. п. 2.3).

2.6.4. Определить погрешность вычисления объема по формуле

$$\Delta V = \delta_V \cdot V, \text{ мм}^3. \quad (2.12)$$

2.6.5. Округлить погрешности измерений и записать результат измерений объемов цилиндров

$$V = (V \pm \Delta V) \text{ мм}^3. \quad (2.13)$$

Для того чтобы записать окончательный результат косвенных измерений, необходимо произвести округление погрешности измерений  $\Delta V$  в соответствии с МИ 1317 [4], согласовать числовые значения результата и погрешности измерений (см. п. 2.4).

2.6.6. Изобразить на рисунках области, в которых находятся результаты измерений объемов, полученные разными средствами измерений для каждого из цилиндров. Пример приведен на рисунке 2.1.

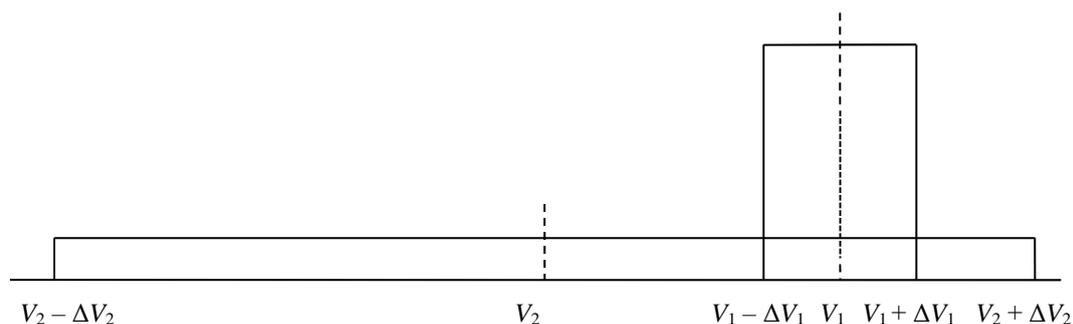


Рис. 2.1. Области результатов измерений объема цилиндра

Первая точка (например,  $V_2$ ) проставляется произвольно, ей присваивается значение объема цилиндра, погрешность измерения которого больше. Затем необходимо выбрать масштаб и проставить все остальные точки. На рисунке показана погрешность метода.

2.6.7 Оформить отчет и сделать вывод (пример оформления титульного листа см. в приложении А).

В выводе оценить полученные результаты измерений, выявить возможные источники и причины методических погрешностей.

### **2.7. Контрольные вопросы**

1. Назовите основные виды измерений.
2. По каким признакам классифицируются погрешности измерения?
3. Назовите и охарактеризуйте основные виды погрешностей измерений.
4. Как определить погрешность записи числа?
5. Как определить погрешность результата косвенного измерения?

### **2.8. Используемая литература**

1. РМГ 29–99 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
2. Р 50.2.038–2004 Рекомендации по метрологии. ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений. – М., Издательство стандартов, 2004.
3. Борисов Ю.И., Сигов А.С., Нефедов В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012.
4. МИ 1317–2004 Методические указания. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы предоставления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ МНОГОКРАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

### 3.1. Введение

Необходимость выполнения прямых многократных измерений устанавливаются в конкретных методиках измерений.

При статистической обработке группы результатов прямых многократных независимых измерений выполняют следующие операции:

- исключают известные систематические погрешности из результатов измерений;
- вычисляют оценку измеряемой величины;
- вычисляют среднее квадратическое отклонение результатов измерений;
- проверяют наличие грубых погрешностей и при необходимости исключают их;
- проверяют гипотезу о принадлежности результатов измерений нормальному распределению;
- вычисляют доверительные границы случайной погрешности (доверительную случайную погрешность) оценки измеряемой величины;
- вычисляют доверительные границы (границы) неисключенной систематической погрешности оценки измеряемой величины;
- вычисляют доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины.

Проверку гипотезы о том, что результаты измерений принадлежат нормальному распределению, проводят с уровнем значимости  $q$  от 10 % до 2 %. Конкретные значения уровней значимости должны быть указаны в конкретной методике измерений.

Для определения доверительных границ погрешности оценки измеряемой величины доверительную вероятность  $P$  принимают равной 0,95.

### 3.2. Основные понятия и определения

В зависимости от характера проявления различают **систематическую** ( $\Delta_c$ ) и **случайную** ( $\overset{0}{\Delta}$ ) составляющие погрешности измерений, а также **грубые погрешности (промахи)**.

**Грубые погрешности (промахи)** возникают из-за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или резких изменений условий измерений, например внезапное падение напряжения в сети электропитания. К ним тесно примыкают промахи – погрешности, зависящие от

наблюдателя и связанные с неправильным обращением со средствами измерений.

**Систематическая погрешность измерения (систематическая погрешность  $\Delta_c$ )** – это составляющая погрешности результата измерений, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

Считается, что систематические погрешности могут быть обнаружены и исключены. Однако в реальных условиях полностью исключить систематическую составляющую погрешности измерения невозможно. Всегда остаются какие-то факторы, которые нужно учитывать, и которые будут составлять неисключенную систематическую погрешность.

**Неисключенная систематическая погрешность (НСП)** – составляющая погрешности результата измерений, обусловленная погрешностями вычисления и введения поправок на влияние систематических погрешностей или систематической погрешностью, поправка на действие которой не введена вследствие ее малости.

Неисключенная систематическая погрешность характеризуется ее границами.

Границы неисключенной систематической погрешности  $\Theta$  при числе слагаемых  $N \leq 3$  вычисляют по формуле:

$$\Theta = \pm \sum_{i=1}^N |\Theta_i|, \quad (3.1)$$

где  $\Theta_i$  – граница  $i$ -й составляющей неисключенной систематической погрешности.

При числе неисключенных систематических погрешностей  $N \geq 4$  вычисление проводят по формуле

$$\Theta = \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2}, \quad (3.2)$$

где  $k$  – коэффициент зависимости отдельных неисключенных систематических погрешностей от выбранной доверительной вероятности  $P$  при их равномерном распределении (при  $P = 0,95$ ,  $k = 1,1$ ; при  $P = 0,99$ ,  $k = 1,4$ ). Здесь  $\Theta$  рассматривается как доверительная квазислучайная погрешность.

**Случайная погрешность измерения ( $\Delta$ )** – составляющая погрешности результата измерений, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

Для уменьшения случайной составляющей погрешности проводят многократные измерения.

Случайная погрешность оценивается доверительным интервалом

$$\overset{\circ}{\Delta} = \pm t_p \cdot S_{\bar{x}}, \quad (3.3)$$

где  $t_p$  – коэффициент Стьюдента для данного уровня доверительной вероятности  $P_d$  и объема выборки  $n$  (число измерений).

**Доверительные границы погрешности результата измерения** – границы интервала, внутри которого с заданной вероятностью находится искомое (истинное) значение погрешности результата измерений.

**Выборка** – ряд из  $x$  результатов измерений  $\{x_i\}$ ,  $i = 1, \dots, n$  ( $n > 20$ ), из которых исключены известные систематические погрешности. Объем выборки определяется требованиями точности измерений и возможностью производить повторные измерения.

**Вариационный ряд** – выборка, упорядоченная по возрастанию.

**Гистограмма** – зависимость относительных частот попадания результатов измерения в интервалы группирования от их значений, представленная в графическом виде.

**Оценка закона распределения** – оценка соответствия экспериментального закона распределения теоретическому распределению. Проводится с помощью специальных статистических критериев. При  $n < 15$  не проводится.

**Точечные оценки закона распределения** – оценки закона распределения, полученные в виде одного числа, например оценка дисперсии результатов измерений или оценка математического ожидания и т. д.

**Средняя квадратическая погрешность результатов единичных измерений в ряду измерений** (средняя квадратическая погрешность результата измерений) – оценка  $S_x$  рассеяния единичных результатов измерений в ряду равноточных измерений одной и той же физической величины около среднего их значения, вычисляемая по формуле:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (3.4)$$

где  $x_i$  – результат  $i$ -го единичного измерения;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значение измеряемой величины из  $n$  единичных результатов.

Примечание. На практике широко распространен термин **среднее квадратическое отклонение – (СКО)**. Под отклонением в соответствии с приведенной выше формулой понимают отклонение единичных результатов в ряду измерений от их среднего арифметического значения. В метрологии это отклонение называется погрешностью измерений.

**Средняя квадратическая погрешность результата измерений среднего арифметического** – оценка  $S_x$  случайной погрешности среднего арифметического значения результата измерений одной и той же величины в данном ряду измерений, вычисляемая по формуле

$$S_x = \frac{S_x}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum (x_i - \bar{x})^2}, \quad (3.5)$$

где  $S_x$  – средняя квадратическая погрешность результатов единичных измерений, полученная из ряда равноточных измерений;  $n$  – число единичных измерений в ряду.

### 3.3. Исключение грубых погрешностей

Для исключения грубых погрешностей используют статистический критерий Граббса, который основан на предположении о том, что группа результатов измерений принадлежит нормальному распределению. Для этого вычисляют критерии Граббса  $G_1$  и  $G_2$ , предполагая, что наибольший  $x_{\max}$  или наименьший  $x_{\min}$  результат измерений вызван грубыми погрешностями:

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{S_x}, \quad G_2 = \frac{|\bar{x} - x_{\min}|}{S_x}. \quad (3.6)$$

Сравнивают  $G_1$  и  $G_2$  с теоретическим значением  $G_T$  критерия Граббса при выбранном уровне значимости  $q$ . Таблица критических значений критерия Граббса приведена в приложении В.

Если  $G_1 > G_T$ , то  $x_{\max}$  исключают как маловероятное значение. Если  $G_2 > G_T$ , то  $x_{\min}$  исключают как маловероятное значение. Далее вновь вычисляют среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонения ряда результатов измерений и процедуру проверки наличия грубых погрешностей повторяют.

Если  $G_1 \leq G_T$ , то  $x_{\max}$  не считают промахом и его сохраняют в ряду результатов измерений. Если  $G_2 \leq G_T$ , то  $x_{\min}$  не считают промахом и его сохраняют в ряду результатов измерений.

### 3.4. Доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины

Доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины находят путем построения композиции распределений случайных погрешностей и НСП, рассматриваемых как случайные величины. Границы погрешности оценки измеряемой величины  $\Delta$  (без учета знака) вычисляют по формуле

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (3.7)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП.

Суммарное среднее квадратическое отклонение  $S_{\Sigma}$  оценки измеряемой величины вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \quad (3.8)$$

где  $S_{\Theta}$  – среднее квадратическое отклонение НСП, которое оценивают в зависимости от способа вычисления НСП по формуле

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (3.9)$$

где  $\Theta_{\Sigma}$  – границы НСП, которые определяют по одной из формул (3.1), или

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}(P)}{k\sqrt{b}}, \quad (3.10)$$

где  $\Theta_{\Sigma}(P)$  – доверительные границы НСП, которые определяют по одной из формул (3.2);  $k$  – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью  $P$ , числом составляющих НСП и их соотношением между собой.

Коэффициент  $K$  для подстановки в формулу (3.7) в зависимости от числа НСП определяют по эмпирическим формулам соответственно

$$K = \frac{\Delta + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}, \quad K = \frac{\Delta + \Theta_{\Sigma}(P)}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}. \quad (3.11)$$

### 3.5. Алгоритм обработки результатов наблюдений

Обработку результатов наблюдений проводят в соответствии с ГОСТ 8.736 «ГСИ. Измерения прямые с многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

#### 3.5.1. Определение точечных оценок закона распределения

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; \quad S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}.$$

#### 3.5.2. Построение экспериментального закона распределения результатов многократных наблюдений

а) в таблицу 3.2 записать вариационный ряд результатов многократных наблюдений  $x_i$ ;

б) определить число интервалов группирования по формуле  $m \approx 3,3 \lg(n) + 1$  (для  $n = 20$   $m \approx (5 - 6)$ );

в) вычислить интервал группирования  $h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m}$  и разбить вариационный ряд на интервалы; границы первого интервала  $m_1: [x_{\min}; x_{\min} + h]$ ;

граница второго интервала равна  $m_2: (x_{\min} + h; x_{\min} + h + h]$

и т. д.;

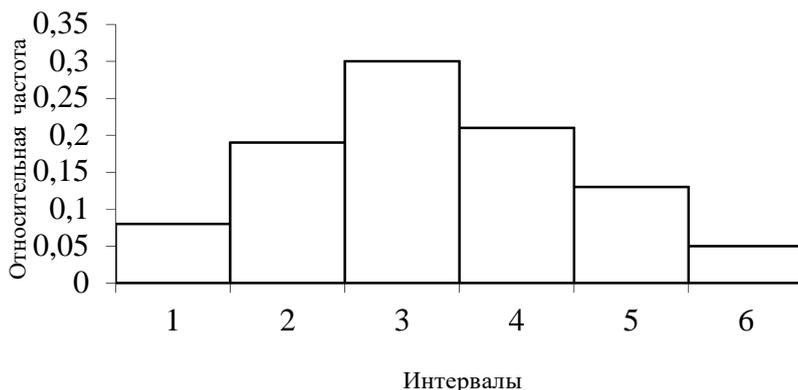
г) вычислить относительные частоты

$$\bar{n}_j = \frac{n_j}{n},$$

где  $j = 1, \dots, m$ ;  $n_j$  – число значений  $x$  из вариационного ряда, попавших в  $j$ -й интервал группирования;

д) построить гистограмму, пример представлен на рис. 3.1.

*Гистограмма*



*Рис. 3.1*

При малых  $n < 15$  гистограмма позволяет оценить тип экспериментального распределения только качественно, и оценка соответствия выборочного распределения теоретическому распределению не производится. Данная в примере гистограмма позволяет предположить нормальный характер распределения результатов многократных наблюдений.

3.5.3. Определение доверительных границ случайной погрешности

а) задать доверительную вероятность из ряда  $P_d = 0,9; 0,95; 0,99$ ;

б) определить доверительные границы случайной погрешности по формуле

$$\Delta = \pm t_p \cdot S_{\bar{x}},$$

где  $t_p$  – коэффициент Стьюдента для данного уровня доверительной вероятности  $P_d$  и объема выборки  $n$  (по табл. Г.1 приложения Г).

3.5.4. Определение границ неисключенной систематической погрешности

Неисключенная систематическая погрешность определяется погрешностью метода, субъективной погрешностью, основными погрешностями СИ (вольтметра, генератора), дополнительными погрешностями. Они определяются нестатистическими методами. Суммарные границы неисключенной систематической погрешности определяются по формуле:

$$\Theta = \begin{cases} \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2} & , \text{ при } N > 4 \\ \pm \sum_{i=1}^N |\Theta_i| & , \text{ при } N \leq 3 \end{cases}$$

где  $N$  – количество составляющих неисключенной систематической погрешности.

3.5.5. Определение доверительных границ погрешности оценки измеряемой величины

Доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины  $\Delta$  (без учета знака) вычисляют, как показано в п. 3.4.

3.5.6. Записать результат измерения в виде  $x = \bar{x} \pm \Delta$  с указанием единиц измерения (правила записи результата измерений приведены в приложении Д).

### 3.6. Цель работы

- приобретение навыков применения средств измерений и экспериментального определения их основных классификационных признаков;
- изучение и освоение вероятностно-статистического метода обработки результатов многократных наблюдений;
- приобретение навыков математической обработки результатов прямых равноточных измерений с многократными наблюдениями в соответствии с ГОСТ 8.736 и представления результата измерений в соответствии с МИ 1317.

### 3.7. Используемые технические средства

- генератор электрических сигналов (ГЗ-109);
- универсальный вольтметр (В7-22А).

### 3.8. Программа работы

3.5.1. Заполнить для используемых средств измерений (СИ) табл. 3.1.

Таблица 3.1

*Классификационные признаки средств измерений*

Классификационный признак	Генератор ГЗ-109	Вольтметр В7-22А
Вид СИ		
Тип выходной величины		
Форма представления информации		
Назначение		
Метрологическое назначение		
Нормируемые метрологические характеристики СИ		

3.5.2. Собрать схему для прямого измерения напряжения переменного электрического сигнала произвольной частоты. Напряжение, задаваемое с генератора, установить в одном из пределов – 1...100 мВ; 1...10 В.

3.5.3. Произвести ряд независимых многократных наблюдений ФВ –  $x$ . Результаты записать в таблицу 3.2 (графы 1, 2) с указанием наименования ФВ и единицы измерения:

Таблица 3.2

$n_i$	$x_i$	$\Delta x = x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Вариационный ряд	$n_j$	$\bar{n}_j$
1	2	3	4	5	6	7
1	$x_1$	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$\Delta x_{\min}$		
2	$x_2$	$x_2 - \bar{x}$	$(x_2 - \bar{x})^2$			
...	...	...	...	...		
19	$x_{19}$	$x_{19} - \bar{x}$	$(x_{19} - \bar{x})^2$			
20	$x_{20}$	$x_{20} - \bar{x}$	$(x_{20} - \bar{x})^2$	$\Delta x_{\max}$		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$		$\sum_{i=1}^{n=20} (x_i - \bar{x})^2$			

Количество независимых равноточных измерений –  $n > 20$ .

3.5.4. Провести обработку результатов многократных наблюдений в соответствии с методикой ГОСТ 8.736 (см. п. 3.5) и заполнить табл. 3.2.

3.5.5. Записать результат измерения ФВ с указанием пределов и доверительной вероятности с соблюдением правил округления (см. п. 2.4).

3.5.6. Оформить отчет о проделанной лабораторной работе (пример оформления титульного листа см. в приложении А). Отчет должен содержать:

- цель работы;
- перечень используемого оборудования;
- таблицу 3.1 (заполненную);
- схему эксперимента;
- результаты эксперимента (табл. 3.2 графы 1, 2);
- алгоритм обработки результатов эксперимента;
- выводы.

### 3.9. Контрольные вопросы

1. В чем смысл многократных измерений?
2. Цель построения гистограммы.
3. Какими погрешностями определяется систематическая составляющая погрешности измерений и какими случайная составляющая?
4. Что такое неисключенная систематическая погрешность и как ее определить?
5. Что такое доверительные границы погрешности результата измерений?
6. Как определяются доверительные границы суммарной погрешности результата измерений?

### 3.10. Литература

1. Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Издательство Юрайт: ИД Юрайт, 2013.
2. ГОСТ Р 8.736-2011. ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.
3. МИ 1317-2004. Методические указания. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы предоставления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
4. РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ МНОГОКРАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

### 4.1. Основные понятия и определения

**Неопределенность (измерений)** – параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

**Стандартная неопределенность ( $u$ )** – неопределенность результата измерений, выраженная в виде среднего квадратического отклонения (СКО).

Различают два типа вычисления стандартной неопределенности:

- вычисление **по типу А** – путем статистического анализа результатов многократных измерений;
- вычисление **по типу В** – с использованием других источников информации об измеряемом значении.

**Суммарная стандартная неопределенность ( $u_c$ )** – стандартная неопределенность результата измерений, полученного через значения других величин, равная положительному квадратному корню суммы членов, причем члены являются дисперсиями или ковариациями этих других величин, взвешенными в соответствии с тем, как результат измерений изменяется при изменении этих величин.

**Расширенная неопределенность ( $U$ )** – величина, определяющая интервал вокруг результата измерений, в пределах которого, как можно ожидать, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могли бы быть приписаны измеряемой величине.

### 4.2. Вычисление стандартной неопределенности $u$

#### 4.2.1. Вычисление стандартной неопределенности по типу А – $u_A$ .

Исходными данными для вычисления  $u_A$  являются результаты многократных измерений:  $x_{i1}, \dots, x_{in}$  (где  $i = 1, \dots, m$ ;  $n_i$  – число измерений  $i$ -й входной величины).

Стандартную неопределенность единичного измерения  $i$ -й входной величины  $u_{A,i}$  вычисляют по формуле

$$u_{A,i} = \sqrt{\frac{1}{n_i - 1} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}, \quad (4.1)$$

где  $\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{q=1}^{n_i} x_{iq}$  – среднее арифметическое результатов измерений  $i$ -й входной величины.

Стандартную неопределенность  $u_A(x_i)$  измерений  $i$ -й входной величины, при которых результат определяют как среднее арифметическое, вычисляют по формуле:

$$u_A(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i-1)} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}, \quad (4.2)$$

#### 4.2.2. Вычисление стандартной неопределенности по типу В – $u_B$

В качестве исходных данных для вычисления  $u_B$  используют:

- данные предшествовавших измерений величин, входящих в уравнение измерения; сведения о виде распределения вероятностей;
- данные, основанные на опыте исследователя или общих знаниях о поведении и свойствах соответствующих приборов и материалов;
- неопределенности констант и справочных данных;
- данные поверки, калибровки, сведения изготовителя о приборе и т. п.

Неопределенности этих данных обычно представляют в виде границ отклонения значения величины от ее оценки. Наиболее распространенный способ формализации неполного знания о значении величины заключается в постулировании равномерного закона распределения возможных значений этой величины в указанных (нижней и верхней) границах  $[(\Theta_{i-}, \Theta_{i+})$  для  $i$ -й входной величины]. При этом стандартную неопределенность, вычисляемую по типу В –  $u_B(x_i)$ , определяют по формуле

$$u_B(x_i) = \frac{\Theta_{i+} - \Theta_{i-}}{2\sqrt{3}}, \quad (4.3)$$

а для симметричных границ  $(\pm\Theta_i)$  – по формуле

$$u_B(x_i) = \frac{\Theta_i}{\sqrt{3}}. \quad (4.4)$$

В случае других законов распределения формулы для вычисления неопределенности по типу В будут иными.

#### 4.2.3. Вычисление суммарной стандартной неопределенности $u_C$

Чаще всего измерения являются косвенными, т. е. измеряемая величина  $y$  связана с измеряемыми величинами  $x_i$  посредством функциональной зависимости вида  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Поэтому в случае некор-

релированных оценок суммарную стандартную неопределенность  $u_C(y)$  вычисляют по формуле:

$$u_C(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)}. \quad (4.5)$$

4.2.4. Выбор коэффициента охвата  $k$  при вычислении расширенной неопределенности

В общем случае коэффициент охвата  $k$  выбирают в соответствии с формулой

$$k = t_p(v_{eff}), \quad (4.6)$$

где  $t_p(v_{eff})$  – коэффициент распределения Стьюдента с эффективным числом степеней свободы  $v_{eff}$  и доверительной вероятностью (уровнем доверия)  $p$ . Значения коэффициента  $t_p(v_{eff})$  приведены в приложении Г.

Эффективное число степеней свободы определяют по формуле

$$v_{eff} = \frac{m u_C^4}{\sum_{i=1}^m \frac{u^4(x_i)}{v_i} \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^4}, \quad (4.7)$$

где  $v_i$  – число степеней свободы при определении оценки  $i$ -й входной величины, при этом:

$v_i = n_i - 1$  для вычисления неопределенностей по типу А;

$v_i = \infty$  для вычисления неопределенностей по типу В.

Во многих практических случаях при вычислении неопределенностей результатов измерений делают предположение о нормальности закона распределения возможных значений измеряемой величины и полагают

$k = 2$  при  $p = 0,95$  и  $k = 3$  при  $p = 0,99$ .

При предположении о равномерности закона распределения полагают  $k = 1,65$  при  $p = 0,95$  и  $k = 1,71$  при  $p = 0,99$ .

При представлении результатов измерений рекомендуется приводить достаточное количество информации для возможности проанализировать или повторить весь процесс получения результата измерений и вычисления неопределенностей измерений, а именно:

- алгоритм получения результата измерений;
- алгоритм расчета всех поправок и их неопределенностей;
- неопределенности всех используемых данных и способы их получения;
- алгоритмы вычисления суммарной и расширенной неопределенностей (включая значение коэффициента  $k$ ).

#### 4.2.5. Определение расширенной неопределенности измерений

Расширенная неопределенность рассчитывается по формуле

$$U = k \cdot u_C. \quad (4.8)$$

### 4.3. Цель работы

- приобретение практических навыков оценивания неопределенности прямых многократных измерений;
- освоить навыки выявления возможных источников неопределенности;
- приобретение практических навыков проведения анализа и сопоставления результатов оценивания погрешности и неопределенности измерений;
- закрепление теоретического материала модуля «Метрология» изучаемой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

### 4.4. Используемые технические средства

- генератор электрических сигналов (ГЗ-109);
- универсальный вольтметр (В7-22А).

### 4.5. Программа работы

4.5.1. Собрать схему для прямого измерения напряжения переменного электрического сигнала произвольной частоты. Напряжение, задаваемое с генератора, установить в одном из пределов – 1...100 мВ; 1...10 В.

4.5.2. Произвести ряд независимых многократных наблюдений ФВ –  $x$ . Результаты записать в табл. 4.1 (графы 1, 2) с указанием наименования ФВ и единицы измерения

Таблица 4.1

$n_i$	$x_i$	$\Delta x = x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2	3	4
1	$x_1$	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$
2	$x_2$	$x_2 - \bar{x}$	$(x_2 - \bar{x})^2$
...	...	...	...
19	$x_{19}$	$x_{19} - \bar{x}$	$(x_{19} - \bar{x})^2$
20	$x_{20}$	$x_{20} - \bar{x}$	$(x_{20} - \bar{x})^2$
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$		$\sum_{i=1}^{n=20} (x_i - \bar{x})^2$

Количество независимых равноточных измерений –  $n > 20$ .

4.5.3. Выявить возможные источники неопределенности.

4.5.4. Рассчитать стандартные неопределенности по типам А и В, используя формулы (6.2–6.4).

4.5.5. Рассчитать стандартную неопределенность по типу С, используя формулу (6.5).

4.5.6. Определить коэффициент охвата по (6.6). Обосновать его выбор.

4.5.7. Оценить расширенную неопределенность по (при доверительной вероятности  $p = 0,95$ ). Заполнить таблицу 6.2.

4.5.8. Записать результат измерений в соответствии с правилами округления (правила округления приведены в приложении Д).

$$X = (\bar{X} \pm U), \text{ В} \quad (4.9)$$

4.5.9. Составить бюджет неопределенности в виде табл. 4.2.

Таблица 4.2

Источник неопределенности	Тип	Распределение	Коэффициент влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределенность, В
Случайные эффекты при измерении	А			
Неточность генератора ГЗ-109	В			
Неточность вольтметра В7-22А	В			
Неточность считывания показаний прибора	В			
Суммарная стандартная неопределенность	С			
Расширенная неопределенность				

4.5.9. Используя оценки погрешности, полученные в лабораторной работе № 3 («Обработка результатов прямых многократных измерений»), и оценки неопределенностей измерения переменного напряжения, полученные в данной работе, заполнить табл. 4.3.

Таблица 4.3

Результаты оценивания погрешности измерений			Результаты оценивания неопределенности измерений		
Измеренное значение	$\bar{X}$ , В		Измеренное значение	$\bar{X}$ , В	
Случайная составляющая погрешности	$\Delta$ , В		Неопределенность по типу А	$u_A$ , В	
Систематическая составляющая погрешности	$\Theta$ , В		Неопределенность по типу В	$u_B$ , В	
Доверительные границы погрешности	$\Delta_{0,95}$ , В		Расширенная неопределенность	$U_{0,95}$ , В	
Результат измерения	$X_{изм} = (\bar{X} \pm \Delta_{0,95})$ , В		Результат измерения	$X_{изм} = (\bar{X} \pm U_{0,95})$ , В	

4.5.10. Сравнить данные таблицы 4.3. Сделать выводы.

4.5.11. Оформить отчет о проделанной лабораторной работе (пример оформления титульного листа см. в приложении А).

#### 4.6. Контрольные вопросы

1. В чем отличие понятий «погрешность результата измерения» и «неопределенности измерения».
2. Почему важно овладеть методиками оценивания как погрешности, так и неопределенности результата измерения?
3. Насколько совпадает отечественная нормативная база с Руководством и в чем заключается несовпадение?

#### 4.7. Литература

1. ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения
2. ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения
3. ГОСТ Р 54500.3.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008/Дополнение 1:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

### НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ: СОДЕРЖАНИЕ, ВИДЫ, КАТЕГОРИИ. УКАЗАТЕЛЬ «НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ» И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

#### 5.1. Основные понятия и термины в области стандартизации

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании».

**Стандартизация** – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Результатом деятельности в области стандартизации является разработка нормативного документа.

**Нормативный документ** – Документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

К нормативным документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации:

а) в соответствии со ст. 13 ФЗ «О техническом регулировании», относятся:

- 1) национальные стандарты;
- 2) правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- 3) применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;

- 4) своды правил;
- 5) стандарты организаций;

б) в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 1.1 на территории РФ действуют:

- б) технические условия.

**Стандарт** – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать правила и методы исследований (испытаний) и измерений, правила отбора об-

разцов, требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Стандарт, утвержденный национальным органом по стандартизации, называется **национальным стандартом** (ГОСТ Р).

Национальный орган по стандартизации в РФ – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

**Правила (ПР) стандартизации** – нормативный документ (НД), устанавливающий обязательные для применения организационно-методические положения, которые дополняют или конкретизируют отдельные положения основополагающего национального стандарта и определяют порядок и методы выполнения работ по стандартизации. Пример обозначения правил заполнения и представления каталожных листов продукции: ПР 50-718.

**Норма (Н)** – положение, устанавливающее количественные или качественные критерии, которые должны быть удовлетворены.

Обозначение норм: Нормы 35-01, НРБ – 96.

Правила и нормы, разрабатываемые федеральными органами исполнительной власти, могут быть объединены в один документ, например строительные нормы и правила – СНиП, санитарные правила и нормы – СанПиН.

**Рекомендации (Р)** – нормативный документ, содержащий добровольные для применения организационно-методические положения, которые касаются проведения работ по стандартизации, метрологии, сертификации и аккредитации, которые целесообразно предварительно проверить на практике до их установления в основополагающем национальном стандарте или соответствующих правилах, например Р 50.1.44-2003 «Рекомендации по разработке технических регламентов».

**Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации** – нормативные документы, распределяющие технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другими) и являющиеся обязательными для применения при создании государственных информационных систем и информационных ресурсов и межведомственном обмене информацией.

Создание Общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации – главный результат работ по единой системе классификации и кодированию.

Классификация – это разделение множества объектов на классификационные группировки по сходству или различию на основе определенных признаков в соответствии с принятыми правилами.

Кодирование – это образование и присвоение по определенным правилам кодов объекту или группе объектов, позволяющих заменить несколькими знаками наименования этих объектов.

Примерами ранее разработанных и наиболее часто применяемых, объектов являются общероссийский классификатор продукции (ОКП) – ОК 005, общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов (ОК ЕСКД) – ОК 012. Разработка ОК охватывает все социально-экономические сферы деятельности, например:

- Общероссийский классификатор валют – ОК (МК (ИСО 4217) 003) 014;
- Общероссийский классификатор гидроэнергетических ресурсов – ОК 030;
- Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод – ОК 032;
- Общероссийский классификатор специальностей по образованию – ОК 009.

**Свод правил (СП)** – документ в области стандартизации, в котором содержатся технические правила и (или) описание процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции и который применяется на добровольной основе. Пример: свод правил по проектированию и строительству СП 23 –101–2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Участники работ по стандартизации, а также национальные стандарты, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, правила их разработки и применения, правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации, своды правил образуют национальную систему стандартизации.

**Стандарт организации (СТО)** – стандарт, утвержденный и применяемый организацией для целей стандартизации, а также для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний), измерений и разработок.

В соответствии с ГОСТ Р 1.4, ГОСТ Р ИСО 9000 организация: группа работников и необходимых средств с распределением ответственности, полномочий и взаимоотношений.

Примеры: компания, корпорация, фирма, предприятие, учреждение, благотворительная организация, предприятие розничной торговли, ассоциация, а также их подразделения или комбинация из них. Организация может быть государственной или частной.

Примером стандарта организации является стандарт ТПУ:  
СТО ТПУ 2.5.01–2008

Система образовательных стандартов  
РАБОТЫ ВЫПУСКНЫЕ КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ,  
ПРОЕКТЫ И РАБОТЫ КУРСОВЫЕ

Структура и правила оформления

**Технические условия (ТУ)** – документ, устанавливающий технические требования, которым должна удовлетворять продукция или услуга, а также процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования.

К НД относятся те ТУ, на которые делаются ссылки в договорах на поставляемую продукцию (оказываемые услуги). Пример обозначения технических условий – ТУ 4859-184-00165600-96.

## 5.2. Категории стандартов

Весь фонд стандартов, действующих на территории РФ, включает следующие категории:

- национальные стандарты РФ (индекс стандартов ГОСТ Р);
- межгосударственные стандарты (индекс стандартов ГОСТ);
- международные (индекс стандартов ИСО, МЭК, МСЭ) и региональные (индекс стандартов ЕС) стандарты;
- стандарты организаций.

**Межгосударственный стандарт** – региональный стандарт, принятый Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации и доступный большому кругу пользователей.

В Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации входят 12 стран бывшего СССР, кроме стран Прибалтики.

**Международный стандарт** – стандарт, принятый международной организацией по стандартизации и доступный широкому кругу пользователей.

Международные и региональные организации:

ИСО – международная организация по стандартизации (индекс стандартов ИСО);

МЭК – международная электротехническая комиссия, сфера деятельности которой связана с электротехникой и электроникой (индекс стандартов МЭК);

МСЭ – международный союз электросвязи (индекс стандартов МСЭ);

ЕС – Европейский союз (индекс стандартов ЕС).

### 5.3. Виды стандартов

Вид стандарта – характеристика, определяющаяся его содержанием в зависимости от объекта стандартизации.

В зависимости от назначения и содержания ГОСТ Р 1.0 установил следующие основные виды стандартов:

- стандарты основополагающие;
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на продукцию;
- стандарты на услугу;
- стандарты на процессы (работы);
- стандарты на методы контроля.

В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 1.1 дополнительно могут разрабатываться:

- стандарты на совместимость;
- стандарты на номенклатуру показателей.

**Основополагающий стандарт** – стандарт (нормативный документ), имеющий широкую область распространения или содержащий общие положения для определенной области.

Основополагающие стандарты устанавливают общие организационно-методические положения для определенной области деятельности или общетехнические требования и правила, обеспечивающие взаимопонимание, техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства и не противоречащие законодательству.

Основополагающий стандарт может применяться непосредственно в качестве стандарта или служить основой для разработки других стандартов или иных нормативных или технических документов.

Примером основополагающих стандартов могут быть нормативные документы по организации национальной системы стандартизации в Российской Федерации, комплексные стандарты ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, ГСИ и т. д.

**Стандарт на термины и определения** – стандарт, устанавливающий термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия, используемые в стандартизации и смежных видах деятельности.

**Стандарт на продукции** – стандарт, устанавливающий требования и методы их контроля по безопасности, основным потребительским свойствам, которым должна удовлетворять продукция или группа однородной продукции, с тем чтобы обеспечить ее соответствие своему назначению.

Стандарт на продукцию может включать, кроме требований соответствия назначению, классификацию, конструктивные требования, ти-

пы, основные параметры или размеры, требования по безопасности и экологии, порядок приемки, методы контроля, требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению, а иногда и технологические или эксплуатационные требования.

**Стандарт на услугу.** Стандарты на услуги устанавливают требования и методы контроля для групп однородных услуг или для одной услуги в части состава, содержания и формы деятельности по оказанию помощи, принесения пользы потребителю услуги, а также требования к факторам, оказывающим существенное влияние на качество услуги.

Стандарты на услуги включают бытовое обслуживание населения, общественное питание, туристско-экскурсионное обслуживание, социально-культурные услуги, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт, автосервис, связь, страхование, банковское дело, торговлю, научно-техническое и информационно-рекламное обслуживание и прочие сферы деятельности.

**Стандарт на процесс.** Стандарты на процессы (работы), устанавливают требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам (способам, приемам, режимам, нормам) выполнения различного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции.

**Стандарт на методы контроля (испытаний, измерений).** Стандарты на методы контроля, испытаний, измерений и анализа устанавливают требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала.

**Стандарт на совместимость** – стандарт, устанавливающий требования, которые касаются совместимости различных объектов стандартизации.

**Стандарт на номенклатуру показателей** – стандарт, содержащий перечень показателей, для которых значения или характеристики должны быть указаны при установлении требований к продукции, процессу или услуге в других нормативных или технических документах.

#### **5.4. Область и объект стандартизации**

Объект стандартизации – продукция, процесс или услуга, подлежащие стандартизации.

Под объектом стандартизации в широком смысле понимают продукцию, процесс или услугу, которые в равной степени относятся к любому материалу, компоненту, оборудованию, системе, их совместимости, правилу, процедуре, функции, методу или деятельности.

Стандартизация может ограничиваться определенными аспектами любого объекта. Например, применительно к обуви – размеры и критерии прочности.

Аспект стандартизации – краткое выражение обобщенного содержания устанавливаемых стандартом положений. Аспект стандартизации указывают в наименовании стандарта в виде подзаголовка.

Область стандартизации – совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Областью стандартизации можно считать, например, машиностроение, нефтепродукты, горнодобывающее оборудование, средства вычислительной техники, транспорт, электроника, величины и единицы величин и т. д.

## 5.5. Комплексные системы стандартов

Комплексные системы стандартов – это результат комплексной стандартизации.

**Комплекс (система) стандартов** – совокупность взаимоувязанных стандартов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к взаимоувязанным объектам стандартизации.

Комплексные системы стандартов направлены на решение народно-хозяйственных задач, обеспечивающих повышение эффективности производства высококачественной продукции, в частности на упорядочение конструкторской и технологической документации, на упорядочение документации в сферах обращения продукции, на обеспечение единства измерений, безопасности, охраны окружающей среды и т. д.

В каждую систему входит несколько десятков общетехнических стандартов, охватывающих все стадии жизненного цикла изделий: исследование и проектирование, подготовку производства, производство, эксплуатацию и ремонт.

Каждой комплексной системе стандартов присвоен свой номер – одна или две цифры, отделенные точкой в регистрационном номере, и свое наименование, которое приводится на обложке стандарта первой строкой. Некоторые наименования комплексных систем стандартов имеют аббревиатуру, например, Единая система конструкторской документации имеет аббревиатуру ЕСКД.

Федеральное агентство по техническому регулированию проводит работу по совершенствованию и упорядочению комплексных систем стандартов.

В настоящее время действуют комплексные системы стандартов, приведенные в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Номер комплексной системы стандартов	Аббревиатура комплексной системы стандартов	Название комплексной системы	Индексы стандартов, входящих в комплексную систему
1	–	Стандартизация в Российской Федерации	ГОСТ Р
2	ЕСКД	Единая система конструкторской документации	ГОСТ
3	ЕСТД	Единая система технологической документации	ГОСТ
6	–	Унифицированная система документации	ГОСТ
7	СИБИД	Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу	ГОСТ
8	ГСИ	Государственная система обеспечения единства измерений	ГОСТ, ГОСТ Р
9	ЕСЗКС	Единая система защиты от коррозии и старения	ГОСТ
12	ССБТ	Система стандартов безопасности труда	ГОСТ, ГОСТ Р
13	–	Репрография	ГОСТ Р
14	–	Экологический менеджмент	ГОСТ, ГОСТ Р
15	СРПП	Система разработки и постановки продукции на производство	ГОСТ, ГОСТ Р
17	–	Охрана природы	ГОСТ, ГОСТ Р
18	–	Технологии авиатопливообеспечения	ГОСТ
19	ЕСПД	Единая система программной документации	ГОСТ
21	СПДС	Система проектной документации по строительству	ГОСТ Р
22	–	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	ГОСТ Р
23	–	Обеспечение износостойкости изделий	ГОСТ, ГОСТ Р
24	–	Автоматизированные системы управления дорожным движением	ГОСТ, ГОСТ Р
27	–	Надежность в технике	ГОСТ
28	–	Система технического обслуживания и ремонта техники	ГОСТ
30	–	Система стандартов эргономики и технической эстетики	ГОСТ, ГОСТ Р
33	–	Единый российский страховой фонд документации	ГОСТ Р
34	–	Информационная технология	ГОСТ Р
40	–	Система сертификации ГОСТ Р	ГОСТ Р
43	–	Информационное обеспечение техники и операторской деятельности	ГОСТ Р

## 5.6. Обозначение национальных стандартов

Обозначение национального стандарта РФ и межгосударственного стандарта состоит из индекса «ГОСТ Р» или «ГОСТ» соответственно, регистрационного номера и отделенных тире двух последних цифр или всех четырех цифр (с 2000) года утверждения стандарта, например, ГОСТ Р 50037–98, ГОСТ Р 50628-2000, ГОСТ 2836-87.

В обозначении стандарта, входящего в комплексную систему (комплекс) стандартов, первые одна или две цифры с точкой в его регистрационном номере определяют номер комплексной системы стандартов. Например, ГОСТ Р 2.001-93 – цифра 2, отделенная точкой в регистрационном номере 2.001, определяет принадлежность данного стандарта к комплексной системе стандартов, которая имеет аббревиатуру «ЕСКД», и называется «Единая система конструкторской документации».

По мере принятия технических регламентов и оставления за национальными стандартами функций доказательной базы, количество общетехнических систем и комплексов будет сокращаться, а их состав и содержание – изменяться.

Среди всех комплексных систем особое место занимают системы стандартов ЕСКД и ЕСТД, тесно связанные между собой и определяющие требования к основной технической документации всего народного хозяйства и особенно для машиностроения.

Обозначение национальных стандартов РФ, имеющих аутентичный текст (без изменений и дополнений) соответствующих международных, региональных или национальных стандартов других стран на русском языке (идентичный стандарт), состоит из индекса «ГОСТ Р», обозначения соответствующего международного (регионального) стандарта (без указания года его принятия) и отделенного от него тире года утверждения национального стандарта РФ, например,

ГОСТ Р ИСО 9001-2001, ГОСТ Р ИСО/МЭК 10746-2-2000.

Данный способ применения международного стандарта называют «методом обложки» или прямое применение международного стандарта.

Обозначение национальных стандартов РФ, имеющих аутентичный текст соответствующих международных, региональных или национальных стандартов других стран на русском языке с изменениями или дополнительными требованиями, отражающими специфику потребностей национальной экономики (модифицированный стандарт), состоит из обозначения национального стандарта и приведенного ниже в скобках обозначения примененного международного (регионального) стандарта, например,

1) ГОСТ Р 51885-2002  
(ИСО 7000: 1990)

2) ГОСТ Р 52377-2004  
(МЭК 60634: 1998)

Данный способ применения международного стандарта называют косвенное применение международного стандарта или применение с изменениями.

### 5.7. Указатель «Национальные стандарты»

Информацию о действующих национальных стандартах, сроках их действия, изменениях к ним пользователи получают через годовые и ежемесячные информационные указатели «Национальные стандарты Российской Федерации».

Ежегодный указатель «Национальные стандарты» выходил до 2005 года в четырех томах, с 2005 года выходит в трех томах, составленный по кодам Общероссийского классификатора стандартов ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001) 001, который входит в состав единой системы классифицирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК) Российской Федерации. Общероссийский классификатор стандартов (ОКС) гармонизирован с Международным классификатором стандартов (МКС) и Межгосударственным классификатором стандартов.

Все действующие стандарты на текущий год размещены в 1, 2, 3 томах указателя «Национальные стандарты» по кодам ОКС с указанием обозначений и наименований стандартов. Обозначения стандартов внутри кодов расположены по порядку возрастания обозначений в последовательности: ГОСТ, ГОСТ Р, РСТ РСФСР. В 3 томе приведен перечень действующих на текущий год Общероссийских классификаторов и алфавитно-предметный указатель. Алфавитно-предметный указатель построен по ключевым словам, выбранным из наименований позиций ОКС, с указанием кодов Общероссийского классификатора стандартов.

Весь перечень действующих на текущий год стандартов в порядке возрастания их номеров приведен в 3 томе. В нем для каждого стандарта указаны код ОКС, группа стандарта, к которой относится стандарт. В графе «Для отметок» соответственно для этих стандартов могут быть указаны или сроки прекращения действия стандартов, или сроки введения вновь изданных опережающих стандартов, или в скобках указывается номер изменения, номер и год информационного указателя, в котором оно опубликовано.

Примеры:

1. Р 50008-9233.100.20		Э02	до 01.02.2002
2. Р 12.4.201-99	59.080.40	Л69	с 01.01.2003
3. 855-74	73.080	А57	(1-Х-79)

Если стандарт введен взамен другого, то указывается, взамен какого документа он введен или в какой части его заменяет.

Дается информация в виде сноски в случае, если стандарт:

- утратил силу на территории Российской Федерации;
  - принят в качестве межгосударственного стандарта;
  - действует только на территории Российской Федерации.
- В указателе у стандартов индекс стандарта «ГОСТ» не проставляется.

### **5.8. Информационно-поисковая система «Кодекс»**

Для поиска стандартов также можно использовать информационно-поисковую систему «Кодекс», которая содержит актуализируемые электронные версии действующих на территории РФ нормативных документов.

В ТПУ с 2002 г. Успешно функционирует информационно-поисковая система «Кодекс», пользующаяся в настоящее время повышенным спросом (до 1,5 тыс. обращений в месяц). Для работы с базой организован широкий доступ для сотрудников и студентов в сети Intranet ТПУ. База регулярно актуализируется и пополняется новыми нормативными документами. Она проста и удобна в обращении, что позволяет сократить время поиска и затраты на приобретение необходимой информации, содержащейся в стандартах. Адрес базы данных «Кодекс» <http://kodeks.lib.tpu.ru>.

Также можно использовать официальный сайт национального органа по стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (краткое наименование – Росстандарт), где приводится информация о действующих стандартах – <http://www.gost.ru/wps/portal/>, далее Информационные ресурсы по стандартизации, далее – Каталог стандартов.

### **5.9. Цель лабораторной работы**

5.9.1. освоение, закрепление и применение в последующей практике теоретического материала по разделу «Стандартизация».

5.9.2. приобретение навыков работы со стандартами и определение по ним:

- видов и категорий стандартов;
- объекта и области стандартизации;
- основных положений стандарта;
- сферы применения стандарта.

5.9.3. приобретение практических навыков работы с указателем «Национальные стандарты!» и выявление по указателю признаков актуализации стандартов.

### **5.10. Нормативные документы, используемые в ходе работы**

- комплект указателей «Национальные стандарты»;
- фонд стандартов.

## 5.11. Программа работы

5.11.1. На основе теоретического материала лекций и приобретенных знаний с использованием стандартов и комплекта указателей «Национальные стандарты», по которому осуществляется поиск кода ОКС стандарта, принятых к нему изменений, сведений о переиздании стандарта и т. д., заполнить табл. 5.2, предварительно ознакомившись с двумя предложенными стандартами, и принять решение о возможности применения данных стандартов.

Если нет, то указать причину: стандарт либо отменен, либо переиздан, либо утратил силу на территории РФ, либо в стандарте нет всех принятых к нему изменений.

Таблица 5.2

1	Обозначение стандарта	ГОСТ ...	ГОСТ ...
2	Наименование стандарта		
3	Индекс стандарта		
4	Регистрационный номер стандарта		
5	Номер комплексной системы стандартов		
6	Аббревиатура комплексной системы стандартов		
7	Способ применения международного стандарта		
8	Код ОКС стандарта		
9	Категория стандарта		
10	Вид стандарта		
11	Объект стандартизации		
12	Область стандартизации		
13	Сфера применения стандарта		
14	Основные положения стандарта		
15	Изменения, принятые к данному стандарту		
16	Вывод: можно ли использовать в работе данный стандарт		

Таблица 5.3

## Варианты заданий для студентов ИПР

Номер варианта	Задания по вариантам	
	Задание № 2	Задание № 3
1	ГОСТ 13583.9-93	ГРАВИМИТРЫ НАЗЕМНЫЕ. Общие технические условия
2	ГОСТ 15934.17-80	КОНЦЕНТРАТ АПАТИТОВЫЙ. Технические условия
3	ГОСТ 10949-75	МРАМОР. Метод определения содержания серы
4	ГОСТ 8483-81	ПРИБОРЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ. Термины и определения
5	ГОСТ 28185-89	ВОДА. Единицы жесткости
6	ГОСТ 22387.3-77	ТЕОДОЛИТЫ. Общие технические условия
7	ГОСТ 15880-83	СПКП. АНАЛИЗАТОРЫ ГАЗОВ. Номенклатура показателей
8	ГОСТ 6031-81	ГРУНТЫ. Классификация
9	ГОСТ 12.2.105-84	ГЕОДЕЗИЯ. Термины и определения
10	ГОСТ Р 51605-2000	СПКП. ПРИБОРЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ. Номенклатура показателей
11	ГОСТ 30672-99	ГИДРОЛОГИЯ СУШИ. Термины и определения
12	ГОСТ 17789-72	ССБТ. ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ. Общие требования
13	ГОСТ Р 51510-99	ОХРАНА ПРИРОДЫ. ПОЧВЫ. Паспорт почв
14	ГОСТ 23463-79	ПОЧВЫ. Термины и определения
15	ГОСТ 12871-93	ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ. Виды и комплектность
16	ГОСТ 444-75	УГЛИ КАМЕННЫЕ. Метод определения окисленности
17	ГОСТ 29086-91	РУДЫ ЖЕЛЕЗНЫЕ. Метод магнитного анализа
18	ГОСТ Р 51176-98	НЕФТЬ. Метод определения парафина
19	ГОСТ 28802-90	ОБОРУДОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНОЕ. Термины и определения
20	ГОСТ 21534-76	ГАЗЫ ГОРЮЧИЕ ПРИРОДНЫЕ. Метод определения ртути
21	ГОСТ 4.356-86	ЗАМКИ ДЛЯ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ
22	ГОСТ 24328-80	КОНЦЕНТРАТЫ ЦИНКОВЫЕ. Метод определения цинка
23	ГОСТ 22609-77	ГРАФИТ. Метод определения серы
24	ГОСТ 12.2.059-81	АЛМАЗЫ ПРИРОДНЫЕ НЕОБРАБОТАННЫЕ Классификация. Основные признаки
25	ГОСТ 10529-96	РУДЫ ЖЕЛЕЗНЫЕ. Метод магнитного анализа
26	ГОСТ 4.374-85	КАРТОГРАФИЯ. Термины и определения

Таблица 5.4

## Варианты заданий для студентов ИНК, ФТИ

Номер варианта	Задания по вариантам	
	Задание № 2	Задание № 3
1	ГОСТ 19138.0-85	ТОПЛИВО НЕФТЯНОЕ. МАЗУТ. Технические условия
2	ГОСТ 12.1.040-83	ГСИ. НОРМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПОВЕРКЕ. Общие требования
3	ГОСТ 10771-82	ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ. Методы измерения емкости
4	ГОСТ Р 8.590-2001	МИКРОМЕТРЫ СО ВСТАВКАМИ. Технические условия
5	ГОСТ Р МЭК 1029-1-94	СОЕДИНИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. Термины и определения
6	ГОСТ Р МЭК 60522-2001	СТАЛЬ. Эталоны микроструктуры
7	ГОСТ 15.009-91	АНАЛИЗАТОРЫ ГАРМОНИК. Методы и средства поверки
8	ГОСТ 11282-93 (МЭК 524-75)	ИЗЛУЧАТЕЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ. Основные размеры
9	ГОСТ 22511-88	МЕТАЛЛЫ. Методы испытания на растяжение
10	ГОСТ 19761-81	ТОЛЩИНОМЕРЫ РАДИОИЗОТОПНЫЕ. Общие технические условия
11	ГОСТ Р ИСО 5358-99	КОДЫ ДЛЯ МАРКИРОВКИ РЕЗИСТОРОВ И КОНДЕНСАТОРОВ
12	ГОСТ 4.493-89	ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ БЫТОВЫЕ. Метод измерения вибрации
13	ГОСТ 12.4.122-83	ССБТ. ЛАЗЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. Общие положения
14	ГОСТ 17925-72	ТЕХНИКА РАДИАЦИОННАЯ. Термины и определения
15	ГОСТ 11859-66	СТАЛЬ. Метод рентгенофлюоресцентного анализа
16	ГОСТ 18061-90	ГСИ. ЧАСТОТОМЕРЫ. Методы и средства поверки
17	ГОСТ 29074-91	ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ. Требования к восстановлению и ремонту
18	ГОСТ 18353-79	ПЛАСТМАССЫ. Метод определения сыпучести
19	ГОСТ Р 51635-2000	ПРИБОРЫ РЕНТГЕНОВСКИЕ. Термины и определения
20	ГОСТ Р МЭК 60238-99	ПРИБОРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ. Основные размеры
21	ГОСТ 28883-90 (МЭК 62-74)	ЛИФТЫ ПАССАЖИРСКИЕ И ГРУЗОВЫЕ. Технические условия

Номер варианта	Задания по вариантам	
	Задание № 2	Задание № 3
22	ГОСТ Р МЭК 252-94	ССБТ. ОЧКИ ЗАЩИТНЫЕ. Общие технические условия
23	ГОСТ 29075-91	МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ. Основные размеры
24	ГОСТ 28578-90 (МЭК 749-84)	ВОДА ПИТЬЕВАЯ. Обор проб
25	ГОСТ 23448-79	ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ И ПОЛЕВЫЕ. Основные параметры
26	ГОСТ 18604.6-74	СРПП. МЕДИЦИНСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

5.11.2. Используя указатели «Национальные стандарты», осуществить поиск наименования стандарта по его обозначению, указанному для каждого варианта в графе 2 табл. 5.3, 5.4 (в зависимости от института).

По 3 тому определяется код раздела, в котором размещен исследуемый стандарт, а затем, используя один из 1 и 2 тома, по коду раздела и обозначению стандарта находится наименование стандарта.

5.11.3. Используя указатели «Национальные стандарты», осуществить поиск стандарта по его наименованию.

Наименований стандартов по вариантам приведены в графе 3 табл. 5.3, 5.4 (в зависимости от института).

Выполнение этого задания необходимо начинать с поиска кода по ключевому слову (области стандартизации, объекту стандартизации или аспекту стандартизации) в алфавитно-предметном указателе 3 тома. Затем, используя один из 1 и 2 тома, по коду раздела и наименованию стандарта находится обозначение стандарта.

## 5.12. Контрольные вопросы

1. Какие документы охватывает понятие «нормативный документ»?
2. Прерогативой каких документов является установление обязательных требований?
3. Как расшифровать аббревиатуру ГОСТ?
4. Чем отличаются правила по стандартизации от рекомендаций по стандартизации? Приведите пример того и другого документа.
5. Что такое вид стандарта? Перечислите основные виды стандартов.
6. Что такое основополагающий стандарт? Приведите примеры организационно-методических и общетехнических стандартов.
7. Какие требования предъявляются к стандартам на методы контроля?

8. В каком источнике содержится информация о действующих национальных стандартах РФ?
9. Какой вариант применения международного стандарта в РФ реализован в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2001(судя по обозначению)?
10. Какой вариант применения международного стандарта в РФ реализован в стандарте ГОСТ Р 51294.9-2002 (ИСО/МЭК 15438-2001)?
11. Какой основной документ является результатом работ по Единой системе классификации и кодирования технико-экономической информации?
12. В каких случаях технические условия выполняют роль технических документов и нормативных документов?
13. Какую информацию получает пользователь из указателя «Национальные стандарты»?
14. Какие, на ваш взгляд, методы и принципы стандартизации применены при разработке и составлении указателя «Национальные стандарты»?

### **5.13. Используемая литература**

1. Лифиц И.М., Стандартизация, метрология и сертификация: учебник. – М.: Юрайт-Издат, 2013
2. ГОСТ 1.1-2002 «Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения».
3. ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».
4. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

### ОБЩЕРОССИЙСКИЙ КЛАССИФИКАТОР ЕСКД. ПРИСВОЕНИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ ИЗДЕЛИЯМ И КОНСТРУКТОРСКИМ ДОКУМЕНТАМ

#### 6.1. Основные понятия и определения

**Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации** (далее – общероссийские классификаторы) – нормативные документы, распределяющие технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другим) и являющиеся **обязательными для применения** при создании государственных информационных систем и информационных ресурсов и межведомственном обмене информации.

Классификатор изделий и конструкторских документов – Классификатор ЕСКД представляет собой систематизированный свод наименований классификационных группировок объектов классификации: изделий основного и вспомогательного производства всех отраслей народного хозяйства, общетехнических документов и их кодов. Классификатор ЕСКД является основной частью Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации (ЕСКК ТЭИ).

В Классификатор ЕСКД включены классификационные характеристики изделий: деталей, сборочных единиц, комплектов, комплексов, на которые разработана и разрабатывается конструкторская документация по ЕСКД, в том числе и стандартные изделия, а также общетехнические документы (нормы, правила, требования, методы и т. д.) на изделия, входящие в Классификатор ЕСКД.

**Цели**, для достижения которых разработан Общероссийский Классификатор ЕСКД:

- установление в стране единой государственной обезличенной классификационной системы обозначения изделий и конструкторских документов и обеспечение единого порядка оформления, учета, хранения и обращения этих документов;
- обеспечение возможности использования различными предприятиями и организациями при проектировании новой техники, технологической подготовке производства, эксплуатации и ремонте конструкторской документации, разработанной другими организациями, без ее переоформления;
- ускорение и облегчение ручного поиска конструкторской документации разрабатываемых и изготавливаемых изделий;
- выявление объектов и определение направлений унификации и стандартизации изделий;

- широкое применение средств электронно-вычислительной техники в системах автоматизированного проектирования, управления технологическими процессами, создании передовых методов производства (САПР, АСУТП, ГПС и др.).

Присвоение объектам народного хозяйства кодовых обозначений обеспечивает полную идентификацию объектов.

Всего в Классификаторе ЕСКД 100 классов. Все изделия размещены в 49 классах, остальные классы – резервные и могут быть использованы для размещения новых видов изделий.

**Признаки**, использованные при классификации изделий в классах Классификатора:

- **функциональный** (основная эксплуатационная функция, выполняемая изделием);
- **конструктивный** (конструктивные особенности изделия);
- **принцип действия** (физический, физико-химический процесс, на основе которого действует изделие);
- **параметрический** (величины и степени точности рабочих параметров изделия: основные размеры, мощность, напряжение, сила тока, частота и пр.);
- **геометрической формы;**
- **наименования изделия.**

При формировании классов (первый уровень классификации) для сборочных единиц, комплектов, комплексов использован функциональный признак. Этот признак дает представление об изделиях класса и отличает их от изделий других классов. Наименования, присвоенные классам по этому признаку, непосредственно отражают номенклатуру включенных в них изделий.

Наиболее общие признаки, использованные на верхних уровнях классификации, конкретизируются на последующих уровнях – подклассах, группах, подгруппах, видах.

В пяти классах деталей (71–75) на первом уровне классификации применен признак «геометрическая форма», который является наиболее объективным и стабильным, раскрывающим существенные характеристики детали независимо от ее функционального назначения и принадлежности к другим изделиям.

Признак «геометрическая форма» конкретизируется на последующих уровнях классификации.

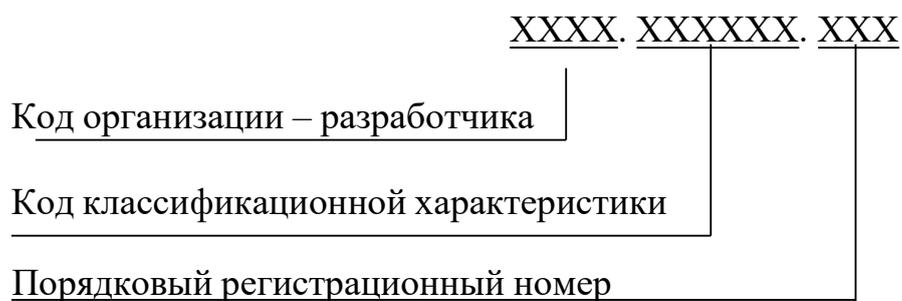
Множество деталей в этих классах разделено по геометрической форме на три подмножества: «детали – не тела вращения» (классы 71, 72), «детали – не тела вращения» (классы 73, 74), «детали – тела вращения и не тела вращения» (класс 75).

Для классификации общих документов использован подкласс "0" во всех классах. К подклассу «0» относятся документы, регламентирующие общие для изделий всего класса, его подклассов, групп, подгрупп и видов нормы, правила, требования, методы в области свойств изделий, их маркировки, упаковки, контроля, приемки, транспортирования, хранения, монтажа, эксплуатации, ремонта, технологии производства.

Классификационная характеристика является основной частью обозначения изделия и его конструкторского документа.

Обозначение изделий и конструкторских документов устанавливается по ГОСТ 2.201 «ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов».

## 6.2. Структура обозначения изделий и основного конструкторского документа (чертежа детали или спецификации)

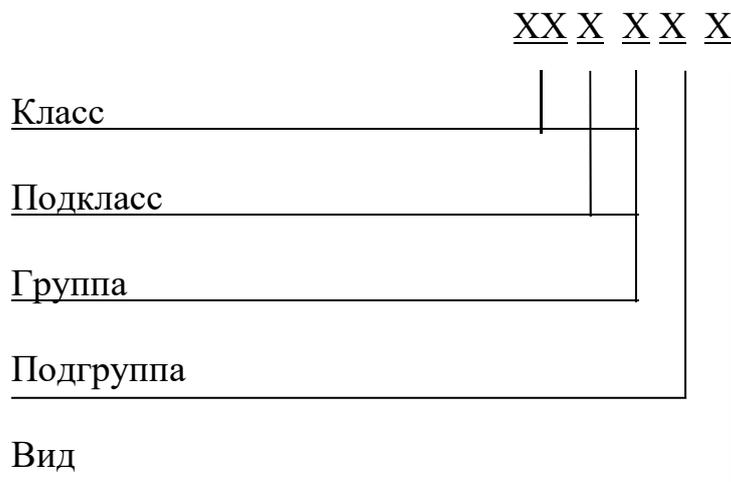


Четырехзначный буквенный код организации-разработчика назначается по общероссийскому Классификатору предприятий и организаций (ОКПО).

Код классификационной характеристики изделия и основного конструкторского документа назначается по Классификатору ЕСКД и представляет собой шестизначное число.

Структура кода классификационной характеристики представляет собой графическое изображение последовательности расположения знаков кода и соответствующие этим знакам наименования уровней деления.

### 6.3. Структура кода классификационной характеристики



Порядковый регистрационный номер присваивают по каждой классификационной характеристике от 001 до 999 в пределах кода организации-разработчика.

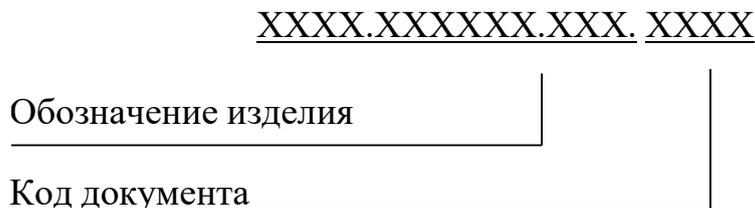
Примеры обозначения изделий и основного конструкторского документа:

ФЮРА.381627.001;

ЕИВЖ. 473561.003;

ЕИЖА. 744357.001.

**Обозначение неосновного конструкторского документа** (документа, входящего в комплект конструкторской документации в соответствии с ГОСТ 2.102-68 «Виды и комплектность конструкторских документов») должно состоять из обозначения изделия и кода документа, установленного стандартами



Примеры

Сборочный чертеж

ФЮРА.381627.001 СБ

Технические условия

ФЮРА.381627.001 ТУ

Руководство по эксплуатации

ФЮРА.381627.001 РЭ

Схема электрическая принципиальная ФЮРА.381627.001 ЭЗ

#### 6.4. Примеры выполнения заданий

Найти код классификационной характеристики прибора для измерения характеристик электронных, фазо-частотных устройств электрических цепей.

Класс исследуемого прибора определяем по ключевым словам, определяющим функциональное назначение этого прибора. Исследуемый прибор является средством измерений электрических и магнитных величин. По наименованию классов находим класс, в котором размещен исследуемый прибор. Это класс 410000 «Средства измерений электрических и магнитных величин, ионизирующих излучений, средства интроскопии, определения состава и физико-химических свойств веществ». По сетке классов и подклассов определяем подкласс 411000 «Средства измерений электрических и магнитных величин», здесь же определяем и группу 411200 «Приборы для измерения элементов цепей, компонентов и трактов, приборы комбинированные». По сетке групп, подгрупп и видов определяем подгруппу 411230 «Характеристик электронных устройств» и вид 411233 «Фазо-частотных». Таким образом, код классификационной характеристики прибора для измерения характеристик электронных, фазо-частотных устройств электрических цепей будет 411233.

При классификации деталей определяющим является признак «геометрическая форма», как более стабильный и объективный при описании детали. Также использованы и другие признаки, причем признак «наименование» использован в случаях, когда наименование детали общепринято и однозначно характеризует деталь.

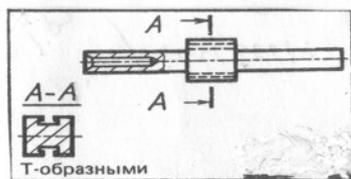
Определение кода классификационных характеристик деталей определяется двумя способами:

а) наименование детали, указанное на чертеже, отыскивается в алфавитно-предметном указателе (АПУ), где указывается код классификационной характеристики;

б) при отсутствии в АПУ наименования детали, указанного в чертеже, то по сетке классов и подклассов, сопоставляя признаки классификации, определяем класс, подкласс, группу. Далее по классификационным сеткам, сопоставляя классификационные признаки, определяем подгруппу и вид.

**Примечание.** Для каждого класса специфицированных изделий составлен алфавитно-предметный указатель (АПУ), а для классов деталей – общий.

## Ось



### ФЮРА.753223.001

ФЮРА – код предприятия-разработчика (ТПУ);

753223 – код классификационной характеристики;

001 – порядковый регистрационный номер (порядковый регистрационный номер должен соответствовать номеру варианта).

Класс: 750000 – детали – тела вращения и не тела вращения;  
Подкласс: 753000 – с элементами тел вращения и не тел вращения;  
Группа: 753200 – с L свыше 5 В (валы, оси и др.);  
Подгруппа: 753220 – с элементами не тел вращения, расположенными относительно оси симметрично, с центральным отверстием глухим;  
Вид: 753223 – с пазами на гранях Т-образными.

### 6.5. Цель работы

Целью выполнения лабораторной работы является:

- изучение принципов и признаков классификации изделий в Классификаторе ЕСКД;
- приобретение практических навыков нахождения в нем кодов классификационных характеристик изделий и конструкторских документов и присвоения обозначений изделиям и конструкторским документам в соответствии с ГОСТ 2.201, ГОСТ 2.102.

### 6.6. Нормативные документы

Нормативные документы, используемые в ходе работы:

- ГОСТ 2.201-80 «Обозначение изделий и конструкторских документов»;
- ГОСТ 2.102-2013 «ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов»;
- Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов ОК 012-93 (ОК ЕСКД):
  - а) введение;
  - б) класс 41 «Средства измерений электрических и магнитных величин, ионизирующих излучений, средства интроскопии, определения состава и физико-химических свойств веществ»;
  - в) класс 42 «Устройства и системы контроля и регулирования параметров технологических процессов, средств телемеханики, охранной и пожарной сигнализации»;

г) класс 43 «Микросхемы, приборы полупроводниковые, электровакуумные, пьезоэлектрические, квантовой электроники. Резисторы. Соединители, преобразователи электроэнергии»;

д) класс 73 «Детали – не тела вращения: корпусные, опорные, емкостные»;

е) класс 74 «Детали – не тела вращения: плоскостные; рычажные, грузовые, тяговые; аэрогидродинамические; изогнутые из листов, полос и лент; профильные; трубы»;

ж) класс 75 «Детали – не тела вращения с элементами зацепления, арматуры, санитарно-технические, разветвленные, пружинные, ручки, уплотнительные, отсчетные, пояснительные, маркировочные, защитные, посуда, оптические, электрорадиоэлектронные, крепежные»;

и) Алфавитно-предметный указатель классов деталей (75-76).

## **6.7. Программа работы**

### **6.7.1. Задание № 1**

В целях изучения приемов классификации и кодирования расписать структуры кодов классификационных характеристик предложенных деталей (см. варианты заданий) с указанием признаков классификации (класс, подкласс, группа, подгруппа, вид). При выполнении данного задания использовать Классификатор ЕСКД класс 73 и класс 74.

### **6.7.2. Задание № 2**

Используя, классификатор ЕСКД класс 41, класс 42, класс 43, класс 75, Присвоить, исследуемым объектам коды классификационных характеристик и записать в соответствии с ГОСТ 2.201-80 полные обозначения этих объектов.

Расписать структуры обозначений изделий и присвоенных кодов классификационных характеристик с указанием признаков классификации (класс, подкласс, группа, подгруппа, вид).

## **6.8. Контрольные вопросы**

1. Цели, для достижения которых разработан Общероссийский Классификатор ЕСКД.
2. Признаки классификации изделий в классах Классификатора ЕСКД.
3. Взаимосвязь ОК ЕСКД, ГОСТ 2.201-80 и ГОСТ 2.102–2013.
4. Структура кода классификационной характеристики изделия.
5. Структура обозначения изделий и конструкторских документов.
6. Рекомендации и методику по пользованию Классификатором ЕСКД.

## РАЗДЕЛ 2

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1 ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

#### 1.1. Цели

- изучить физические величины, систему единиц величин, правила записи результатов измерений;
- научиться записывать физические величины и их размерности, результаты измерений, пользоваться кратными и дольными приставками при образовании единиц физических величин.

#### 1.2. Физические величины

*Физической величиной (ФВ)* называют одно из свойств физического объекта (явления, процесса), которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов, отличаясь при этом количественным значением.

ФВ имеет количественную и качественную характеристику. Количественной характеристикой является размер ФВ, качественной – размерность ФВ.

**Размер ФВ** – это количественная определенность ФВ, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу.

**Размерность ФВ** – это выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических величин в различных степенях и отражающее связь данной ФВ с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные с коэффициентом пропорциональности, равным 1.

Степени символов основных величин, входящих в одночлен, в зависимости от связи рассматриваемой ФВ с основными, могут быть целыми, дробными, положительными и отрицательными. Понятие «размерность» распространяется и на основные величины. Размерность основной величины в отношении самой себя равна единице, т. е. формула размерности основной величины совпадает с ее символом.

В соответствии с международным стандартом ИСО 31/0, размерность величин следует обозначать знаком **dim**. Размерность основных величин: длины **dim l = L**; массы **dim m = M**; времени **dim t = T**; силы электрического тока **dim i = I**; термодинамической температуры **dim T = Q**; силы света **dim J = J**; количества вещества **dim n = N**. Размерность производных величин:

$$\mathbf{dim Q} = L^{\alpha} \cdot M^{\beta} \cdot T^{\gamma} \dots,$$

где  $L, M, T$  – размерности основных величин в принятой системе единиц;  $\alpha, \beta, \gamma$  – показатели размерности.

Показатель размерности ФВ – это показатель степени, в которую возведена размерность основной ФВ, входящая в размерность производной ФВ.

**Пример 3.** Вывести и записать размерность силы Ньютона –  $F$ .

Решение:

$$[F] = [m] \cdot [a] = [m] \cdot \frac{[l]}{[t]} = \frac{[кг \cdot м]}{[с^2]}$$

$$\dim F = M \cdot L \cdot T^{-2}.$$

### 1.3. Единица физической величины

**Единица ФВ** – физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, и применяемая для количественного выражения однородных с ней физических величин.

Единицы ФВ объединяются по определенному принципу в **системы единиц**.

**Система единиц ФВ** – это совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принципами для заданной системы ФВ.

Эти принципы заключаются в следующем: произвольно устанавливают единицы для некоторых величин, называемых **основными единицами**, и по формулам через основные получают все производные единицы для данной области измерений.

В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам Международной организации мер и весов (МОМВ) была принята **Международная система единиц (SI)**, которая в России применяется с 1 января 1963 г.

### 1.4. Международная система единиц (SI)

**Достоинства системы SI:**

- универсальность – охват всех областей науки и техники;
- унификация единиц для всех областей и видов измерений (механических, тепловых, электрических, магнитных и т. д.);
- когерентность единиц – все производные единицы SI получаются из уравнений связи между величинами, в которых коэффициенты равны единице;
- возможность воспроизведения единиц с высокой точностью в соответствии с их определениями;

- упрощение записи уравнений и формул в физике, химии, а также в технических расчетах в связи с отсутствием переводных коэффициентов;
- уменьшение числа допускаемых единиц;
- единая система образования кратных и дольных единиц, имеющих собственные наименования.

1.3.1. Основные и производные единицы системы единиц ФВ  
 Основная единица системы единиц ФВ – это единица основной ФВ в данной системе единиц. Основные единицы системы SI приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

*Основные единицы SI*

Величина		Единица			Определение
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		
			межд.	рус.	
Длина	$L$	метр	m	м	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени $1/299\,792\,458\text{ s}$
Масса	$M$	килограмм	kg	кг	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма
Время	$T$	секунда	s	с	Секунда есть время, равное $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133
Электрический ток (сила электрического тока)	$I$	ампер	A	A	Ампер есть сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии $1\text{ m}$ один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной $1\text{ m}$ силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$

Величина		Единица			Определение
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		
			межд.	рус.	
Термодинамическая температура	$\Theta$	кельвин	К	К	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды
Количество вещества	$N$	моль	mol	моль	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 kg. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц
Сила света	$J$	кандела	cd	кд	Кандела есть сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Hz, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 W/sr
Примечания. 1 Кроме термодинамической температуры (обозначение $T$ ), допускается применять также температуру Цельсия (обозначение $t$ ), определяемую выражением $t = T - T_0$ , где $T_0 = 273,15$ К. Термодинамическую температуру выражают в кельвинах, температуру Цельсия – в градусах Цельсия. По размеру градус Цельсия равен кельвину. Градус Цельсия – это специальное наименование, используемое в данном случае вместо наименования «кельвин».					

Производные единицы SI образуют по правилам образования когерентных производных единиц SI .

Когерентные производные единицы (далее – производные единицы) Международной системы единиц, как правило, образуют с помощью простейших уравнений связи между величинами (определяющих уравнений), в которых числовые коэффициенты равны 1. Для образования производных единиц обозначения величин в уравнениях связи заменяют обозначениями единиц СИ.

**Пример:** Единицу скорости образуют с помощью уравнения, определяющего скорость прямолинейно и равномерно движущейся материальной точки

$$v = \frac{s}{t},$$

где  $v$  – скорость;  $s$  – длина пройденного пути;  $t$  – время движения материальной точки.

Подстановка вместо  $s$  и  $t$  обозначений их единиц СИ дает

$$[v] = \frac{[s]}{[t]} = 1 \text{ m/s}.$$

Следовательно, единицей скорости СИ является метр в секунду. Он равен скорости прямолинейно и равномерно движущейся материальной точки, при которой эта точка за время 1 s перемещается на расстояние 1 m.

Если уравнение связи содержит числовой коэффициент, отличный от 1, то для образования когерентной производной единицы СИ в правую часть подставляют обозначения величин со значениями в единицах СИ, дающими после умножения на коэффициент общее числовое значение, равное 1.

**Пример** – Если для образования единицы энергии используют уравнение

$$E = \frac{1}{2} m v^2,$$

где  $E$  – кинетическая энергия;  $m$  – масса материальной точки;  $v$  – скорость движения материальной точки, то для образования когерентной единицы энергии СИ используют, например, уравнение

$$E = \frac{1}{2} \left( 2[m] \cdot [v]^2 \right) = \frac{1}{2} (2 \text{ kg})(1 \text{ m/s})^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J},$$

или

$$E = \frac{1}{2} [m] \left( \sqrt{2} \cdot [v] \right)^2 = \frac{1}{2} (1 \text{ kg})(\sqrt{2} \text{ m/s})^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}.$$

Следовательно, единицей энергии СИ является джоуль (равный ньютон-метру). В приведенных примерах он равен кинетической энергии тела массой 2 kg, движущегося со скоростью 1 m/s, или же тела массой 1 kg, движущегося со скоростью  $\sqrt{2}$  m/s.

### 1.3.2. Единицы, не входящие в SI

Внесистемные единицы, указанные в табл. 1.2, допускаются к применению без ограничения срока наравне с единицами SI.

Таблица 1.2

*Внесистемные единицы, допустимые к применению наравне с единицами SI*

Наименование величины	Единица				
	Наименование	Обозначение		Соотношение с единицей СИ	Область применения
		межд.	рус.		
Масса	тонна	t	т	$1 \cdot 10^3 \text{ kg}$	Все области
	атомная единица массы	u	а. е. м.	$1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (приблизительно)	Атомная физика
Время	минута	min	мин	60 s	Все области
	час	h	ч	3600 s	
	сутки	d	сут	86400 s	
Плоский угол	градус	...°	...°	$(\pi/180) \text{ rad} = 1,745329... \cdot 10^{-2} \text{ rad}$	Все области
	минута	...'	...'	$(\pi/10800) \text{ rad} = 2,908882... \cdot 10^{-4} \text{ rad}$	
	секунда	..."	..."	$(\pi/648000) \text{ rad} = 4,848137... \cdot 10^{-6} \text{ rad}$	
	град (гон)	gon	град	$(\pi/200) \text{ rad} = 1,57080... \cdot 10^{-2} \text{ rad}$	Геодезия
Объем, вместимость	литр	l	л	$1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	Все области
Длина	астрономическая единица	ua	а. е.	$1,49598 \cdot 10^{11} \text{ m}$ (приблизительно)	Астрономия
	световой год	ly	св. год	$9,4605 \cdot 10^{15} \text{ m}$ (приблизительно)	
	парсек	pc	пк	$3,0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$ (приблизительно)	
Оптическая сила	диоптрия	–	дптр	$1 \cdot \text{m}^{-1}$	Оптика
Площадь	гектар	ha	га	$1 \cdot 10^4 \text{ m}^2$	Сельское и лесное хозяйство

Наименование величины	Единица				Соотношение с единицей СИ	Область применения
	Наименование	Обозначение				
		межд.	рус.			
Энергия	электрон-вольт	eV	эВ	$1,60218 \cdot 10^{-19}$ J (приблизительно)	Физика	
	киловатт-час	kW·h	кВт·ч	$3,6 \cdot 10^6$ J	Для счетчиков электрической энергии	
Полная мощность	вольт-ампер	V·A	В·А		Электротехника	
Реактивная мощность	вар	var	вар		Электротехника	
Электрический заряд, количество электричества	ампер-час	A·h	А·ч	$3,6 \cdot 10^3$ C	Электротехника	
<p>Примечание. Наименования и обозначения единиц времени (минута, час, сутки), плоского угла (градус, минута, секунда), астрономической единицы, диоптрии и атомной единицы массы не допускаются применять с приставками.</p> <p>Допускается также применять другие единицы, получившие широкое распространение, например неделя, месяц, год, век, тысячелетие.</p> <p>Не рекомендуется применять при точных измерениях.</p>						

Без ограничения срока допускается применять единицы относительных и логарифмических величин.

Единицы, указанные в табл. 1.3, временно допускается применять до принятия по ним соответствующих международных решений.

Таблица 1.3

*Внесистемные единицы, временно допустимые к применению*

Наименование величины	Единица				Область применения
	Наименование	Обозначение		Соотношение с единицей СИ	
		межд.	рус.		
Длина	морская миля	n mile	миля	1852 m (точно)	Морская навигация
Масса	карат	–	кар	$2 \cdot 10^{-4}$ kg (точно)	Добыча и производство драгоценных камней и жемчуга
Линейная плотность	текс	tex	текс	$1 \cdot 10^{-6}$ kg/m (точно)	Текстильная промышленность
Скорость	узел	kn	уз	0,514(4) m/s	Морская навигация
Ускорение	гал	Gal	Гал	$0,01 \text{ m/s}^2$	Гравиметрия
Частота вращения	оборот в секунду	r/s	об/с	$1 \text{ s}^{-1}$	Электротехника
	оборот в минуту	r/min	об/мин	$1/60 \text{ s}^{-1} = 0,016(6) \text{ s}^{-1}$	
Давление	бар	bar	бар	$1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	Физика

При новых разработках применение этих внесистемных единиц не рекомендуется.

### 1.3.3. Правила образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ

Наименования и обозначения десятичных кратных и дольных единиц СИ образуют с помощью множителей и приставок, указанных в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Множители и приставки, используемые для образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц SI

Кратные единицы				Дольные единицы			
Десятич. множитель	Приставка	Обозначение приставки		Десятич. множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		межд.	русс.			межд.	русс.
$10^{24}$	иотта	Y	И	$10^{-1}$	деци	<i>d</i>	д
$10^{21}$	зетта	Z	З	$10^{-2}$	санци	<i>c</i>	с
$10^{18}$	экса	E	Э	$10^{-3}$	милли	<i>m</i>	м
$10^{15}$	пета	P	П	$10^{-6}$	микро	$\mu$	мк
$10^{12}$	тера	T	Т	$10^{-9}$	нано	<i>n</i>	н
$10^9$	гига	G	Г	$10^{-12}$	пико	<i>p</i>	п
$10^6$	мега	M	М	$10^{-15}$	фемто	<i>f</i>	ф
$10^3$	кило	<i>k</i>	к	$10^{-18}$	атто	<i>a</i>	а
$10^2$	гекто	<i>h</i>	г	$10^{-21}$	зепто	<i>z</i>	з
$10^1$	дека	<i>da</i>	да	$10^{-24}$	иокто	<i>y</i>	и

Присоединение к наименованию и обозначению единицы двух или более приставок подряд не допускается. Например, вместо наименования единицы микромикрофарад следует писать пикофарад.

Приставку или ее обозначение следует писать слитно с наименованием единицы или, соответственно, с обозначением последней.

Если единица образована как произведение или отношение единиц, приставку или ее обозначение присоединяют к наименованию или обозначению первой единицы, входящей в произведение или в отношение.

Правильно:

килопаскаль-секунда на метр

(кПа·с/м; кПа·с/м).

Неправильно:

паскаль-килосекунда на метр

(Па·кс/м; Па·кс/м).

Присоединять приставку ко второму множителю произведения или к знаменателю допускается лишь в обоснованных случаях, когда такие единицы широко распространены и переход к единицам, образованным в соответствии с первой частью настоящего пункта, связан с трудностями, например: тонна-километр (*t·км*; т·км), вольт на сантиметр (*V/cm*; В/см), ампер на квадратный миллиметр (*A/mm<sup>2</sup>*; А/мм<sup>2</sup>).

Наименования кратных и дольных единиц исходной единицы, возведенной в степень, образуют, присоединяя приставку к наименованию исходной единицы. Например, для образования наименования кратной или дольной единицы площади – квадратного метра, представляющей

собой вторую степень единицы длины – метра, приставку присоединяют к наименованию этой последней единицы: квадратный километр, квадратный сантиметр и т. д.

Обозначения кратных и дольных единиц исходной единицы, возведенной в степень, образуют добавлением соответствующего показателя степени к обозначению кратной или дольной единицы исходной единицы, причем показатель означает возведение в степень кратной или дольной единицы (вместе с приставкой).

#### **Примеры**

$$15 \text{ km}^2 = 5(10^3 \text{ m})^2 = 5 \cdot 10^6 \text{ m}^2 .$$

$$2250 \text{ cm}^3/\text{s} = 250(10^{-2} \text{ m})^3/\text{s} = 250 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$30,002 \text{ cm}^{-1} = 0,002(10^{-2} \text{ m})^{-1} = 0,002 \cdot 100 \text{ m}^{-1} = 0,2 \text{ m}^{-1}.$$

Выбор десятичной кратной или дольной единицы SI определяется удобством ее применения. Из многообразия кратных и дольных единиц, которые могут быть образованы с помощью приставок, выбирают единицу, позволяющую получать числовые значения, приемлемые на практике.

В принципе кратные и дольные единицы выбирают таким образом, чтобы числовые значения величины находились в диапазоне от 0,1 до 1000.

В некоторых случаях целесообразно применять одну и ту же кратную или дольную единицу, даже если числовые значения выходят за пределы диапазона от 0,1 до 1000, например в таблицах числовых значений для одной величины или при сопоставлении этих значений в одном тексте.

В некоторых областях всегда используют одну и ту же кратную или дольную единицу. Например, в чертежах, применяемых в машиностроении, линейные размеры всегда выражают в миллиметрах.

Для снижения вероятности ошибок при расчетах десятичные кратные и дольные единицы рекомендуется подставлять только в конечный результат, а в процессе вычислений все величины выражать в единицах SI, заменяя приставки степенями числа 10.

#### 1.3.4. Правила написания обозначений единиц

При написании значений величин применяют обозначения единиц буквами или специальными знаками (...°, ...', ..."), причем устанавливают два вида буквенных обозначений: международное (с использованием букв латинского или греческого алфавита) и русское (с использованием букв русского алфавита). Буквенные обозначения единиц печатают прямым шрифтом. В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят.

Обозначения единиц помещают за числовыми значениями величин и в строку с ними (без переноса на следующую строку). Числовое зна-

чение, представляющее собой дробь с косой чертой, стоящее перед обозначением единицы, заключают в скобки.

Между последней цифрой числа и обозначением единицы оставляют пробел.

Правильно:	Неправильно:
100 kW; 100 кВт;	100kW; 100кВт
80 %;	80%;
20 °C;	20°C;
$(1/60)s^{-1}$ .	$1/60/s^{-1}$ .

Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой, перед которыми пробел не оставляют.

Правильно:	Неправильно:
20°.	20 °.

При наличии десятичной дроби в числовом значении величины обозначение единицы помещают за всеми цифрами.

Правильно:	Неправильно:
423,06 m; 423,06 м;	423 m 0,6; 423 м, 06;
5,758° или 5°45,48';	5°758 или 5°45',48;
или 5°45' 28,8".	или 5°45' 28",8.

При указании значений величин с предельными отклонениями числовые значения с предельными отклонениями заключают в скобки и обозначения единиц помещают за скобками или проставляют обозначение единицы за числовым значением величины и за ее предельным отклонением.

Правильно:	Неправильно:
$(100,0\pm 0,1)$ kg; $(100,0\pm 0,1)$ кг	$100,0\pm 0,1$ kg; $100,0\pm 0,1$ кг
50 g $\pm 1$ g; 50 г $\pm 1$ г.	50 $\pm 1$ g; 50 $\pm 1$ г.

Допускается применять обозначения единиц в заголовках граф и в наименованиях строк (боковиках) таблиц.

### Пример 1

Номинальный расход, м <sup>3</sup> /h	Верхний предел показаний, м <sup>3</sup>	Цена деления крайнего правого ролика, м <sup>3</sup> , не более
40 и 60	100000	0,002
100, 160, 250, 400, 600 и 1000	1000000	0,02
2500, 4000, 6000 и 10000	10000000	0,2

### Пример 2

Наименование показателя	Значение при тяговой мощности, kW		
	18	25	37
Габаритные размеры, mm:			
длина	3080	3500	4090
ширина	1430	1685	2395
высота	2190	2745	2770
Колея, mm	1090	1340	1823
Просвет, mm	275	640	345

Допускается применять обозначения единиц в пояснениях обозначений величин к формулам. Помещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимости между величинами или между их числовыми значениями, представленными в буквенной форме, не допускается.

Правильно:

$$v = 3,6 \text{ s/ t},$$

где  $v$  – скорость, km/h;

$s$  – путь, m;

$t$  – время, s.

Неправильно:

$$v = 3,6 \text{ s/ t km/h},$$

где  $s$  – путь, m;

$t$  – время, s.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделяют точками на средней линии как знаками умножения. Не допускается использовать для этой цели символ «х».

Правильно:	Неправильно:
N·m; Н·м;	Nm; Нм;
A·m <sup>2</sup> ; А·м <sup>2</sup>	Am <sup>2</sup> ; Ам <sup>2</sup> ;
Pa·s; Па·с.	Paс; Пас.

В машинописных текстах допускается точку не поднимать. Допускается буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделять пробелами, если это не вызывает недоразумения.

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления используют только одну косую или горизонтальную черту. Допускается применять обозначения единиц в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степени (положительные и отрицательные).

Если для одной из единиц, входящих в отношение, установлено обозначение в виде отрицательной степени (например, s<sup>-1</sup>, m<sup>-1</sup>, K<sup>-1</sup>, c<sup>-1</sup>, м<sup>-1</sup>, К<sup>-1</sup>), применять косую или горизонтальную черту не допускается.

Правильно:	Неправильно:
W·m <sup>-2</sup> ·K <sup>-1</sup> ; Вт·м <sup>-2</sup> ·К <sup>-1</sup> ;	W/m <sup>2</sup> /K; Вт/м <sup>2</sup> /К;
$\frac{W}{m^2 \cdot K}$ ; $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$\frac{W}{\frac{m^2}{K}}$ ; $\frac{Вт}{\frac{м^2}{К}}$

При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе помещают в строку, произведение обозначений единиц в знаменателе заключают в скобки.

Правильно:	Неправильно:
m/s; м/с;	$\frac{m}{/s}$ ; $\frac{м}{/с}$ ;
W/(m·K); Вт/(м·К).	W/m·K; Вт/м·К.

При указании производной единицы, состоящей из двух и более единиц, не допускается комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц, т. е. для одних единиц указывать обозначения, а для других – наименования.

Правильно:	Неправильно:
80 км/ч;	80 км/час;
80 километров в час.	80 м в час.

### 1.3.5. Перевод внесистемных единиц в единицы измерения физических величин

Для того чтобы научиться быстрее переводить внесистемные единицы в единицы измерения физических величин, необходимо **запомнить несколько шагов:**

1) выясните, из каких в какие единицы осуществляется перевод (запомните: если из больших в меньшие выполняется умножение, а если из меньших в большие – деление);

2) устанавливаем соотношение между величинами от большего к меньшему (для квадратных и кубических величин – возводим в соответствующую степень), запомните:

1 км = 1000 м	1 м = 100 см	1 т = 1000 кг	1 ч = 60 мин
1 км = 10000 дм	1 м = 1000 мм	1 кг = 1000 г	1 ч = 3600 с
1 км = 100000 см	1 дм = 10 см	1 кг = 1000000 мг	1 мин = 60 с
1 км = 1000000 мм	1 дм = 100 мм	1 г = 1000 мг	
1 м = 10 дм	1 см = 10 мм	1 л = 1 дм <sup>3</sup>	

**Пример 1.** Переведите в секунды 15 мин.

Применяем правило 1 – переводим из больших в меньшие, значит надо выполнить умножение.

Применяем правило 2 – устанавливаем соотношение между минутой и секундой (60).

Соединяем первое и второе правила – умножаем наше число на соотношение и получим 900, то есть 15 мин = 900 с.

**Пример 2.** Переведите в квадратные миллиметры 25 см<sup>2</sup>.

Применяем правило 1 – переводим из больших в меньшие, значит надо выполнить умножение.

Применяем правило 2 – устанавливаем соотношение между сантиметром и миллиметром (10) и возводим в квадрат (100).

Соединяем первое и второе правила – умножаем наше число на соотношение и получим 2500, то есть  $25 \text{ см}^2 = 2500 \text{ мм}^2$

**Пример 3.** Переведите в метры в секунду 36 км/ч.

Работаем по тем же правилам и выполняем перевод одновременно в числителе и знаменателе.

$$36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{36 \cdot 1000 \text{ м}}{1 \cdot 3600 \text{ с}} = \frac{36000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

#### 1.4. Доверительная вероятность и доверительный интервал

Точечные оценки распределения дают оценку в виде числа, наиболее близкого к значению неизвестного параметра. Такие оценки используют только при большом числе измерений. Чем меньше объем выборки, тем легче допустить ошибку при выборе параметра. Для практики важно не только получить точечную оценку, но и определить интервал, называемый **доверительным**, между границами которого с заданной **доверительной вероятностью** находится истинное значение оцениваемого параметра.

Для получения доверительного интервала величины необходимо:

- определить точечные оценки по формулам

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}};$$

- выбрать доверительную вероятность  $P$  из рекомендуемого ряда значений 0,90; 0,95; 0,99 (если не указана в задаче);
- найти верхнюю  $x_v$  и нижнюю  $x_n$  границы по формулам:

$$x_v = \bar{x} + t_p \cdot S_{\bar{x}}, \quad x_n = \bar{x} - t_p \cdot S_{\bar{x}};$$

- записать доверительный интервал

$$x_n < x < x_v, P.$$

**Пример 1.** При многократном измерении длины  $L$  были получены значения в мм: 30,2; 30,0; 30,4; 29,7; 30,3; 29,9; 30,2. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью  $P = 0,98$  ( $t_p = 3,143$ ).

Решение

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 30,1 \text{ мм};$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{7-1} 0,39} = 0,255 \text{ мм};$$

$$S_x = \frac{S_x}{\sqrt{n}} = \frac{0,255}{\sqrt{7}} = 0,0964 \text{ мм};$$

$$x_B = \bar{x} + t_P \cdot S_x = 30,1 + 3,143 \cdot 0,0964 = 30,403 \text{ мм};$$

$$x_H = \bar{x} - t_P \cdot S_x = 30,1 - 3,143 \cdot 0,0964 = 29,797 \text{ мм};$$

$$29,8 \text{ мм} < x < 30,4 \text{ мм}, P=0,98.$$

**Пример 2.** Запишите результат измерений и определите его точность:  $t = 29,7564 \text{ с}$ ,  $\Delta = \pm 0,0172 \text{ с}$ .

Решение:

При решении необходимо округлить погрешность измерения, согласовать ее с измеренным значением по правилам, приведенным в приложении Д. Затем необходимо определить точность измерения, которую показывает относительная погрешность –  $\delta = \frac{\Delta}{x_{\text{изм}}} \cdot 100 \%$ .

$$t = (29,756 \pm 0,017) \text{ с}; \quad \delta = \frac{\Delta}{x_{\text{изм}}} \cdot 100 \% = \frac{0,017}{29,756} \cdot 100 \% = 0,057 \%$$

## 1.5. Литература

1. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин
2. МИ 1317-2004. Методические указания. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы предоставления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
3. РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
4. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: учебное пособие для вузов. –М.: Логос, 2001.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2 КЛАССЫ ТОЧНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 2.1. Цели

- - изучить обозначения классов точности средств измерений, правила установления пределов допускаемых погрешностей показаний по классам точности средств измерений, правила суммирования систематических погрешностей.
- - научиться определять пределы допускаемых абсолютных, относительных и приведенных погрешностей на основании классов точности средств измерений.

### 2.2. Классы точности средств измерений

Единые правила установления пределов допускаемых погрешностей показаний по классам точности средств измерений регламентирует ГОСТ 8.401-80 «ГСИ. Классы точности средств измерений».

**Класс точности средств измерений** – обобщенная характеристика средств измерений, определяемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими свойствами средств измерений, влияющими на их точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды средств измерений. Классы точности присваиваются средствам измерений при их разработке с учетом результатов государственных приемочных испытаний. Класс точности хотя и характеризует совокупность метрологических свойств данного средства измерений, однако не определяет однозначно точность измерений, так как последняя зависит от метода измерений и условий их выполнения.

Средствам измерений с двумя или более диапазонами измерений одной и той же физической величины допускается присваивать два или более класса точности. Средствам измерений, предназначенным для измерений двух или более физических величин, допускается присваивать различные классы точности для каждой измеряемой величины. С целью ограничения номенклатуры средств измерений по точности для СИ конкретного вида устанавливают ограниченное число классов точности, определяемое технико-экономическими обоснованиями.

Классы точности цифровых измерительных приборов со встроенными вычислительными устройствами для дополнительной обработки результатов измерений устанавливают без учета режима обработки.

### 2.3. Способы нормирования и формы выражения метрологических характеристик

Пределы допускаемых основной и дополнительных погрешностей следует выражать в форме **приведенных, относительных** или **абсолютных погрешностей** в зависимости от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений, а также от условий применения и назначения средств измерений конкретного вида. Пределы допускаемой дополнительной погрешности допускается выражать в форме, отличной от формы выражения пределов допускаемой основной погрешности.

### 2.4. Обозначение классов точности средств измерений в документации

Для средств измерений пределы допускаемой основной погрешности которых принято выражать в форме абсолютных погрешностей или относительных погрешностей, причем последние установлены в виде графика, таблицы или формулы, классы точности в документации обозначаются прописными буквами латинского алфавита или римскими цифрами.

В необходимых случаях к обозначению класса точности буквами латинского алфавита добавляют индексы в виде арабской цифры. Классам точности, которым соответствуют меньшие пределы допускаемых погрешностей, соответствуют буквы, находящиеся ближе к началу алфавита, или цифры, означающие меньшие числа.

Для средств измерений пределы допускаемой основной погрешности которых принято выражать в форме приведенной погрешности или относительной погрешности в соответствии с формулой  $\delta = \Delta / x = \pm q$ , классы точности в документации следует обозначаться числами, которые равны этим пределам погрешности, выраженными в процентах. Обозначение класса точности, таким образом, дает непосредственное указание на предел допускаемой основной погрешности.

Для средств измерений, пределы допускаемой основной погрешности которых принято выражать в форме относительных погрешностей в соответствии с формулой  $\delta = \pm \left[ c + d \left( \frac{X_{изм}}{X_N} \right)^{-1} \right]$ , классы точности в документации обозначаются числами  $c$  и  $d$ , разделенных косой чертой ( $c/d$ ).

В документации на средства измерений допускается обозначать классы точности так же, как на средствах измерений. В эксплуатационной документации на средство измерений конкретного вида, содержащей обозначение класса точности, содержится ссылка на стандарт или технические условия, в которых установлен класс точности этого средства измерений.

## 2.5. Обозначение классов точности на средствах измерений

Условные обозначения классов точности наносятся на циферблаты, щитки и корпуса средств измерений.

При указании классов точности на измерительных приборах с существенно неравномерной шкалой, для информации, дополнительно указываются пределы допускаемой основной относительной погрешности для части шкалы, лежащей в пределах, отмеченных специальными знаками (например, точками или треугольниками). К значению предела допускаемой относительной погрешности в этом случае добавляют знак процента и помещают в кружок. Обращаем ваше внимание на то, что этот знак не является обозначением класса точности.

Обозначение класса точности допускается не наносить на высокоточные меры, а также на средства измерений, для которых действующими стандартами установлены особые внешние признаки, зависящие от класса точности, например параллелепипедная и шестигранная форма гирь общего назначения.

За исключением технически обоснованных случаев, вместе с условным обозначением класса точности на циферблат, щиток или корпус средств измерений наносится обозначение стандарта или технических условий, устанавливающих технические требования к этим средствам измерений.

На средства измерений, для одного и того же класса точности которых в зависимости от условий эксплуатации установлены различные рабочие области влияющих величин, наносятся обозначения условий их эксплуатации, предусмотренные в стандартах или технических условиях на эти средства измерений. Обозначения классов точности на средствах измерений приведены в приложении Б.

**Пример 1.** Класс точности выражен числом в кружке 1,

Это означает, что относительная погрешность измерения для любого измеренного значения в пределах шкалы равна 1,5 %. Учитывая формулу относительной погрешности

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{изм}}} \Delta 100 \% ,$$

можно легко вычислить абсолютную погрешность. Для нашего примера:

$$\Delta x = \frac{x_{\text{изм}} \Delta 1,5 \%}{100 \%} = 0,015 x_{\text{изм}} ,$$

где  $x_{\text{изм}}$  – измеренное значение физической величины.

Абсолютная погрешность здесь минимальна около нуля и максимальна около предельного значения диапазона измерения.

**Пример 2.** Класс точности выражен числом без кружка, например, 0,5. Это означает, что приведенная погрешность средства измерения равна  $\gamma = 0,5 \%$ . Тогда абсолютную погрешность можно определить из формулы расчета приведенной погрешности:

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x_N} \cdot 100\% .$$

Найдем абсолютную погрешность:

$$\Delta x = \frac{x_N \cdot 0,5 \%}{100 \%} = 0,005x_N ,$$

где  $x_N$  – верхний предел диапазона измерения.

**Пример 3.** Класс точности выражен дробью  $c/d$ , например, 0,02/0,01. Здесь относительная погрешность определяется двучленной формулой:

$$\delta = \left[ c + d \left( \frac{x_N}{x_{\text{изм}}} \right) - 1 \right] \% .$$

В нашем случае:

$$\delta = \left[ 0,02 + 0,01 \left( \frac{x_N}{x_{\text{изм}}} - 1 \right) \right] \% .$$

После вычисления относительной погрешности легко определяется абсолютная погрешность, как показано в примере 1.

**Пример 4.** В зависимости от типа средств измерений электрических величин относительная погрешность измерений может выражаться и другими формулами. Например, относительная погрешность некоторых типов вольтметров может быть выражена формулой:

$$\delta = \left( f + e \frac{R_N}{R_{\text{изм}}} \right) \% ,$$

где  $f$  и  $e$  – константы, числовые значения которых приводятся в технической или нормативной документации на это СИ.

**Пример 5.** Для СИ линейных размеров, углов, температур, массы и ряда других величин классы точности выражаются числами 00, 0, 1, 2, 3. Здесь следует обратиться к НД или ТД на данный тип СИ, где указаны формы выражения погрешностей, такие как

$$\Delta x = a, \quad \Delta x = ax, \quad \Delta x = a + bx .$$

И даны конкретные значения допускаемых погрешностей для данного средства измерения в соответствии с его классом точности и значения констант  $a$  и  $b$ .

**Пример 6.** Точность СИ может выражаться в ppm. **Миллионная доля (пропромилле)** – единица измерения каких-либо относительных величин, равная  $1 \cdot 10^{-6}$  от базового показателя. Аналогична по смыслу проценту или промилле. Обозначается сокращением **ppm** (от англ. *parts per million* или лат. *pro pro mille*, читается «пи-пи-эм», «частей на миллион»),  $\text{млн}^{-1}$  или.

$$1 \text{ ppm} = 0,001 \text{ ‰} = 0,0001 \% = 0,000001 = 10^{-6}.$$

$$\text{Например, } 50 \text{ ppm} = 0,005 \text{ ‰}.$$

Рассмотрим несколько примеров расчета погрешностей.

**Пример 7.** Милливольтметром ВЗ-38 измерялось напряжение переменного тока. В нормальных условиях получены следующие значения:

а) на поддиапазоне (0–300) мВ:  $U = 100, 200, 300 \text{ мВ};$

б) на поддиапазоне (0–300) В:  $U = 100, 200, 300 \text{ В}.$

Оценить погрешности измеренных значений напряжений.

Решение

Предел допускаемой основной погрешности от конечного значения установленного поддиапазона измерений равен  $\pm 2,5 \%$  на поддиапазоне измерений от 1 до 300 мВ и  $4 \%$  на поддиапазоне измерений от 1 до 300 В.

Приведенная и абсолютная погрешности в случае а) будут иметь следующие значения:

$$\gamma = \pm 2,5 \% = \pm \frac{\Delta U}{U_N} \cdot 100 \%,$$

$$\Delta U = \pm \frac{2,5 \% \cdot 300 \text{ мВ}}{100 \%} = \pm 7,5 \text{ мВ}$$

Приведенная и абсолютная погрешности в случае б) будут иметь следующие значения:

$$\gamma = \pm 4 \% = \pm \frac{\Delta U}{U_N} \cdot 100 \%,$$

$$\Delta U = \pm \frac{4 \% \cdot 300 \text{ В}}{100 \%} = \pm 12 \text{ В}.$$

**Пример 8:** Универсальным вольтметром В7-17 измерено активное сопротивление цепи при времени преобразования 20 мс на поддиапазоне измерения (0–100) кОм. Получено значение измеренного сопротивления  $R = 50 \text{ кОм}$ . Оценить погрешность измерения.

Решение

Из технического описания на В7-17 находим, что формула, выражающая относительную погрешность измерения сопротивления имеет следующий вид:

$$\delta = \left( 0,2 + 0,02 \frac{R_N}{R_{\text{изм}}} \right) \% ,$$

тогда:

$$\delta = \frac{R_N}{R_{\text{изм}}} \cdot 100 \% = \pm \left( 0,2 + 0,02 \frac{100 \text{ Ом}}{50 \text{ Ом}} \right) \% = \pm 0,24 \% ,$$

$$\Delta R = \pm \frac{50 \text{ кОм} \cdot 0,24 \%}{100 \%} = \pm 0,12 \text{ кОм} .$$

**Пример 9.** Имеется низкочастотный генератор сигналов ГЗ-36, на выходе которого установлена частота 50 Гц. Оценить погрешность установки частоты.

Решение.

Из технической документации на генератор находим, что основная погрешность установки частоты  $F$  данного генератора определяется по формуле:

$$\Delta F = \pm (0,03F + 1,5) \text{ Гц} .$$

И для установленной частоты равняется:

$$\Delta F = \pm (0,03 \cdot 50 + 1,5) \text{ Гц} = \pm 3 \text{ Гц} .$$

## 2.6. Суммирование систематических погрешностей прямых измерений

Систематическая погрешность прямых измерений может представлять результат суммирования нескольких погрешностей. Источники таких погрешностей могут быть самые разнообразные. Например, это может быть погрешность, обусловленная классом точности СИ, погрешности установочных мер, погрешности влияния внешних условий, погрешность метода измерения, табличная погрешность, погрешность параллакса, округления результатов вычисления и т. д.

Обозначим эти погрешности через:

$$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_n .$$

Принято считать, что систематические погрешности  $\theta_i$  распределены, как правило, по равномерному закону внутри своих интервалов  $[-\theta_i; +\theta_i]$ .

Знаки  $\theta_i$  и их значения можно рассматривать как случайные величины, тогда суммарная погрешность измерения при отсутствии корреляции между  $\theta_i$  оценивается по формуле:

$$\theta = \pm k \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \dots + \theta_n^2} = \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^n \theta_i^2},$$

где  $k$  – коэффициент, соответствующий выбранной доверительной вероятности.

Коэффициент  $k$ , как показывают расчеты, зависит от числа  $n$  погрешностей  $\theta_i$  и от соотношения  $c$  их величин. Значение  $c$  определяется следующим образом: среди всех составляющих погрешностей выбирается наибольшая по модулю и ближайшая к ней, а затем вычисляется значение  $c$  как отношение первой ко второй, после чего значение  $k$  находится по табл. 2.1.

Таблица 2.1

*Значения коэффициентов  $k$*

$c$	$\alpha = 0,90$			$\alpha = 0,95$			$\alpha = 0,99$		
	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$
1	0,967	0,958	0,946	1,101	1,120	1,120	1,276	1,376	1,410
2	0,942	0,945	0,945	1,054	1,086	1,096	1,215	1,313	1,360
3	0,918	0,926	0,935	1,019	1,046	1,062	1,157	1,283	1,284
4	0,906	0,912	0,918	0,996	1,017	1,032	1,116	1,182	1,223
5	0,900	0,905	0,911	0,982	0,997	1,012	1,089	1,143	1,179

Расчет суммарной погрешности  $\theta$  можно проводить и без учета числа составляющих  $\theta_i$ . При этом при доверительных вероятностях:

$$\alpha = 0,90; \quad \alpha = 0,95; \quad \alpha = 0,99 .$$

используются соответственно коэффициенты:

$$k = 1; \quad k = 1,1; \quad k = 1,4.$$

Суммарная погрешность здесь может получиться несколько завышенной. Что для большинства практических задач несущественно.

Можно встретить и другие рекомендации оценивания суммарной погрешности. Так, оценка сверху погрешности результата измерения может быть представлена простым суммированием модулей составляющих:

$$\theta = \sum_{i=1}^n \theta_i.$$

Для оценки суммарной погрешности измерения простое суммирование модулей составляющих считается более целесообразным, когда

число суммируемых погрешностей  $n \leq 3$ , поскольку в этом случае вероятность того, что все составляющие погрешности имеют одинаковые знаки, существенно выше, чем в случае, когда  $n > 3$ .

**Пример 10.** Два резистора с сопротивлениями  $R_1 = 50 \text{ Ом}$  и три с сопротивлениями  $R_2 = 100 \text{ Ом}$  соединены последовательно, причем их систематические погрешности равны  $\Delta R_1 = \pm 1 \text{ Ом}$  и  $\Delta R_2 = \pm 2 \text{ Ом}$ . Определить сопротивление цепи и его погрешность.

Решение

Общее сопротивление вычисляется по формуле:

$$R = 2R_1 + 3R_2,$$

$$R = 2 \cdot 50 + 3 \cdot 100 = 400 \text{ Ом}.$$

При вычислении суммарной погрешности нужно иметь в виду следующее: если есть уверенность, что знаки погрешностей сопротивлений  $R_1$  одинаковы и знаки погрешностей сопротивлений  $R_2$  также одинаковы, то можно использовать суммирование модулей составляющих погрешностей, поскольку их по существу только две:

$$\Delta R = 2\Delta R_1 + 3\Delta R_2 = \pm 8 \text{ Ом}.$$

Но если такой уверенности нет, то целесообразнее применить геометрическое суммирование, например при вероятности 0,95. Тогда:

$$\Delta R = \pm 1,1\sqrt{2 \cdot \Delta R_1^2 + 3 \cdot \Delta R_2^2} = \pm 1,1\sqrt{14} = \pm 4,1 \approx 4 \text{ Ом}.$$

Результат измерения в случае суммирования модулей погрешностей запишется:

$$R = 400 \text{ Ом}, \quad \Delta R = \pm 8 \text{ Ом}.$$

Если суммирование погрешностей геометрическое, то  $R = 400 \text{ Ом}$ ,  $\Delta R = \pm 4 \text{ Ом}$  при  $\alpha = 0,95$ .

## 2.7. Литература

1. ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.
2. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3 ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

### 3.1. Цель

- изучить основные понятия концепции неопределенности, методы оценивания неопределенности результатов измерений,
- научиться выявлять источники возникновения неопределенностей измерений, оценивать неопределенности результатов прямых и косвенных измерений и представлять результат измерения.

### 3.2. Основные положения концепции неопределенности измерений

Неопределенность измерений – неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании используемой информации.

Неопределенности измерений, также как и погрешности измерений, могут быть классифицированы по различным признакам: по месту (источнику) их проявления на методические, инструментальные и субъективные; по их проявлению на случайные, систематические и грубые; на абсолютные и относительные по способу их выражения.

По характеру проявления неопределенности измерений делятся на два типа: неопределенности по типу А и по типу В.

- неопределенность по типу А статистическими методами;
- неопределенность по типу В оценивают нестатистическими методами;

При этом предлагается два метода оценивания неопределенностей А и В:

- для неопределенности типа А – использование известных статистических оценок среднеарифметического и среднеквадратического, используя результаты измерений и опираясь, в основном, на нормальный закон распределения полученных величин;
- для неопределенности типа В – использование априорной нестатистической информации, опираясь, в основном, на равномерный закон распределения возможных значений величин в определенных границах.

Таким образом, подчеркнем еще раз: деление на систематические и случайные погрешности обусловлено природой их возникновения и проявления в ходе выполнения измерений, а деление на неопределенности, вычисляемые по типу А и по типу В – методами их получения и использования при расчете общей неопределенности.

В Руководстве используются новые термины, которые отсутствуют в РМГ 29-99:

**Стандартная неопределенность** – неопределенность, выраженная в виде стандартного отклонения.

**Расширенная неопределенность** – величина, задающая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого, как ожидается, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могут быть приписаны измеряемой величине.

Расширенная неопределенность является аналогом доверительных границ погрешностей измерений. Причем каждому значению расширенной неопределенности соответствует вероятность охвата  $P$ .

**Вероятность охвата** – вероятность, которой, по мнению оператора, соответствует расширенная неопределенность результата измерений. Вероятность охвата определяется с учетом вероятностного закона распределения неопределенности и аналогом ее в классической теории является доверительная вероятность.

**Коэффициент охвата** – коэффициент, зависящий от вида распределения неопределенности результата измерений и вероятности охвата и численно равный отношению расширенной неопределенности, соответствующей заданной вероятности охвата, к стандартной неопределенности.

**Число степеней свободы** – параметр, статистического распределения, равный числу независимых связей оцениваемой статистической выборки.

В табл. 3.1, приведенной ниже, даны соответствия между терминами, используемыми в классической теории погрешностей и концепции неопределенности.

Таблица 3.1

Классическая теория погрешности	Концепция неопределенности
Погрешность результата измерения	Неопределенность результата измерения
Случайная погрешность	Неопределенность, оцениваемая по типу А
Неисключенная погрешность	Неопределенность, оцениваемая по типу В
Среднеквадратическое отклонение погрешности результата измерений	Стандартная неопределенность результата измерения
Доверительные границы результатов измерения	Расширенная неопределенность результата измерения
Доверительная вероятность	Вероятность охвата (покрытия)
Коэффициент (квантиль) распределения погрешности	Коэффициент охвата (покрытия)

### 3.3. Методика оценивания результата измерений и его неопределенности

Оценивание результата измерений и его неопределенности проводится в следующей последовательности:

- составление уравнения измерений;
- оценка входных величин и их стандартных отклонений (неопределенностей);
- оценка измеряемой (выходной) величины и ее неопределенности;
- составление бюджета неопределенности;
- оценка расширенной неопределенности результата измерений;
- представление результата измерений.

#### 3.3.1. Составление уравнения измерения

В концепции неопределенности под уравнением измерения понимается математическая зависимость между измеряемыми величинами  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , а также другими величинами, влияющими на результат измерения  $X_{k+1}, X_{k+2}, \dots, X_m$ , и результатом измерения  $Y$

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k, X_{k+1}, X_{k+2}, \dots, X_m). \quad (3.1)$$

В концепции неопределенности величины  $X_1, X_2, \dots, X_m$  называются входными величинами, используемые для оценивания неопределенности результата измерения, а результат измерения  $Y$  – выходной величиной измерения.

В качестве основы для составления уравнения измерения используется уравнение связи (в классическом понимании), то есть зависимость  $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$ . Далее в результате анализа условий измерений и используемых СИ, устанавливаются другие факторы, влияющие на результат измерений. При этом величины  $X_{k+1}, X_{k+2}, \dots, X_m$ , описывающие эти факторы, включают в уравнение (3.1), даже если они незначительно могут повлиять на результат  $Y$ . Задача оператора – по возможности наиболее полно учесть все факторы, влияющие на результат измерения.

#### 3.3.2. Оценка входных величин и их стандартных отклонений (неопределенностей)

Пусть имеются результаты  $n_i$  измерений входной величины  $X_i$ , где  $i = 1 \dots m$ . Как известно, при нормальном распределении наилучшей оценкой этой величины является среднее арифметическое

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{q=1}^{n_i} x_{iq}. \quad (3.2)$$

Стандартную неопределенность типа А определяют как средне-квадратическое отклонение по формуле

$$u_A(x_i) = u_A(\bar{x}_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i-1)} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}. \quad (3.3)$$

Для вычисления стандартной неопределенности по типу В используют:

- данные о предыдущих измерениях величин, входящих в уравнение измерения;
- сведения, имеющиеся в метрологических документах по поверки, калибровки и сведения изготовителя о приборе;
- сведения о предполагаемом вероятностном распределении значений величин, имеющихся в научно-технических отчетах и литературных источниках;
- данные, основанные на опыте исследователя или общих знаниях о поведении и свойствах соответствующих (подобных) СИ и материалов;
- неопределенность используемых констант и справочных данных;
- нормы точности измерений, указанные в технической документации на методы и СИ;
- другие сведения об источниках неопределенностей, влияющих на результат измерения.

Неопределенности этих данных обычно представляют в виде границ отклонения значения величины от ее оценки. Наиболее распространенный способ формализации неполного знания о значении величины заключается в постулировании равномерного закона распределения возможных значений этой величины в указанных границах (нижней  $b_{i-}$  и верхней  $b_{i+}$ ) для  $i$ -й входной величины. При этом стандартную неопределенность по типу В определяют по известной формуле для среднеквадратического отклонения результатов измерений, имеющих равномерный закон распределения:

$$u_B(x_i) = \frac{b_{i+} - b_{i-}}{2\sqrt{3}}, \quad (3.4)$$

а для симметричных границ  $|b_{i+}| = |b_{i-}| = b_i$ , по формуле

$$u_B(x_i) = \frac{b_i}{\sqrt{3}}. \quad (3.5)$$

В случае других законов распределений формулы для вычисления неопределенности по типу В будут другие. В частности, если известно одно значение величины  $X_i$ , то это значение принимается в качестве оценки. При этом стандартную неопределенность вычисляют по формуле

$$u_{B_i}(x) = \frac{U_p}{k}, \quad (3.6)$$

где  $U_p$  – расширенная неопределенность,  $k$  – коэффициент охвата.

Если коэффициент охвата не указан, то, с учетом имеющихся сведений, принимают предположение о вероятностном распределении неопределенности величины  $X_i$ . Если такие сведения отсутствуют, то для определения коэффициента охвата можно воспользоваться данными табл. 3.2 [1,3].

Таблица 3.2

Предполагаемое распределение неопределенности входной величины	Вероятность охвата $P$ , которой соответствует $U(x_i)$	Коэффициент охвата $k$
Равномерное распределение	0,99–1,0	1,71–1,73
	0,95	1,65
Нормальное распределение	1,0 (предел допускаемых значений)	3
	0,997	3
	0,99	2,6
	0,95	2
Неизвестное распределение		2

Если известны граница суммы неисключенных систематических погрешностей, распределенных по равномерному (равновероятному) закону  $\theta(P)$  или расширенная неопределенность в терминах концепции неопределенности  $U_p$ , то коэффициенты охвата при числе неисключенных систематических погрешностей  $m > 4$ , зависит от доверительной вероятности. Коэффициент охвата  $k = 1,1$  при  $P = 0,95$ ;  $k = 1,4$  при  $P = 0,99$  [1,3].

Неопределенности входных величин могут быть коррелированы. Для вычисления коэффициента корреляции  $r(x_i, x_j)$  используют согласованные пары результатов измерений  $(x_{iw}, x_{jw})$ , где  $w = 1, 2, \dots, n_{ij}$ ;  $n_{ij}$  – число согласованных пар результатов измерений  $(x_{iw}, x_{jw})$ . Вычисления проводят по известной формуле из статистики и теории вероятности

$$r(x_i, x_j) = \frac{\sum_{w=1}^{n_{ij}} (x_{iw} - \bar{x}_i)(x_{jw} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{w=1}^{n_{ij}} (x_{iw} - \bar{x}_i)^2 \sum_{w=1}^{n_{ij}} (x_{jw} - \bar{x}_j)^2}}. \quad (3.7)$$

Значимость коэффициента корреляции определяется критерием отсутствия или наличия связи между аргументами [3].

### 3.3.3. Оценка измеряемой (выходной) величины и ее неопределенности

Оценку измеряемой величины  $y$  вычисляют как функцию оценок входных величин  $X_1, X_2, \dots, X_m$ , по формуле (3.1), предварительно внося на все источники неопределенности, имеющие систематический характер, – поправки.

Вычисление суммарной неопределенности выходной величины проводят по тем же формулам, которые используются для расчета погрешностей косвенных измерений в классической концепции погрешности измерений.

В случае некоррелированных оценок входных величин, суммарную стандартную неопределенность  $u_c(y)$  вычисляют по формуле

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2} u^2(x_i) \quad (3.8)$$

и в случае коррелированных оценок – по формуле

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{\partial f}{\partial x_i} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_j} \cdot r(x_i, x_j) u(x_i) u(x_j)}, \quad (3.9)$$

где  $r(x_i, x_j)$  – коэффициент корреляции;  $u(x_i)$  – стандартная неопределенность  $i$  – входной величины, вычисленная по типу А или типу В;  $\partial f / \partial x_i$  – коэффициенты чувствительности выходной величины по отношению ко входной величине  $x_i$ .

### 3.3.4. Составление бюджета неопределенности

Под бюджетом неопределенности понимается формализованное представление полного перечня источников неопределенности измерений по каждой входной величине с указанием их стандартной неопределенности и вклада их в суммарную стандартную неопределенность результата измерений. В табл. 3.3 приведена рекомендуемая форма представления бюджета неопределенности.

Таблица 3.3

Входная величина	Оценка входной величины	Стандартная неопределенность	Тип оценивания, закон распределения	Коэффициент чувствительности	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
$X_1$	$x_1$	$u(x_1)$	А или В	$\partial f / \partial x_1$	$u_1(y) =  \partial f / \partial x_1  \cdot u(x_1)$
$X_2$	$x_1$	$u(x_2)$	А или В	$\partial f / \partial x_2$	$u_2(y) =  \partial f / \partial x_2  \cdot u(x_2)$
...	...	...	...	...	...
$X_m$	$x_1$	$u(x_m)$	А или В	$\partial f / \partial x_m$	$u_m(y) =  \partial f / \partial x_m  \cdot u(x_m)$
$Y$	$y = f(x_i)$	$u(y)$			$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m u_i^2(y)}$

**3.3.5. Оценка расширенной неопределенности результата измерений**  
 Расширенная неопределенность равна произведению стандартной неопределенности  $u(y)$  результата измерений на коэффициент охвата  $k$ :

$$U(y) = k u(y). \quad (3.10)$$

Руководство по неопределенности [1] рекомендует рассматривать все результаты измерений при доверительной вероятности (вероятности охвата)  $P = 0,95$ . При этой вероятности преимущественно определять число степеней свободы по эмпирической формуле Велча-Саттерстейта

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^n \frac{u^4(x_i)}{v_i} \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)^4}. \quad (3.11)$$

При этом коэффициент охвата определяется при вероятности  $P = 0,95$  по формуле

$$k = t_{P=0,95}(v_{eff}), \quad (3.12)$$

где  $t_p$  – коэффициент Стьюдента (см. таблицу Г.1 приложение Г).

Формулу для оценки суммарной стандартной неопределенности (3.8) можно записать в более простом виде

$$u_c(y) = \sqrt{u_A^2(y) + u_B^2(y)}, \quad (3.12)$$

так же как и формулу (3.11) для определения числа степеней свободы

$$v_{eff} = f_{eff} \cdot \left[ 1 + \frac{u_B^2(y)}{u_A^2(y)} \right]^2, \quad (3.13)$$

где  $f_{eff} = n - 1$  – число степеней свободы при прямых измерениях входной величины;  $n$  – число измерений;  $u_A(y), u_B(y)$  – оценка стандартных неопределенностей, вычисленных по типу А и по типу В, соответственно.

При оценке вклада неопределенности (см. формулу 3.11) по типу А принимают  $v_i = n_i - 1$ , по типу В  $v_i = \infty$ . При этих условиях легко показать из формулы (3.11), что, если по типу А оценивается неопределенность только одной входной величины, то формула (3.11) упрощается

$$v_{eff} = (n_A - 1) \cdot \frac{u^4(y)}{u_A^4(y)}, \quad (3.14)$$

где  $n_A$  – число повторных измерений входной величины, оцениваемой по типу А.

### 3.3.6. Представление результата измерений

При представлении результатов измерений Руководство рекомендует приводить достаточное количество информации, чтобы можно было проанализировать и/или повторить весь процесс получения результата измерений и вычисления неопределенностей, а именно:

- алгоритм получения результата измерений;
- алгоритм расчета всех поправок для исключения систематических погрешностей и их неопределенностей;
- неопределенности всех используемых данных и способы их получения;
- алгоритмы вычисления суммарной и расширенной неопределенностей, включая значение коэффициента охвата  $k$ .

Таким образом, в документации по результатам измерений необходимо представлять:

$u_c$  – суммарную неопределенность;

$U_p$  – расширенную неопределенность;

$k$  – коэффициент охвата;

$u_i$  – данные о входных величинах;

$\nu_{eff}$  – эффективное число степеней свободы.

В протоколе измерений, как правило, делается следующая запись, если результатом измерения является длина детали: «Длина детали составляет 153,2 мм. Расширенная неопределенность результата измерений составляет  $\pm 1,4$  мм при коэффициенте охвата равном 2» или «измерения показали, что длина детали находится в интервале (151,8–154,6) мм при коэффициенте, равном 2». По умолчанию предполагается, что эти результаты соответствуют вероятности охвата 0,95.

#### Пример 1. Прямые однократные измерения

Производится измерение напряжения постоянного тока с помощью вольтметра В7-37. Показания вольтметра  $V_x = 1,347$  В. Необходимо определить результат измерения и оценить неопределенность измерения напряжения.

##### Спецификация измерений:

- измерения производятся в лабораторных условиях при температуре окружающего воздуха  $+25$  °С;
- напряжение измеряется на выходе источника с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением; предел измерения прибора – 2 В;
- температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- предел дополнительной погрешности прибора, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой в пределах рабочей области температуры, не более предела основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры;

- степень квантования прибора составляет цену единицы младшего разряда;
- предел основной относительной погрешности прибора при измерении постоянного напряжения на поддиапазонах 0,2 и 2 В равен значениям, вычисляемым по формуле:

$$\delta = \pm \left[ 0,25 + 0,2 \left( \frac{V_N}{V_x} - 1 \right) \right], \%$$

где  $V_N$  – значение установленного поддиапазона измерения, В;  $V_x$  – показание прибора, В.

### Оценивание неопределенности измерений

1. Составление модельного уравнения

$$V = V_x.$$

2. Оценивание входных величин, вычисление оценки результата измерения

$$V = V_x = 1,347 \text{ В.}$$

3. Определение стандартных неопределенностей входных величин

Стандартная основная неопределенность по типу  $B$  измерения вычисляется через выражение для основной относительной погрешности  $\delta$  в предположении о равновероятном распределении погрешности внутри границ. Поскольку границы относительной погрешности равны

$$\delta = \pm \left[ 0,25 + 0,2 \left( \frac{V_N}{V_x} - 1 \right) \right] = \pm \left[ 0,25 + 0,2 \left( \frac{2}{1,347} - 1 \right) \right] = 0,347 \%,$$

то границы абсолютной погрешности определяются как

$$\Delta = \frac{\delta \cdot V_x}{100} = \frac{\pm 0,347 \cdot 1,347}{100} = \pm 0,00467 \text{ В.}$$

Отсюда можно рассчитать основную неопределенность измерений:

$$u_B(\Delta) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{0,00467}{\sqrt{3}} = 0,0027 \text{ В.}$$

Стандартная неопределенность по типу  $B$ , обусловленная отклонением температуры от нормальной ( $20^\circ\text{C}$ ).

Поскольку измерения производились в лабораторных условиях при температуре  $+25^\circ\text{C}$ , а предел дополнительной погрешности прибора, вызванной изменением температуры окружающего воздуха

ха от нормальной до любой в пределах рабочей области температуры, составляет не более предела основной погрешности на каждые  $10^\circ\text{C}$  изменения температуры, то есть  $\Delta_t = \frac{25-20}{10} \Delta = \frac{5}{10} 0,00467 = 0,002335 \text{ В}$ , то

дополнительная температурная неопределенность будет равна

$$u_B(\Delta_t) = \frac{\Delta_t}{\sqrt{3}} = \frac{0,002335}{\sqrt{3}} = 0,00135 \text{ В}.$$

Стандартная неопределенность по типу *B* квантования измеряемого напряжения равна границе погрешности квантования  $\Delta_{\text{кв}} = \frac{0,001}{2} = 0,00029 \text{ В}$ , деленной на коэффициент охвата для равномерного закона распределения

$$u_B(\Delta_{\text{кв}}) = \frac{\Delta_{\text{кв}}}{\sqrt{3}} = \frac{0,0005}{\sqrt{3}} = 0,00029 \text{ В}.$$

Все входные величины независимы, поэтому корреляция между ними отсутствует.

#### 4. Составление бюджета неопределенности

##### *Бюджет неопределенности измерения напряжения*

Входные величины	Оценки входных величин	Станд. неопределенность	Число степеней свободы	Распределение вероятностей	Коэффициенты чувствительности	Вклад неопределенности
$V_x$	1,347 В	–	–	–	–	–
$\Delta$	0	0,0027 В	$\infty$	Равномерный	1	
$\Delta_t$	0	0,00135 В	$\infty$	Равномерный	1	
$\Delta_{\text{кв}}$	0	0,00029 В	$\infty$	Равномерный	1	
Выходная величина, В	Оценка выходной величины	Суммарная станд. неопределенность	Эффективное число степеней свободы	Уровень доверия	Коэффициент охвата	Расширенная неопределенность
$V$	1,347 В	0,00303 В	$\infty$	$P=0,95$		$3,23 \cdot 10^{-3} \text{ В}$

#### 5. Вычисление суммарной стандартной неопределенности

Суммарная стандартная неопределенность вычисляется через вклады неопределенности входных величин по формуле:

$$u_c(V) = \sqrt{u_{\Delta}^2(V) + u_{\Delta_t}^2(V) + u_{\Delta_{\text{кв}}}^2(V)}$$

$$u_c(V) = \sqrt{0,0027^2 + 0,00135^2 + 0,00029^2} = 0,00303 \text{ В.}$$

#### 6. Определение коэффициента охвата

Все три составляющие неопределенности распределены по равномерному закону, поэтому их композиция распределена по нормальному закону. Коэффициент охвата в этом случае соответствует коэффициенту охвата для нормального закона и доверительной вероятности  $P = 0,95$   $t_p = 1,96$ .

#### 7. Вычисление расширенной неопределенности

Расширенная неопределенность определяется по формуле

$$U_{0,95} = t_p \cdot u_c(V) = 1,96 \cdot 0,00303 = 0,00594 \text{ В.}$$

#### 8. Результат измерения

Записываем результат измерения в виде

$$V = (1,347 \pm 0,006) \text{ В, } P = 0,95.$$

### Пример 2. Прямые однократные измерения

Производятся прямые многократные измерения частоты высокочастотного синусоидального сигнала с помощью электронно-счетного частотомера ЧЗ-63. Показания частотомера  $f_{ind}$  составляют, кГц: 151348; 151342; 151344; 151346; 151348; 151349; 151345; 151351; 151343; 151344; 151359; 151350; 151347; 151348; 151346; 151352; 151345; 151349; 151347; 151346.

Необходимо получить оценку измеряемой частоты и оценить неопределенность ее измерения.

#### Спецификация измерений:

- измерения производятся в лабораторных условиях при температуре окружающего воздуха  $+25$  °С;
- время счета прибора – 10 мс;
- рабочие условия применения прибора: температура окружающего воздуха от  $-30$  до  $+50$  °С;
- относительная погрешность измерения частоты синусоидальных сигналов  $\delta f$  в пределах значений, рассчитанных по формуле

$$\delta f = \pm \left( \delta_0 + \frac{1}{f_{\text{изм}} \cdot t_{\text{сч}}} \right),$$

где

$$\delta_0 = \pm 5 \cdot 10^{-7}$$

- температурный коэффициент частоты опорного генератора не более  $k_t = 1 - 10^{-9}$  на каждый  $1$  °С свыше температуры калибровки ( $20$  °С).

## Оценивание неопределенности измерений

1. Составление модельного уравнения

$$f = \bar{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i,$$

где  $n = 20$  – количество наблюдений.

2. Вычисление оценки результата измерения

$$f = \bar{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i = 151346,842 \text{ кГц.}$$

3. Определение стандартных неопределенностей входных величин. Стандартная неопределенность среднего арифметического значения результатов измерения частоты (тип A):

$$u_A(\bar{f}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2} = 617,783 \text{ Гц.}$$

Стандартная неопределенность типа B частоты внутреннего опорного генератора частотомера при единичном измерении частоты вычисляется через выражение для основной относительной погрешности  $\delta f$  в предположении о равномерном распределении погрешности внутри границ.

Границы относительной погрешности  $\delta_0$  не превышают  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ .

Границы абсолютной погрешности будут в этом случае равны  $\Delta_0 = \bar{f} \cdot \delta_0$ .

$$u_B(\Delta_0) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{f \cdot \delta}{\sqrt{3}} = \frac{151346842 \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{\sqrt{3}} = 49,63 \text{ Гц.}$$

Стандартная неопределенность типа B квантования при единичном измерении определяется из границ погрешности квантования

$$\Delta_{\text{кв}} = \pm \frac{1}{t_{\text{сч}}} = \pm \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}} = \pm 100 \text{ Гц.}$$

$$u_B(\Delta_{\text{кв}}) = \frac{\Delta_{\text{кв}}}{\sqrt{3}} = \frac{100}{\sqrt{3}} = 57,753 \text{ Гц.}$$

Стандартная неопределенность типа B, обусловленная изменением частоты опорного генератора при изменении температуры окружающей среды от 20 °C (температура калибровки частотомера  $t_k$ ) до 25 °C (тем-

пература окружающей среды в момент измерений  $t_{\text{изм}}$ ), вычисленная через температурный коэффициент частоты  $\pm 1 \cdot 10^{-9}$ , в предположении о равномерном распределении внутри границ будет равна

$$u_B(\Delta_t) = \frac{f \cdot t_{\text{изм}} - t_{\text{к}} \cdot k}{\sqrt{3}} = \frac{151346842 \cdot |25 - 20| \cdot 10^{-9}}{\sqrt{3}} = 0,437 \text{ Гц.}$$

Стандартная неопределенность типа  $B$  единичного наблюдения, вызванная погрешностью отсчета показаний, равной половине цены деления младшего разряда  $\Delta_{\text{отсч } i} = \frac{1000}{2} = 500 \text{ Гц}$ , в предположении равномерного распределения НСП внутри границ составляет

$$u_B(\Delta_{\text{отсч } i}) = \frac{\Delta_{\text{отсч } i}}{\sqrt{3}} = \frac{500}{\sqrt{3}} = 288,675 \text{ Гц.}$$

$$u_B(\Delta_{\text{отсч}}) = \frac{u_B(\Delta_{\text{отсч } i})}{\sqrt{n}} = \frac{288,675}{\sqrt{20}} = 66,277 \text{ Гц.}$$

Все входные величины независимы, поэтому корреляция между ними отсутствует.

#### 4. Составление бюджета неопределенности

##### *Бюджет неопределенности измерения частоты*

Входные величины	Оценки входных величин	Станд. неопределенность	Число степеней свободы	Распределение вероятностей	Коэффициенты чувствительности	Вклад неопределенности
$\bar{f}$	151346,842 кГц	617,783 Гц	19	Нормальный	1	617,783 Гц
$\Delta_0$	0	43,69 Гц	$\infty$	Равномерный	1	43,69 Гц
$\Delta_{\text{кв}}$	0	57,753 Гц	$\infty$	Равномерный	1	57,753 Гц
$\Delta_t$	0	0,437 Гц	$\infty$	Равномерный	1	0,437 Гц
$\Delta_{\text{отсч}}$	0	66,227 Гц	$\infty$	Равномерный	1	66,227 Гц
Выходная величина, $B$	Оценка выходной величины	Суммарная станд. неопределенность	Эффективное число степеней свободы	Уровень доверия	Коэффициент охвата	Расширенная неопределенность
$f$	151446,842 кГц	625,529 Гц	19	$P = 0,95$	2,10	1313,61 Гц

### 5. Вычисление суммарной стандартной неопределенности

Суммарная стандартная неопределенность вычисляется через вклады неопределенности входной величины по формуле:

$$u_c(f) = \sqrt{(u_A^2(f) + u_0^2(f) + u_{\text{кв}}^2(f) + u_t^2(f) + u_{\text{отсч}}^2(f))} = \\ = \sqrt{617,783^2 + 43,69^2 + 57,753^2 + 0,437^2 + 66,227^2} = 625,529 \text{ Гц.}$$

### 6. Определение коэффициента охвата

Поскольку модельное уравнение представляет собой уравнение прямых многократных измерений, коэффициент охвата определяют как коэффициент Стьюдента для эффективного числа степеней свободы, получаемого по формуле:

$$v_{\text{eff}} = (n-1) \frac{\left[ \frac{u_c(y)}{u_A(y)} \right]^4}{\left[ \frac{u_c(y)}{u_A(y)} \right]^4} = (20-1) \left[ \frac{625,529}{617,783} \right]^4 \approx 18.$$

Коэффициент Стьюдента для  $v_{\text{eff}} = 18$  и доверительной вероятности  $P = 0,95$  равен  $t_p = 2,10$ .

### 7. Вычисление расширенной неопределенности

Расширенная неопределенность определяется по формуле

$$U = t_p \cdot u_c(f) = 2,10 \cdot 625,529 = 1313,61 \text{ Гц.}$$

### 8. Записываем результат измерения

$$f = (151346,8 \pm 1,3) \text{ кГц, } P = 0,95.$$

## 3.4. Литература

1. ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008. Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения.
2. ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения
3. ГОСТ Р 54500.3.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008/Дополнение 1:2008. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4 ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА РФ «О ЗАЩИТЕ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ»

### 4.1. Цель

- изучить Закон РФ «О защите прав потребителей»;
- научиться применять положения закона;
- знать свои права потребителя в конкретной ситуации.

### 4.2. Термины и определения

**Потребитель** – гражданин, имеющий намерение заказать или приобрести либо заказывающий, приобретающий или использующий товары (работы, услуги) исключительно для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности.

**Изготовитель** – организация (независимо от ее организационно-правовой формы), а также индивидуальный предприниматель, производящие товары для реализации потребителям.

**Исполнитель** – организация (независимо от ее организационно-правовой формы), а также индивидуальный предприниматель, выполняющие работы или оказывающие услуги потребителям по возмездному договору.

**Продавец** – организация (независимо от ее организационно-правовой формы), а также индивидуальный предприниматель, реализующие товары потребителям по договору купли-продажи.

**Недостаток товара (работы, услуги)** – несоответствие товара (работы, услуги) или обязательным требованиям, предусмотренным законом либо в установленном им порядке, или условиям договора (при их отсутствии или неполноте условий обычно предъявляемым требованиям), или целям, для которых товар (работа, услуга) такого рода обычно используется, или о которых продавец (исполнитель) был поставлен в известность потребителем при заключении договора, или образцу и (или) описанию при продаже товара по образцу и (или) по описанию.

**Существенный недостаток товара (работы, услуги)** – неустранимый недостаток или недостаток, который не может быть устранен без несоразмерных расходов или затрат времени, или выявляется неоднократно, или проявляется вновь после его устранения, или другие подобные недостатки;

**Безопасность товара (работы, услуги)** – безопасность товара (работы, услуги) для жизни, здоровья, имущества потребителя и окружающей среды при обычных условиях его использования, хранения, транспортировки и утилизации, а также безопасность процесса выполнения работы (оказания услуги).

**Импортер** – организация независимо от организационно-правовой формы или индивидуальный предприниматель, осуществляющие импорт товара для его последующей реализации на территории Российской Федерации.

### 4.3. Общие положения

Все мы постоянно выступаем в качестве потребителей – покупаем товары, обращаемся в службы быта, ездим на транспорте, пользуемся коммунальными и медицинскими услугами и т. д. Часто при этом наши права нарушаются. Для того чтобы защитить свои права, нужно их знать, т. е. надо знать Закон РФ «О защите прав потребителей», которой ввел обязательную сертификацию продукции в РФ. Права потребителей регулируются и другими нормативными и законодательными документами, перечень которых приведен в приложении Е.

Чтобы защищать свои права потребителя, нужно знать, попадает ли ситуация под действие закона о защите прав потребителя. Ситуация попадает под действие закона о защите прав потребителя, если:

- Вы являетесь в этой ситуации потребителем;
- другая сторона является: изготовителем, или исполнителем, или продавцом, или уполномоченной организацией, или уполномоченным индивидуальным предпринимателем.

#### **История возникновения потребительского права**

Потребительское право – комплексная отрасль права, состоящая из норм различных отраслей права (гражданского, административного, уголовного), регулирующих отношения по удовлетворению материальных, культурных и иных потребностей граждан.

В начале 30-х годов для защиты потребительского права в Америке, Англии, а позднее и в других странах, стали создаваться лиги покупателей (прообраз нынешнего общества потребителей). Основной целью этих организаций было формирование потребительской культуры, оказание воздействия как на изготовителей, так и на продавцов товаров. Для этого правление лиги составляло т. н. «белые списки» предпринимателей, которые соблюдали определенные принципы во взаимоотношениях с потребителями. Это было определенным стимулом для других торговцев. Однако только общественного давления было явно недостаточно.

Официальным признанием о необходимости создания системы государственного регулирования взаимоотношений с участием потребителя считается выступление Президента США Дж. Кеннеди в Конгрессе США 15 марта 1961 г. Президент в своем выступлении впервые сформулировал четыре основных права потребителя:

**Право на безопасность.** Это означает, что товар, работа, услуга при обычных условиях его использования, хранения, транспортировки должен быть безопасен для жизни, здоровья потребителя, безопасен для окружающей среды и не причинять вреда имуществу потребителя.

**Право на информацию.** Одним из основных критериев потребительского выбора является информация. Только на основе достоверной и полной информации человек может товар, обладающий необходимыми ему свойствами. С правом на информацию связано право на потребительское образование и право на выбор, поскольку информация – критерий правильного выбора.

**Право быть услышанным** означает, что каждый человек имеет право на свободу убеждений и на свободное выражение их. Это право включает свободу беспрепятственно придерживаться своих убеждений и свободу искать, получать и распространять информацию и идеи любыми средствами и независимо от государственных границ (ст. 19 Всеобщей декларации прав человека). Это же право гарантировано и Конституцией РФ (ст. 29 – каждому гарантируется свобода мысли и слова). Никто не может быть принужден к выражению своих мнений и убеждений или отказу от них. Каждый имеет право свободно искать, получать, передавать, производить и распространять информацию любым законным способом.

**Право на здоровую окружающую среду.** Это право закреплено в Конституции РФ (ст. 42 – каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением).

С тех пор 15 марта отмечается **Всемирный день защиты потребителей.**

Начиная с 70-х годов во многих западных странах появились законы об охране прав потребителей (например, закон США 1975 г. «О гарантиях при продаже товаров широкого потребления», закон Франции 1983 г. «О безопасности потребителей»). Монополизация производства, торговли заставила правительства прибегнуть к мерам государственного регулирования охраны прав потребителя, принятию законодательства, целью которого является прямое вторжение в договорные отношения сторон для защиты одной из них – потребителя.

**В Российской Федерации как самостоятельная отрасль права потребительское право возникло в начале 90-х годов.**

До этого отношения по удовлетворению материальных и культурных потребностей граждан в основном регулировались нормами гражданского законодательства (например, ст. 246 ГК РСФСР 1964 г. «Права покупателя в случае продажи ему вещи ненадлежащего качества»,

ст. 364 ГК РСФСР «Права заказчика в случае нарушения договора подрядчиком»). Эти акты устанавливали права, обязанности и ответственность субъектов договорных отношений с участием граждан. Однако классическое гражданское законодательство не было специально рассчитано на регулирование защиты потребителей.

Первой серьезной попыткой решения вопросов правового регулирования в области охраны прав потребителей явилась разработка проекта Закона СССР «О качестве продукции и защите прав потребителей». Начало реализации прав потребителя было положено с принятием Закона СССР «О защите прав потребителей», который в связи с распадом СССР так и не вступил в силу, однако он оставался моделью для законодательных актов стран-участников СНГ в этой области.

### **Основные права потребителя**

Потребитель имеет право:

- на качество;
- безопасность;
- информацию;
- возмещение ущерба.

Законодательство защищает права и определяет механизмы реализации этой защиты. Знание своих основных прав поможет правильно вести себя в ситуациях нарушений этих прав, с которыми приходится сталкиваться слишком часто.

**Право на качество** означает, что продавец должен передать качественный товар, а исполнитель качественно выполнить работу (оказать услугу).

**Право на безопасность** характеризуется тем, что Вы имеете право на то, чтобы товар (работа, услуга) были безопасны для жизни, здоровья, имущества потребителя и окружающей среды. Требования, которые должны это обеспечивать, являются обязательными и устанавливаются в порядке, определяемом законом (п. 1 ст. 7 [1]).

**Право на информацию**, причем необходимую и достоверную, о том, что продается, кто продает и кем это изготовлено, как и когда это можно приобрести. На основании этой информации Вы должны получить точное представление об изготовителе (исполнителе, продавце) для обращения к нему в случае необходимости с соответствующими требованиями и о товарах (работах, услугах) для правильного их выбора.

**Право на возмещение ущерба** несет в себе ответственность продавца (изготовителя, исполнителя) за нарушение прав потребителей, предусмотренную законом или договором (ст. 13). Если в договоре предусматривается ответственность в большем объеме или неустойка в большем размере, чем это предусмотрено законом, то применяются условия договора.

**Срок службы, срок годности и гарантийный срок** – являются сроками ответственности продавца (изготовителя, исполнителя). На товары (работы) могут быть установлены срок службы (или срок годности) и гарантийный срок (сроки ответственности продавца (изготовителя, исполнителя) перед потребителем). В течение этих сроков (а в некоторых случаях и по истечению всех сроков) Вы можете предъявлять продавцу (изготовителю, исполнителю) претензии и требовать возмещения убытков. Есть перечни товаров (работ), на которые срок службы (срок годности) должны устанавливаться в обязательном порядке. Если на товар (работу) не установлены срок службы (срок годности) или гарантийный срок, то закон предусматривает, в течение какого периода времени Вы можете предъявить требования относительно товаров (работ) с неустановленными сроками. Если условия договора ущемляют Ваши права – они признаются недействительными (п. 1 ст. 16 [1]). Если в результате исполнения такого договора у Вас возникли убытки, они подлежат возмещению изготовителем (исполнителем, продавцом) в полном объеме.

#### **Права при покупке товаров**

При покупке любых товаров потребитель имеет право получить всю необходимую нам информацию – полную и достоверную, для того чтобы сделать правильный выбор нужного нам товара, чтобы знать, как им пользоваться, куда обращаться для ремонта.

Купленные нами товары должны быть качественными и безопасными. Изготовитель обязан обеспечить нам возможность ремонта и технического обслуживания купленных товаров.

Однако часто бывает так, что купленный телевизор быстро ломается, консервы оказываются испорченными, а туфли, принесенные домой из магазина, начинают жать. В этих ситуациях мы имеем право предъявить продавцу и/или изготовителю товаров различные требования – заменить сломавшийся телевизор, вернуть деньги за некачественные консервы, обменять обувь, которая не подошла по размеру.

#### **Права при выполнении работ (оказании услуг)**

Мы постоянно пользуемся различного рода услугами: стрижемся в парикмахерских, питаемся в закусочных и ресторанах, ремонтируем холодильники и фотоаппараты, ездим в метро и автобусах, летаем на самолетах, лечимся в медицинских учреждениях, наши дети учатся в школах и институтах, ремонтируем квартиру, некоторые из нас строят дом или дачу и т. д.

При этом очень часто нарушаются наши права: задержался рейс самолета, на отдыхе разместили в плохую гостиницу, в химчистке испортили дубленку и т. д.

Как правило, исполнитель не хочет доводить дело до судебного процесса – во-первых, все большее количество судебных процессов вы-

игрывают потребители, во-вторых, кроме выплаты компенсации потребителю исполнитель может быть подвергнут штрафу и действие его лицензии может быть приостановлено или прекращено.

При оказании услуг (выполнении работ) потребитель имеет право:

- на выполнение работы (услуги) в срок;
- работу (услугу) надлежащего качества, т. е. без недостатков.

Если работа (услуга) выполнена с недостатками или не в срок, Вы имеете право предъявить исполнителю свои требования (например, можете потребовать возместить расходы, убытки, уменьшить оплату за выполненную работу и др.). Исполнитель должен выполнить требования в определенный срок. Если исполнитель нарушает сроки, вы вправе потребовать выплаты неустойки (пени) в размере 3 процентов от цены работы за каждый день просрочки.

Помимо того, что при нарушении прав потребителя можно потребовать выполнения тех или иных требований, необходимо контролировать сроки выполнения этих требований, нарушение которых исполнитель несет дополнительную ответственность. Продавец должен удовлетворить ваше требование:

- устранение недостатка продавцом – не свыше 45 дней (п.1 ст. 20 [1]);
- возмещение расходов на устранение недостатков – 10 дней (ст. 22 [1]);
- замена товара – 7 дней (при необходимости дополнительной проверки качества – 20 дней) (п. 1 ст. 21 [1]);
- соразмерное уменьшение покупной цены – 10 дней (ст. 22 [1]);
- возмещение убытков, причиненных отказом от исполнения договора купли-продажи – 10 дней (ст. 22 [1]);
- безвозмездное предоставление на период ремонта подменного товара – 3 дня (п. 2 ст. 20 [1]);
- возврат денег за товар ненадлежащего качества – 10 дней (ст. 22 [1]).

### **Перечни товаров**

В законе «О защите прав потребителя» встречаются ссылки на перечни разного рода товаров. При разногласиях между потребителем и исполнителем возникает неоднозначная трактовка данных перечней, которая влияет на выполнение обязательств той или иной стороной. Для того чтобы лучше разобраться в законе «О защите прав потребителя», приведены перечни:

1) товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование покупателя о безвозмездном предоставлении ему на период ремонта или замены аналогичного товара, приведен в приложении Ж;

2) технически сложных товаров, в отношении которых требования потребителя об их замене подлежат удовлетворению в случае обнаружения в товарах существенных недостатков, приведены в приложении З;

3) непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих возврату или обмену на аналогичный товар других размера, формы, габарита, фасона, расцветки или комплектации, приведены в приложении И.

Например, прежде чем требовать аналогичный товар на время ремонта или замены, убедитесь, что он не входит в Перечень товаров длительного пользования, на которые не распространяются ваши требования.

Не всегда продавцы трактуют перечень 1) непродовольственных товаров надлежащего качества в соответствии с действительным пониманием закона, со здравым смыслом и сложившейся судебной практикой. Здесь стоит остановиться не на всех пунктах, а лишь на тех, которые вызывают неоднозначное толкование.

Перечень товаров длительного пользования содержит в себе пункты как целиком исчерпывающие определение групп товаров, которые не могут быть обменены (такие как перечислены в пунктах 3, 7, 9, 10, 12, 13 перечня), так и пункты, где из общей товарной группы делается исключение для обмена (пункты 1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 14 перечня). При этом стоит учесть, что за скобками содержится общее определение товарной группы, а в скобках указание на конкретные группы товаров. Рассмотрим товары перечня, вызывающие неоднозначность.

*Пункт 1.* Далеко не все – предметы и аппаратуру медицинские – нельзя вернуть или обменять. К примеру, градусники и тонометры и т. п. не относятся к товарам для профилактики и лечения заболеваний в домашних условиях, а значит их можно обменять. Или, к примеру, линзы очковые не подлежат обмену, но отказ в обмене солнцезащитных очков будет неправомерен.

*Пункт 2.* В данной ситуации перечень может быть расширен, но только по аналогии. Некоторые продавцы пытаются в этот пункт включить даже головные уборы, что не соответствует правильному пониманию ограничений, представленных в данном пункте.

*Пункт 4.* Здесь ключевое слово – отпускаемые на метраж. То есть никакие иные инсинуации продавца здесь не имеют существенного значения. Если товар не отпускается на метраж, то он может быть обменен. К примеру, обои и кафельная плитка на упаковке содержат упоминание о метраже, но единицей товара при этом будет рулон или коробка, а значит данный товар, не отпускается на метраж.

*Пункт 5.* Здесь стоит обратиться к товарному систематическому словарю и поискать свой товар в перечне.

Бельевой трикотаж:

- трикотажное белье из хлопчатобумажной и шерстяной пряжи, из искусственных нитей, из хлопчатобумажной пряжи в сочетании с ис-

кусственными нитями, из синтетической пряжи и нитей, из смешанной пряжи, из сочетания различных видов пряжи и нитей, из различных видов синтетических и искусственных нитей, из эластичных и объемных нитей, из капроновых нитей, из ацетатных нитей в сочетании с капроновыми, из полиэфирных и текстирированных нитей, из нейлонового, дедеронового, вискозного полотна, из кружевного полотна;

- мужское, женское, детское (фуфайки, майки, кальсоны, панталоны, сорочки, сорочки ночные, пижамы, гарнитуры, комбинации, юбки нижние, пеньюары, халаты женские пляжные);

- спортивное (трюсы, майки, футболки, купальные костюмы, плавки, трико, борцовки, фуфайки морские (тельняшки), спортивные рубашки);

- изделия для новорожденных и детей ясельного возраста (кофточки, распашонки, ползунки, подгузники, комбинезоны, трюсы-пеленки, шапочки и чепчики, гарнитуры, конверты для детей).

Чулочно-носочные изделия: чулки, полчулки и носки мужские, женские, детские, спортивные изделия (гетры, носки, наколенники), медицинские чулки и полчулки, колготки, подследники из хлопчатобумажной и шерстяной пряжи, из хлопчатобумажной пряжи в сочетании с искусственными нитями, из капроновых нитей, из объемной пряжи и нитей, из сочетания разных видов пряжи и нитей, из сочетания разных видов пряжи и нитей, из смешанной пряжи.

*Пункт 6.* Здесь подразумевается только изделия из полимерных материалов, то есть если изделие из хрусталя или фарфора, то оно может быть обменено на общих основаниях.

*Пункт 8.* Здесь подразумевается только определенные группы из общего понятия – мебель, то есть только мебельные гарнитуры и комплекты. Действует принцип – за скобками общее определение группы – в скобках товары – исключения. Все остальные группы мебели могут быть обменены при совершении договора купли-продажи, то есть в том случае, когда приобретается готовая мебель, а не изготавливается по индивидуальному заказу.

Мебель: мебель мягкая, полумягкая, жесткая и плетеная: стулья, кресла, диваны, оттоманки, тахты, софы, кушетки, столы (обеденные, кухонные, письменные, для радио и телевизоров, шахматные, телефонные, журнальные, туалетные), буфеты, серванты, секретеры, горки, шкафчики посудные, комоды, шкафы для одежды, белья и книжные, табуретки, тумбочки, этажерки, вешалки, кровати деревянные и металлические (никелированные, частично никелированные, крашенные, с деревянными спинками), диваны-кровать, кресло-кровать, матрацы пружинные, ширмы, шезлонги, книжные полки, детская мебель, раскладные кровати, кровати складные и разборные,

мебель из лозы, мебель дачная раскладная с брезентовой обтяжкой, стеллажи с мебельной отделкой, мебель на металлических каркасах с гигиеническим покрытием, гарнитуры спальные, столовые, кабинетные, кухонные и другие, наборы мебели, трюмо и трельяжи, банкетки, подставки-скамейки, полки, манежи складные, столы сервировочные.

*Пункт 10.* Данный пункт содержит единственное исключение – это детские велосипеды, о чем нам говорит п. 74 Систематического товарного словаря. Они не входят в понятие мотовелотовары.

*Пункт 11.* Данный перечень охватывает собой практически все технически сложные товары бытового назначения, которые нельзя обменять без доброй воли продавца. Поэтому нужно очень тщательно и обдуманно совершать свой выбор при покупке товаров бытовой техники и электроники. Но стоит обратить внимание, что даже если товар технически сложный, но гарантийный срок на него не установлен, то к данному перечню он не относится, обмен его возможен, поскольку действуют основные условия для обмена.

*Пункт 14.* Иногда продавцы отказывают в обмене товаров по ст. 25 [1] незаконно в отношении товаров, не внесенных в перечень. В частности такие товары, как расходные материалы, товары, бывшие в употреблении и товары, купленные со скидками и на распродажах. Закон не предусматривает подобных ограничений, а значит отказ продавца неправомерен и это может послужить основанием для сигнала в контролирующие организации.

### **Претензии**

Претензии о недобросовестной работе исполнителя или некачественном товаре можно написать в орган по защите прав потребителей и в другие компетентные организации, перечень организаций, которые могут удовлетворить ваши требования юридической, и законодательной поддержке приведен в приложении К. Существуют организации помогающие рядовым потребителям, права которого нарушены. Специалисты данных консультационных центров проводят бесплатные консультации среди населения по вопросам защиты прав потребителей, помогут понятно объяснить статьи действующих законов.

Претензия пишется в двух экземплярах, один из них вручается продавцу. На вашем экземпляре он ставит дату получения претензии, свою подпись и ее расшифровку. От этой даты начинается срок удовлетворения вашей претензии, за просрочку которого к продавцу могут быть применены штрафные санкции.

Если продавец (изготовитель, исполнитель) отказывается подписывать ваш экземпляр претензии (заявления) или просто его не принимает, отправьте его по почте (Опись возможна только при ценном отправлении). Можно заполнить уведомление о вручении либо воспользоваться

ресурсом [http://info.russianpost.ru/servlet/post\\_item](http://info.russianpost.ru/servlet/post_item). С его помощью легко отследить срок доставки заказного письма адресату по идентификационному номеру, указанному в квитанции. Суды принимают информацию идентификатора в качестве доказательства даты вручения письма. Неустойка за просрочку вашего требования (1 % от цены товара за каждый день) будет начисляться через определенное количество дней (в зависимости от того, с каким требованием вы выступили) с момента вручения претензии либо, по сообщению почты.

Претензия может быть составлена в произвольной форме, однако нужно указать:

- 1) кому направлена претензия;
- 2) от кого претензия, т. е. ФИО, адрес и телефон – для связи с вами;
- 3) посередине строки написать «ПРЕТЕНЗИЯ» или «ЗАЯВЛЕНИЕ»;
- 4) далее – в тексте претензии изложить существо дела:
  - что было куплено и когда была совершена покупка или была оказана услуга;
  - обстоятельства дела и суть претензий, для обоснования претензий желательно сослаться на соответствующие статьи законов;
- 5) четко сформулируйте свои требования;
- 6) укажите в конце претензии, какие у вас намерения в случае, если требования не будут удовлетворены в добровольном порядке;
- 7) дата и подпись;
- 8) укажите, какие документы прилагаете к претензии.

Пример претензии приведен в приложении Л.

К претензии (заявлению) приложите копии имеющихся документов:

- копию товарного (кассового) чека,
- копию гарантийного талона,
- копии актов, справок и других документов.

#### **4.4. Внеаудиторная самостоятельная работа студента**

Изучение закона РФ «О защите прав потребителей» и подготовка краткой схемы содержания статей, для удобства работы на практическом занятии.

#### **4.5. Текущий контроль**

##### ***Примеры практических заданий***

**1. Рассмотреть предложенные ситуации и описать как необходимо поступать в том или ином случае в соответствии с законом «О защите прав потребителей» (с указанием статей и пунктов закона).**

Примеры ситуаций:

- Гражданка X купила музыкальный центр Technics-530 для прослушивания классической музыки. Вскоре она обнаружила, что диапазон радиочастот не позволяет настраиваться на УКВ-частоты радиостанции Орфей. Какие права имеет гражданка X?
- Я купила туфли, которые красят ноги. Написала заявление в магазин с требованием об обмене, но мне отказали, сообщив, что по проведенной ими экспертизе туфли нормальные. Что мне теперь делать?
- Гражданка X купила 3,5 метра ткани, в ателье ей сказали, что этого мало – нужно 4 метра. Гражданка X обратилась в магазин с просьбой обменять товар, но ей отказали. Какие права имеет гражданка X?
- Гражданка X сдала дубленку в химчистку, вернули дубленку полностью потерявшую товарный вид. Гражданка X потребовала, чтобы либо дубленку привели в надлежащий вид, либо возместили ей ущерб. Правильно ли это?

**2. Написать претензию (заявление) по предложенной преподавателем ситуации.**

Пример ситуации:

Гражданин Иванов И.И. 18 июля 2008 г. заключил договор купли-продажи монитора с организацией ООО «Нестор» и заплатил 10 тыс. руб. Срок передачи товара было установлено 01 сентября 2008 года, но товар не передан до сих пор.

Данные:

- организация ООО «Нестор»;
- адрес потребителя: г.Москва, ул. 5-я Советская 100, кв. 1, домашний тел. 111-11-11;
- накладная № NA00003333;
- номер счет № НАЧ 0008881.

#### 4.6. Литература

1. Закон Российской Федерации от 07.02.1992 № 2300-1 «О защите прав потребителей»

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**Пример оформления титульного листа отчета по лабораторной работе**

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт \_\_\_\_\_  
Направление подготовки (специальность) \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе**

\_\_\_\_\_ (Название лабораторной работы)

по дисциплине \_\_\_\_\_

Выполнил студент гр. \_\_\_\_\_  
(Номер группы) (Подпись) (Ф.И.О.)

(Дата сдачи отчета) \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Отчет принят:

\_\_\_\_\_ (Подпись)  
(Ученая степень, ученое звание, должность) (ФИО)

(дата проверки отчета) \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Томск 20\_\_ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Примеры обозначения классов точности

Таблица Б.1

Примеры обозначения классов точности

Формула для определения пределов допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности	Обозначение класса точности		Примечания
		в документации	на средстве измерений	
Абсолютная: $\Delta = \pm a$	При измерении постоянного тока $\Delta = \pm 0,7 \text{ А}$	Класс точности М	М	$\Delta$ – пределы допускаемой основной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; $x$ – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале; $a$ и $b$ – положительные числа, не зависящие от $x$
Абсолютная: $\Delta = (a + bx)$	При измерении линейно изменяющегося напряжения $\Delta = \pm (1 + 0,57x) \text{ мВ}$	Класс точности С	С	
Приведенная $\gamma = \pm p$	$\gamma = \pm 1,5 \%$	Класс точности 1,5	1,5	если нормирующее значение $X_N$ выражено в единицах величины на входе (выходе) средств измерений; если нормирующее значение $x_N$ определяется длиной шкалы или ее части
	$\gamma = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5	0,5 ∇	
Относительная $\delta = \pm q$	$\delta = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5	0,5	
Относительная $\delta = \pm \left[ c + d \left( \left  \frac{x_k}{x} \right  - 1 \right) \right]$	$\delta = \pm \left[ 0,02 + 0,01 \left( \left  \frac{x_k}{x} \right  - 1 \right) \right]$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	$x_k$ – больший по модулю из пределов измерений

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Критические значения для критерия Граббса

Таблица В.1

Критические значения  $G_T$  для критерия Граббса

<i>n</i>	Значение при уровне значимости <i>q</i>		<i>n</i>	Значение при уровне значимости <i>q</i>	
	Свыше 1 %	Свыше 5 %		Свыше 1 %	Свыше 5 %
4	1,496	1,481	21	3,031	2,733
5	1,764	1,715	22	3,060	2,758
6	1,973	1,887	23	3,087	2,781
7	2,139	2,020	24	3,112	2,802
8	2,274	2,126	25	3,135	2,822
9	2,387	2,215	26	3,157	2,841
10	2,482	2,290	27	3,178	2,859
11	2,564	2,355	28	3,199	2,876
12	2,636	2,412	29	3,218	2,893
13	2,699	2,462	30	3,236	2,908
14	2,755	2,507	31	3,253	2,924
15	2,806	2,549	32	3,270	2,938
16	2,852	2,585	33	3,286	2,952
17	2,894	2,620	34	3,301	2,965
18	2,932	2,651	36	3,330	2,991
19	2,968	2,681	38	3,356	3,014
20	3,001	2,709	40	3,381	3,036

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Значения коэффициентов Стьюдента

Таблица Г.1

*Коэффициенты Стьюдента*

Число ст. свободы, <i>n-1</i>	P		Число ст. свободы, <i>n-1</i>	P	
	0,95	0,99		0,95	0,99
1	12,710	63,661	18	2,101	2,878
2	4,302	9,922	19	2,091	2,859
3	3,182	5,841	20	2,086	2,845
4	2,776	4,604	21	2,083	2,834
5	2,571	4,032	22	2,074	2,819
6	2,447	3,707	23	2,071	2,814
7	2,365	2,998	24	2,064	2,797
8	2,306	3,355	25	2,062	2,791
9	2,262	3,250	26	2,056	2,779
10	2,228	3,169	27	2,053	2,772
11	2,201	3,111	28	2,048	2,763
12	2,179	3,055	29	2,054	2,762
13	2,162	3,013	30	2,042	2,750
14	2,145	2,977	40	2,021	2,73
15	2,134	2,951	60	2,012	2,656
16	2,120	2,921	120	1,981	2,621
17	2,112	2,871	$\infty$	1,960	2,576

**Правила округления погрешности и записи результатов измерений**

Форма представления результатов должна соответствовать МИ 1317.

При симметричной доверительной погрешности результат однократного измерения представляют в форме  $x_{\text{изм}}; \pm \Delta; P$  или  $x_{\text{изм}} \pm \Delta(P)$ .

Например: результат измерения напряжения следует представить в форме:

$$U = 0,904 \text{ В}; \Delta = \pm 0,027 \text{ В}; P = 0,95 \text{ или } (0,904 \pm 0,027) \text{ В}; P = 0,95.$$

*В соответствии с МИ 1317 погрешность измерений выражается числом с одной или двумя значащими цифрами.*

Эмпирически были установлены следующие правила округления рассчитанного значения погрешности и полученного результата измерения.

**1.** Если первая значащая цифра числа (это первая цифра числа, не равная нулю), выражающего погрешность, равна 1 или 2, то это значение погрешности должно содержать две значащих цифры. Ниже приведены примеры округления погрешностей измерения.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$\Delta = 137,153 \text{ м}$	$\Delta = 140 \text{ м}$
$\Delta = 2,42 \text{ кг}$	$\Delta = 2,4 \text{ кг}$
$\Delta = 0,01546 \text{ А}$	$\Delta = 0,016 \text{ А}$

**2.** Если первая значащая цифра числа, выражающего погрешность, равна 3 и более, то значение погрешности должно содержать одну значащую цифру. Ниже приведены примеры округления погрешностей измерения.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$\Delta = 0,0327 \text{ В}$	$\Delta = 0,03 \text{ В}$
$\Delta = 516,78 \text{ Дж}$	$\Delta = 500 \text{ Дж}$
$\Delta = 78,59 \text{ Гн}$	$\Delta = 80 \text{ Гн}$

**3.** При записи результатов измерений числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение погрешности. Ниже приведены примеры записи результатов измерений.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$C_{\text{изм}} = 0,0014964 \text{ Ф}; \Delta = \pm 0,000123 \text{ Ф}$	$C_{\text{изм}} = (1,5 \pm 0,12) \text{ мФ}$
$m_{\text{изм}} = 34667,83 \text{ г}; \Delta = \pm 867,15 \text{ г}$	$m_{\text{изм}} = (34,7 \pm 0,9) \text{ кг}$
$t_{\text{изм}} = 29,756 \text{ с}; \Delta = \pm 0,0172 \text{ с}$	$t_{\text{изм}} = (29,756 \pm 0,017) \text{ с}$

**4.** Число цифр в промежуточных вычислениях при обработке результатов измерений должно быть на две больше, чем в окончательном результате.

**5.** Погрешность при промежуточных вычислениях должна быть выражена не более чем тремя значащими цифрами.

**6.** Сохраняемую значащую цифру в погрешности при округлении увеличивают на единицу, если отбрасываемая цифра незначащего младшего разряда больше либо равна пяти, и не изменяют, если она меньше пяти.

**Нормативные документы по защите прав потребителя**

- Закон РФ «О защите прав потребителей» от седьмого февраля 1992 г. № 2300-1;
- Гражданский кодекс РФ (часть 1–5);
- Кодекс РФ об административных правонарушениях;
- Правила продажи отдельных видов товаров от 19 января 1998 г. Постановлением Правительства РФ № 55;
- Правила продажи товаров дистанционным способом от 27 сентября 2007 г. № 612.

**Торговля алкогольной продукцией и табачными изделиями**

- Правила продажи алкогольной продукции от 19 августа 1996 г. № 987;
- Порядок доведения до потребителей информации о происхождении алкогольной и табачной продукции иностранного производства от 15 апреля 1996 г. № 435.

**Торговля непродовольственными товарами**

- Правила комиссионной торговли непродовольственными товарами от 6 июня 1998 г. № 569;
- Правила продажи товаров по образцам от 21 июля 1997 г. № 918;
- Правила продажи гражданам товаров длительного пользования в кредит от 9 сентября 1993 г. № 895.

**Торговля драгоценными металлами и драгоценными камнями**

- Правила скупки у граждан ювелирных и других бытовых изделий из драгоценных металлов и драгоценных камней и лома таких изделий от 7 июня 2001 г. № 444.

**Примерные правила**

- Примерные правила работы предприятия розничной торговли и Основные требования к работе мелкорозничной торговой сети от семнадцатого марта 1994 г. № 1-314/32-9.

**Некоторые перечни товаров**

- Перечень товаров, информация о которых должна содержать противопоказания для применения при отдельных видах заболеваний от 23 апреля 1997 г. № 481;
- Перечень непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих возврату или обмену на аналогичный товар других размера, формы, габарита, фасона, расцветки или комплектации от 19 января 1998 г. № 55;
- Перечень товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование покупателя о безвозмездном предоставлении ему на период ремонта или замены аналогичного товара от 19 января 1998 г. № 55;

- Перечень товаров длительного пользования, в том числе комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), которые по истечении определенного периода могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде и на которые изготовитель обязан устанавливать срок службы от 16 июня 1997 г. № 720;
- Перечень товаров, которые по истечении срока годности считаются непригодными для использования по назначению от 16 июня 1997 г. № 720;
- Перечень технически сложных товаров, в отношении которых требования потребителя об их замене подлежат удовлетворению в случае обнаружения в товарах существенных недостатков от 13 мая 1997 г. № 575.

#### **Правила оказания услуг**

##### **Бытовое обслуживание и общественное питание**

- Правила бытового обслуживания населения в Российской Федерации от 15 августа 1997 г. № 1025;
- Правила оказания услуг общественного питания от 15 августа 1997 г. № 1036.

##### **Медицинские услуги**

- Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. № 5487-1;
- О медицинском страховании граждан в Российской Федерации от 28 июня 1991 года № 1499-1;
- Программа государственных гарантий обеспечения граждан Российской Федерации бесплатной медицинской помощью от 26 октября 1999 г. № 1194;
- Правила предоставления платных медицинских услуг населению медицинскими учреждениями от 13 января 1996 г. № 27;
- Возмещение вреда (ущерба) застрахованным в случае оказания некачественной медицинской помощи в рамках программы обязательного медицинского страхования. Методические рекомендации от 5 мая 1998 г. № 1993/36.1-и.

##### **Банковские услуги**

- О страховании вкладов физических лиц в банках Российской Федерации от 23 декабря 2003 года № 177-ФЗ;
- О выплатах Банка России по вкладам физических лиц в признанных банкротами банках, не участвующих в системе обязательного страхования вкладов физических лиц в банках Российской Федерации от 29 июля 2004 года № 96-ФЗ.

### **Платные образовательные услуги**

- Правила оказания платных образовательных услуг в сфере дошкольного и общего образования от 5 июля 2001 г. № 505;
- Об утверждении примерной формы договора об оказании платных образовательных услуг в сфере общего образования от 10 июля 2003 г. № 2994.

### **Услуги связи**

- Правила оказания услуг подвижной связи от 25 мая 2005 г. № 328;
- Правила оказания услуг местной, внутризоновой, междугородной и международной телефонной связи от 18 мая 2005 г. № 310;
- Правила оказания услуг почтовой связи от 15 апреля 2005 г. № 221;
- О почтовой связи от 17 июля 1999 года № 176-ФЗ;
- Правила распространения периодических печатных изданий по подписке от 1 ноября 2001 г. № 759;
- Правила оказания услуг телеграфной связи от 15 апреля 2005 г. № 222;
- Правила оказания услуг связи проводного радиовещания от 6 июня 2005 г. № 353.

### **Коммунальные услуги**

- Правила предоставления коммунальных услуг от 26 сентября 1994 г. № 1099;
- Правила предоставления услуг по вывозу твердых и жидких бытовых отходов от 10 февраля 1997 г. № 155.

### **Услуги перевозки**

- О федеральном железнодорожном транспорте от 25 августа 1995 года № 153-ФЗ;
- Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации от 10 января 2003 года № 18-ФЗ;
- Правила оказания услуг по перевозкам на железнодорожном транспорте пассажиров, а также грузов, багажа и грузобагажа для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности от 2 марта 2005 г. № 111;
- Правила перевозок пассажиров, багажа и грузобагажа на федеральном железнодорожном транспорте от 26 июля 2002 г. № 30;
- О классификации вагонов повышенной комфортности и порядке предоставления пассажирам услуг, стоимость которых включается в стоимость проезда от 01.10.2001 № 32;
- Критерии определения категорий поездов для перевозки пассажиров в зависимости от скорости их движения и расстояния следования от 24 декабря 2004 г. № 50;

- Инструкция по организации работы вагонов-ресторанов (вагонов-кафе) пассажирских поездов российских железных дорог от двадцать второго октября 2001 г. № ЦЛ-861;
  - Правила перевозок грузов с объявленной ценностью на железнодорожном транспорте от 29 марта 1999 г. № 13Ц;
  - Правила предъявления и рассмотрения претензий, связанных с перевозкой грузов на железнодорожном транспорте от 27 сентября 2000 г. № 25Ц;
  - Устав автомобильного транспорта РСФСР от 8 января 1969 г. № 12;
  - Временные правила перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом в Российской Федерации от 29.09.97;
  - Правила перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом в РСФСР от 24 декабря 1987 г. № 176;
  - Воздушный кодекс Российской Федерации от девятнадцатого марта 1997 года № 60-ФЗ;
  - Правила международных воздушных перевозок пассажиров, багажа и грузов от 3 января 1986 г. № 1/И;
  - Варшавская конвенция 1929 года об унификации некоторых правил, касающихся международных воздушных перевозок (Гамбургские правила) от 12 октября 1929 года;
  - Правила оказания услуг по перевозке пассажиров, багажа, грузов для личных (бытовых) нужд на внутреннем водном транспорте от 6 февраля 2003 г. № 72;
  - Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 7 марта 2001 года № 24-ФЗ (главы I, XIII, XV, XVIII, XIX);
  - Устав внутреннего водного транспорта Союза ССР от 15 октября 1955 г. № 1801 (разделы I, V, IX, X);
  - Об обязательном личном страховании пассажиров от 7 июля 1992 г. № 750;
  - О размере страхового тарифа по обязательному личному страхованию пассажиров воздушного, железнодорожного, морского, внутреннего водного и автомобильного транспорта от 16 января 1998 г. № 2н.
- Туристические услуги**
- Об основах туристской деятельности в Российской Федерации.
- Услуги по техобслуживанию и ремонту автотранспортных средств**
- Правила оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств от 11 апреля 2001 г. № 290.

### **Другие услуги**

- Правила предоставления гостиничных услуг в Российской Федерации от 25 апреля 1997 г. № 490;
- Правила оказания платных ветеринарных услуг от 6 августа 1998 г. № 898;
- Правила по киноvideообслуживанию населения от 17 ноября 1994 г. № 1264.

### **Закон о рекламе**

#### **Государственные органы, защищающие права потребителей**

- Положение о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 30 июня 2004 г. № 322.

### **Судебная защита**

- Гражданский Процессуальный Кодекс РФ.

#### **Разъяснения и судебная практика по защите прав потребителей**

- Информация об отношениях, регулируемых и не регулируемых законодательством Российской Федерации о защите прав потребителей от 11 марта 2005 г. № 0100/1745-05-32;
- Некоторые вопросы применения законодательства о компенсации морального вреда от 20 декабря 1994 г. № 10;
- О практике рассмотрения судами дел о защите прав потребителей от 29 сентября 1994 г. № 7;
- Разъяснения «О некоторых вопросах применения Закона Российской Федерации от 7 февраля 1992 г. «О защите прав потребителей» от 20 мая 1998 г. № 160.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### **Перечень товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование покупателя о безвозмездном предоставлении ему на период ремонта или замены аналогичного товара**

Утвержден Постановлением Правительства РФ  
от 19 января 1998 г. № 55

(в ред. Постановления Правительства РФ от 20.10.1998 г. № 1222)

1. Автомобили, мотоциклы и другие виды мототехники, прицепы и номерные агрегаты к ним, кроме товаров, предназначенных для использования инвалидами, прогулочные суда и плавсредства.
2. Мебель.
3. Электробытовые приборы, используемые как предметы туалета и в медицинских целях (электробритвы, электрофены, электрощипцы для завивки волос, медицинские электрорефлекторы, электрогрелки, электробинты, электропледы, электроодеяла).
4. Электробытовые приборы, используемые для термической обработки продуктов и приготовления пищи (бытовые печи СВЧ, электропечи, тостеры, электрокипятильники, электрочайники, электроподогреватели и другие товары).
5. Гражданское оружие, основные части гражданского и служебного оружия.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### **Перечень технически сложных товаров, в отношении которых требования потребителя об их замене подлежат удовлетворению в случае обнаружения в товарах существенных недостатков**

Утвержден Постановлением Правительства РФ  
от 13 мая 1997 г. № 575

1. Автотранспортные средства и номерные агрегаты к ним.
2. Мотоциклы, мотороллеры.
3. Снегоходы.
4. Катера, яхты, лодочные моторы.
5. Холодильники и морозильники.
6. Стиральные машины автоматические.
7. Персональные компьютеры с основными периферийными устройствами.
8. Тракторы сельскохозяйственные, мотоблоки, мотокультиваторы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

### **Перечень непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих возврату или обмену на аналогичный товар других размера, формы, габарита, фасона, расцветки или комплектации**

Утвержден Постановлением Правительства РФ  
от 19 января 1998 г. N 55

1. Товары для профилактики и лечения заболеваний в домашних условиях (предметы санитарии и гигиены из металла, резины, текстиля и других материалов, инструменты, приборы и аппаратура медицинские, средства гигиены полости рта, линзы очковые, предметы по уходу за детьми), лекарственные препараты.

2. Предметы личной гигиены (зубные щетки, расчески, заколки, бигуди для волос, парики, шиньоны и другие аналогичные товары).

3. Парфюмерно-косметические товары.

4. Текстильные товары (хлопчатобумажные, льняные, шелковые, шерстяные и синтетические ткани, товары из нетканых материалов типа тканей – ленты, тесьма, кружево и другие); кабельная продукция (провода, шнуры, кабели); строительные и отделочные материалы (линолеум, пленка, ковровые покрытия и другие) и другие товары, отпускаемые на метраж.

5. Швейные и трикотажные изделия (изделия швейные и трикотажные бельевые, изделия чулочно-носочные).

6. Изделия и материалы, контактирующие с пищевыми продуктами, из полимерных материалов, в том числе для разового использования (посуда и принадлежности столовые и кухонные, емкости и упаковочные материалы для хранения и транспортирования пищевых продуктов).

7. Товары бытовой химии, пестициды и агрохимикаты.

8. Мебель бытовая (мебельные гарнитуры и комплекты).

9. Изделия из драгоценных металлов, с драгоценными камнями, из драгоценных металлов со вставками из полудрагоценных и синтетических камней, ограненные драгоценные камни.

10. Автомобили и мототранспортные средства, прицепы и номерные агрегаты к ним; мобильные средства малой механизации сельскохозяйственных работ; прогулочные суда и иные плавсредства бытового назначения.

11. Технически сложные товары бытового назначения, на которые установлены гарантийные сроки (станки металлорежущие и деревообрабатывающие бытовые; электробытовые машины и приборы; бытовая радиоэлектронная аппаратура; бытовая вычислительная и множительная техника; фото- и киноаппаратура; телефонные аппараты и факси-

мильная аппаратура; электромузыкальные инструменты; игрушки электронные, бытовое газовое оборудование и устройства).

12. Гражданское оружие, основные части гражданского и служебного огнестрельного оружия, патроны к нему.

13. Животные и растения.

14. Непериодические издания (книги, брошюры, альбомы, картографические и нотные издания, листовые изоиздания, календари, буклеты, издания, воспроизведенные на технических носителях информации).

## ПРИЛОЖЕНИЕ К

### Перечень консультационных и надзорных органов по защите прав потребителя

Вид нарушения	Орган
Нарушений прав потребителей, в случае необходимости оказания юридической помощи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• МОО Общество защиты прав потребителей «Общественный контроль» 121099, Москва, Шубинский переулок, дом 2/3, 1-й этаж (м. Смоленская), тел.: (499) 241-61-03, <a href="http://www.ozpp.ru">www.ozpp.ru</a>.</li> <li>• Организация по защите прав потребителя, <a href="http://www.zpp.ru">www.zpp.ru</a>.</li> <li>• Отдел по защите прав потребителей управления Роспотребнадзора по Томской области Батенького пер., 3, тел. 51-23-14</li> </ul>
Подозрение на факт совершения мошенничества продавцом (исполнителем)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Управление внутренних дел по Томской области, Управление по борьбе с экономическими преступлениями, ул. Елизаровых, 48/10</li> </ul>
Для установления адреса и реквизитов продавца (производителя, исполнителя) и получения выписки из ЕГРЮЛ (единый государственный реестр юридических лиц)	<p>ИФНС, Инспекция федеральной налоговой службы по г. Томску:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Фрунзе проспект, 55, тел. 28-00-70, 28-04-99;</li> <li>• Нахимова, 8/1, тел. 420735;</li> <li>• Соляная пл., 5, тел. 791400, 654554;</li> <li>• Енисейская, 19а, тел. 280800</li> </ul>
Сибирский федеральный округ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Управление по Томской области, 634021, г. Томск, пр. Фрунзе, д. 103А, (3822) 26 05 61 <a href="mailto:turpn@rpn.tomsk.ru">turpn@rpn.tomsk.ru</a></li> </ul>

## ПРИЛОЖЕНИЕ Л

### Пример написания претензии

Директору магазина 777  
от Ивановой И.И.,  
проживающей по адресу:  
Москва, ул. 5-я Советская 100, кв. 1  
(д. тел. 111-11-11)

### ПРЕТЕНЗИЯ

5 сентября 1999 года в Вашем магазине я купила холодильник «Север», через 6 месяцев, во время гарантийного срока, он сломался.

Я обратилась в гарантийную мастерскую с просьбой устранить дефект. Из-за отсутствия необходимых деталей устранить дефект мастер не смог, нужные детали в ближайший месяц в мастерскую не поступят. Таким образом, этот недостаток не может быть устранен без несоизмеримых затрат времени и относится к существенным, и я имею право на замену холодильника на такой же товар другой марки.

В соответствии с п. 1 ст. 18 Закона РФ «О защите прав потребителей» прошу заменить неисправный холодильник на холодильник «Стинол» с перерасчетом цены.

Прошу рассмотреть мою претензию в течение 7 дней. В случае игнорирования моих требований я буду вынуждена обратиться в суд. В исковом заявлении, помимо вышеизложенного, я буду просить суд взыскать с Вашего магазина компенсацию морального вреда, а также Вам придется платить госпошлину.

Приложения:

- 1) копия товарного чека;
- 2) копия гарантийного талона;
- 3) копия акта осмотра холодильника.

25 марта 2000 г.

Иванова И.И.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	2
<b>РАЗДЕЛ 1. Метрология.....</b>	<b>4</b>
Лабораторная работа 1. Классификация средств измерений и нормируемые метрологические характеристики.....	4
Лабораторная работа 2. Косвенные однократные измерения.....	15
Лабораторная работа 3. Обработка результатов прямых многократных измерений.....	25
Лабораторная работа 4. Оценивание неопределенности результатов прямых многократных измерений .....	34
Лабораторная работа 5. Национальные стандарты: содержание, виды, категории. Указатель «Национальные стандарты» и его применение .....	40
Лабораторная работа 6. Общероссийский классификатор ЕСКД. Присвоение обозначений изделиям и конструкторским документам .....	56
<b>РАЗДЕЛ 2 .....</b>	<b>63</b>
Практическое занятие 1. Единиц физических величин .....	63
Практическое занятие 2. Классы точности средств измерений.....	79
Практическое занятие 3. Оценивание неопределенности измерений.....	87
Практическое занятие 4. Применение закона РФ «О защите прав потребителей».....	101
Приложение А. Пример оформления титульного листа отчета по лабораторной работе .....	112
Приложение Б. Примеры обозначения классов точности .....	113
Приложение В. Критические значения для критерия Граббса.....	114
Приложение Г. Значения коэффициентов Стьюдента .....	115
Приложение Д. Правила округления погрешности и записи результатов измерений.....	116
Приложение Е. Нормативные документы по защите прав потребителя .....	118
Приложение Ж. Перечень товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование покупателя о безвозмездном предоставлении ему на период ремонта или замены аналогичного товара.....	123

Приложение З. Перечень технически сложных товаров, в отношении которых требования потребителя об их замене подлежат удовлетворению в случае обнаружения в товарах существенных недостатков .....	124
Приложение И. Перечень непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих возврату или обмену на аналогичный товар других размера, формы, габарита, фасона, расцветки или комплектации .....	125
Приложение К. Перечень консультационных и надзорных органов по защите прав потребителя.....	127
Приложение Л. Пример написания претензии.....	128

Учебное издание

СПИРИДОНОВА Анна Сергеевна  
НАТАЛИНОВА Наталья Михайловна

# ПРАКТИКУМ ПО МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

Учебное пособие

Научный редактор  
*доктор технических наук, профессор*  
**С.В. Муравьев**

Корректурa *Е.Л. Тен*

Компьютерная верстка *Д.В. Сотникова*

Дизайн обложки *Т.В. Буланова*

Подписано к печати 24.09.2014. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать XEROX. Усл. печ. л. 7,62. Уч.-изд. л. 6,89.

Заказ 941-14. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета

сертифицирована в соответствии с требованиями ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ . 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Профессор С.М. Уноров

методическому комплексу

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### ОП.10 ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

### 15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

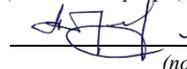
год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

*Управление персоналом*

(название кафедры)

Зав.кафедрой



(подпись)

Абрамов С.М.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 07.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией  
горно-механического факультета

(название факультета)

Председатель



(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Общие положения .....	5
Практическая работа №1	
Рассмотрение рекомендаций по созданию и регистрации юридического лица на основании действующего законодательства .....	6
Практическая работа № 2	
Классификация договоров по их предмету .....	9
Практическая работа № 3	
Заключение договора возмездного оказания услуг .....	11
Практическая работа № 4	
Защита прав потребителя .....	15
Практическая работа № 5	
Рассмотрение экономических споров .....	18
Практическая работа № 6	
Составление проекта трудового договора .....	23
Практическая работа № 7	
Решение практических ситуаций по трудовому праву .....	25
Практическая работа № 8	
Порядок наложения дисциплинарного взыскания на работника .....	27
Практическая работа № 9	
Составление договора о материальной ответственности .....	29
Практическая работа №10	
Порядок рассмотрения трудовых споров в ктс и судах .....	31
Список основных литературных источников.....	35
Библиографический список.....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Практикум по дисциплине «Правовое обеспечение профессиональной деятельности» предназначен для обучающихся специальности 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учёт (по отраслям),

Методические указания по выполнению практических заданий разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учёт (по отраслям), с учетом соответствующей учебной основной образовательной программы.

Целью практикума является закрепление теоретического материала, излагаемого в лекционном курсе. Он направлен на приобретение и развитие навыков самостоятельной работы по решению ситуационных заданий в области правового обеспечения профессиональной деятельности.

Практикум состоит из 10 практических работ и обеспечивает более глубокое изучение теоретического курса дисциплины. Задания и вопросы методических указаний соответствуют уровню подготовленности студентов к изучению данной дисциплины.

В методических указаниях определены цели, требования к выполнению заданий и сдаче отчёта, приведены контрольные вопросы для самоподготовки и рекомендованы литературные источники.

В процессе подготовки к выполнению практических работ студентам следует изучить основные сведения из теории с использованием рекомендуемой литературы.

По итогам освоения материала, обучающиеся должны решить поставленные задачи.

Письменный отчет оформляется согласно «Правилам оформления и требованиям, введённым в действие приказом ректора ДГТУ № 227 от 30.12.2015 года.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Целью выполнения практических занятий является формирование у студентов навыков и умения использовать в практической деятельности знаний, полученных в процессе теоретического изучения дисциплины «Правовое обеспечение профессиональной деятельности»

Выполнение практических работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций в соответствии с программой подготовки специалистов среднего звена по специальности 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учёт (по отраслям),

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития

ОК 5. Владеть информационной культурой, анализировать и оценивать информацию с использованием информационно – коммуникационных технологий

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

ПК 1.1. Обрабатывать первичные бухгалтерские документы.

ПК 1.2. Разрабатывать и согласовывать с руководством организации рабочий план счетов бухгалтерского учета организации.

ПК 1.3. Проводить учет денежных средств, оформлять денежные и кассовые документы

ПК 1.4. Формировать бухгалтерские проводки по учету имущества организации на основе рабочего плана счетов бухгалтерского учета.

ПК 2.1. Формировать бухгалтерские проводки по учету источников имущества организации на основе рабочего плана счетов бухгалтерского учета

ПК 2.2. Выполнять поручения руководства в составе комиссии по инвентаризации имущества в местах его хранения.

ПК 2.3.Проводить подготовку к инвентаризации и проверку действительного соответствия фактических данных инвентаризации данным учета

ПК 2.4.Отражать в бухгалтерских проводках зачет и списание недостачи ценностей (регулировать инвентаризационные разницы) по результатам инвентаризации.

ПК 2.5.Проводить процедуры инвентаризации финансовых обязательств организации.

ПК 3.1.Формировать бухгалтерские проводки по начислению и перечислению налогов и сборов в бюджеты различных уровней.

ПК 3.2. Оформлять платежные документы для перечисления налогов и сборов в бюджет, контролировать их прохождение по расчетно–кассовым банковским операциям.

ПК 3.3.Формировать бухгалтерские проводки по начислению и перечислению страховых взносов во внебюджетные фонды.

ПК 3.4.Оформлять платежные документы на перечисление страховых взносов во внебюджетные фонды, контролировать их прохождение по расчетно – кассовым банковским операциям.

ПК 4.1.Отражать нарастающим итогом на счетах бухгалтерского учета имущественное и финансовое положение организации, определять результаты хозяйственной деятельности за расчетный период

ПК 4.2.Составлять формы бухгалтерской отчетности в установленные законодательством сроки.

ПК 4.3 .Составлять налоговые декларации по налогам и сборам в бюджет, налоговые декларации по Единому социальному налогу (далее - ЕСН) и формы статистической отчетности в установленные законодательством сроки.

ПК 4.4.Проводить контроль и анализ информации об имуществе и финансовом положении организации, ее платежеспособности и доходности.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

### **РАССМОТРЕНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОЗДАНИЮ И РЕГИСТРАЦИИ ЮРИДИЧЕСКОГО ЛИЦА НА ОСНОВАНИИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА**

**Цель работы:** Обосновать порядок создания нового предприятия и государственной регистрации по требованиям действующего законодательства.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные,

#### **Теоретическая часть**

Формирование рыночного механизма хозяйствования и активизация модернизационных процессов в экономике неразрывно связаны с развитием

предпринимательства, представляющего собой важнейший стратегический ресурс, способный обеспечить экономический рост.

*Предпринимательская деятельность* – это особый вид деятельности, которая направлена на извлечение прибыли и основана на самостоятельной инициативе, ответственности и инновационной предпринимательской идее, осуществляемой на свой страх и риск.

Все вновь созданные предприятия должны пройти государственную регистрацию согласно требованиям действующего законодательства. Только зарегистрированному юридическому лицу выдается свидетельство о регистрации, иначе его деятельность будет признана незаконной.

Принимая решение о выборе организационно - правовой формы своего бизнеса, предприниматель определяет требуемый уровень и объем возможных прав и обязательств в зависимости от профиля и содержания будущей предпринимательской деятельности, возможного круга партнеров, существующего законодательства.

При этом выбор наиболее оптимальной формы организации предпринимательской деятельности следует соотносить с возможностями, которые предоставляет действующее законодательство. При осмыслении этих проблем предприниматель принимает решение о правовом статусе учреждаемого предприятия.

#### **Памятка по созданию юридического лица.**

1. Название предприятия
2. Перечень учредительных документов
3. Основные виды деятельности
4. Общая характеристика учредителей
5. Организационно - правовая форма предприятия
6. Источники формирования уставного капитала
7. Ступени регистрации юридического лица

#### **Алгоритм государственной регистрации предпринимательской деятельности.**

##### ***1 этап: Подготовка документов для государственной регистрации.***

*Устав* – это основной учредительный документ, в котором должны быть указаны:

- данные учредительного договора;
  - основные виды деятельности предприятия;
  - взаимоотношения учредителей и органов управления предприятия.
2. *Учредительный договор*, в котором указываются:
    - реквизиты учредителей;
    - название предприятия и его местоположение;
    - формирование уставного капитала и распределение долей.
  3. *Нотариально заверенное заявление*, в котором указываются основные положения устава.

##### ***2 этап: Подача документов в налоговую инспекцию.***

В течение 5 дней происходит регистрация документов, по истечении которых

выдаются зарегистрированные документы, плюс дополнительно налоговая инспекция выдает:

1. Свидетельство о присвоении единого государственного номера в реестре юридических лиц. Это основной документ юридического лица, подтверждающий его государственную регистрацию и внесение в Единый реестр юридических лиц Российской Федерации.

2. Свидетельство о постановке на учет в налоговую инспекцию.

3. Выписка из налоговой инспекции об основных положениях юридического лица.

***3 этап: Подача документов в государственный комитет статистики.***

Подаются следующие документы:

1. копия устава

2. копия выписки из налоговой инспекции

Комитет государственной статистики выдаёт информационное письмо о постановке на учёт в Единый государственный регистр предприятий и организаций, в котором прописываются виды разрешённой деятельности предприятия, место образования предприятия и его организационно - правовая форма.

Кодируется информация о предприятии в соответствии с общими унифицированными формами статистики в Российской Федерации.

***4 этап: Изготовление печати.***

Для осуществления хозяйственной деятельности предприятия необходима печать, которую можно изготовить на частных предприятиях, имеющих лицензию на данный вид деятельности.

***5 этап: Уведомление внебюджетных фондов о создании предприятия.***

Уведомление о создании предприятия во внебюджетных фондах, к которым относятся: Фонд обязательного медицинского страхования, Фонд социального страхования и

Пенсионный фонд, необходимо, так как каждое предприятие обязано перечислять часть своих средств в эти фонды.

***6 этап: Открытие расчётного счёта в банке.***

После этого государственная регистрация юридического лица закончена, и предприятие может осуществлять хозяйственную деятельность.

## **Практическая часть.**

***Задание 1.*** Составьте план мероприятий подготовительного этапа связанного с учреждением, подготовкой и регистрацией Вашего предприятия.

***Задание 2.*** Заполните заявление. Образец заявления прилагается.

**Решите правовые ситуации.**

***Задание 1.***

Гражданин Иванов много лет проработал механиком в большой фирме. Как владелец ценных бумаг он получал часть прибыли предприятия; участвовал в ежегодных собраниях, на которых обсуждались вопросы повышения эффективности работы предприятия. Право на доход сохранилось за ним и после ухода на пенсию.

- Какую форму собственности иллюстрирует этот пример?
- Какие еще права есть у его работников?
- Назовите 2 таких права.

**Задание 2.** К каким организационно-правовым видам юридических лиц относятся предприятия имеющие данные характеристики.

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ.

А. При выходе участник получает стоимость своего пая - \_\_\_\_\_

Б. Уставный капитал образуется из стоимости вклада участников \_\_\_\_\_.

В. Исполнительными органами являются правление и председатель \_\_\_\_\_

Г. Число членов не может быть менее 5 \_\_\_\_\_.

Д. Если количество участников более 50 создается Совет директоров \_\_\_\_\_

#### Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 КЛАССИФИКАЦИЯ ДОГОВОРОВ ПО ИХ ПРЕДМЕТУ

**Цель работы:** научить студентов применять теоретические знания, действующее гражданское законодательство в профессиональной деятельности, привить умение правильно и аргументировано излагать ответы.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные

### Теоретическая часть

**Договор** – это соглашение двух или нескольких лиц об установлении, изменении или прекращении гражданских прав и обязанностей. Договор – это наиболее распространенный вид сделок. Он представляет собой волевой акт (выражение воли лица совершить сделку).

В каждом договоре содержится гражданско – правовое обязательство сторон, которое раскрывается в виде формулы «В силу обязательства одно лицо (должник) обязано совершить в пользу другого лица (кредитора) определенное действие, как то: передать имущество, выполнить работу,

уплатить деньги и т.п., либо воздержаться от определенного действия, а кредитор имеет право требовать от должника исполнения его обязанности» (п.1 ст.307 ГК РФ).

Содержание договора составляют права и обязанности сторон, которые закрепляются в договоре. *Договор считается заключенным, когда между сторонами достигнуто соглашение по всем существующим условиям.* Существенными являются условия о предмете договора, условия, которые признаны существенными законодательством или необходимы для договора данного типа, а также те условия, относительно которых по заявлению одной из сторон должно быть достигнуто соглашение (ст.432ГКРФ). Заключению договора обычно предшествуют предварительные переговоры между сторонами, которые начинаются с проявления инициативы одной из сторон. Процесс переговоров можно подразделить на две стадии: стадию выдвижения предложения о заключении (оферту) и стадию принятия этого предложения (акцепт) (п.2 ст.432 ГК РФ).

Договор считается заключенным с момента получения акцепта (согласия), при передаче имущества или в момент государственной регистрации договора.

*Гражданско – правовые договора классифицируются по предмету договора:*

1. по передаче имущества в собственность;
2. по передаче имущества в пользование;
3. по производству работ;
4. по реализации результатов творческой деятельности;
5. по совместной деятельности;
6. по оказанию услуг.

### **Практическая часть**

**Ответьте на поставленные вопросы.**

1. Перечислите существенные условия договора.
2. Какие виды договоров вы знаете?
- 3.Какие виды договоров наиболее чаще будут встречаться в вашей профессиональной деятельности?
- 4.С какого момента договор считается заключенным?
5. Раскройте понятия: оферта, акцепт.

**Задание.**

На основе ГК РФ составить перечень договоров по их предмету.

**Содержание отчета.**

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДОГОВОРА ВОЗМЕЗДНОГО ОКАЗАНИЯ УСЛУГ

**Цель работы:** научить студентов применять теоретические знания, действующее гражданское законодательство в профессиональной деятельности. Отработка практических навыков в составлении договора.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные,

#### Теоретическая часть

Правильное заключение договора возмездного оказания услуг поможет избежать проблем, в случае его полного или частичного неисполнения, а также в случае отказа заказчика произвести по нему выплату. Особенности заключения и исполнения обязательств по договору возмездного оказания услуг регулируются *главой 39 ГК РФ*.

Как и любой договор, заключаемый в письменной форме, такой вид договора имеет определённый набор условий, наличие которых в договоре если и не обязательно, то желательно.

**Цена** – согласно *ст. 709 ГК РФ*, не является обязательным условием такого вида договоров. Помимо стоимости работ, включает в себя стоимость понесённых издержек, и определяется путём составления сметы расходов. Стоимость работ может быть указана в твёрдой денежной сумме либо приблизительной. Если стоимость работ значительно возрастает в связи с увеличением стоимости материалов, подрядчик имеет право на увеличение установленной договором цены.

**Сроки** – согласно *ст. 708 ГК РФ* сторонами оговариваются сроки начала и окончания работы подрядчика. Кроме того могут быть установлены промежуточные сроки. За их нарушение подрядчик несёт ответственность установленную договором.

**Ответственность**, как правило, связана со сроками сдачи и приёма оказанных услуг, и устанавливается в виде штрафных санкций в отношении виновного лица. Если заключённым договором не определена мера ответственности, то она регулируется согласно *ст. 395 ГК РФ*, в зависимости от ставки рефинансирования. Избежать ответственности можно доказав факт действия непреодолимой силы.

**Права и обязанности сторон**, сводятся к тому, что согласно *ст. 779 ГК РФ* подрядчик обязуется произвести определённые работы либо совершить действия, предусмотренные заключаемым договором, а заказчик, должен принять их и оплатить в сроки указанные в соглашении.

#### **Особенности заключения договора**

---

Основной особенностью договора подряда, является определения исполнителя и документов требуемых для заключения договора с ним, а именно:

Документы, подтверждающие его право на занятие определённым видом деятельности.

Лицензия – если этот вид деятельности относится к лицензируемым. Перечень такого рода услуг перечислен в ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности».

Если договор заключается с ИП, то необходимо затребовать документы, подтверждающие его государственную регистрацию.

Если договор заключается с юридическим лицом, то подрядчиком предоставляются данные предприятия. Копии учредительных документов, данные о его учредителях, сроки работы предприятия, его юридический адрес и данные лица, имеющего право на подписание документов от лица компании.

Если договор подписывается по доверенности, то она должна быть выдана первым руководителем компании, с которой заключается договор, либо лицом имеющим право подписи.

**Важно!** В учредительных документах предприятия должен быть указан исчерпывающий перечень услуг, которые она предоставляет. Необходимо внимательно с ним ознакомиться и убедиться, что требуемые вам услуги в него входят.

Кроме того подрядчик обязан представить заказчику по первому требованию всю имеющуюся информацию об оказываемых им услугах с подробными разъяснениями, если таковые потребуются.

Качество произведённых работ, если условия их не расписаны в заключённом сторонами договоре, согласно ст. 721 ГК РФ предъявляются согласно требованиям установленным для аналогичных работ.

Согласно ст. 782 ГК РФ при отказе заказчика от исполнения договора, он обязан возместить подрядчику все понесённые им расходы.

Оплата услуг может производиться частями или полностью по окончании работ. В случае если работы не были окончены по вине заказчика, он согласно ст. 781 ГК РФ обязан произвести полную оплату услуг.

## Практическая часть.

**Задание.** Заполнить договор на оказание услуг на основании предложенной ситуации. Недостающие данные восполнить самостоятельно. Образец договора прилагается.

14 июня 2018 г. между Обществом с ограниченной ответственностью «Экопласт» (ООО «Экопласт») директор Общества Третьяков Вадим Сергеевич, действующий на основании Устава от 15.05.2016г. и ООО «Магнит», управляющий магазином Иванов Петр Иванович, действующий на основании доверенности от 15.06.2017 г. заключили договор о оказании услуг по изготовлению и установке 10 (десяти) металлопластиковых окон и 3 (трех) металлопластиковых внутренних дверей в торговом зале.

### Договор оказания услуг

Город \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(организационно-правовая форма юридического лица, наименование индивидуального предпринимателя)

именуемое в дальнейшем «Исполнитель», в  
лице \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О.)

действующего на основании \_\_\_\_\_, с одной  
стороны

и \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(организационно-правовая форма юридического лица, наименование индивидуального предпринимателя)

именуемое в дальнейшем «Заказчик», в лице \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О.)

действующего на основании, \_\_\_\_\_ с другой стороны  
заключили настоящий договор о нижеследующем.

### Предмет и общие условия договора

1.1. В соответствии с настоящим договором Исполнитель обязуется по заданию Заказчика оказать ему или указанному им лицу следующие услуги: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
а Заказчик обязуется оплатить эти услуги. Оказание услуг производится в порядке и в сроки, установленные Графиком оказания услуг, подписываемым обеими сторонами и являющимся неотъемлемой частью настоящего договора.

1.2. Исполнитель обязуется оказать предусмотренные настоящим договором услуги лично.

1.3. Срок действия настоящего договора:

Начало: \_\_\_\_\_

Окончание: \_\_\_\_\_;

1.4. В случае, невозможности исполнения, возникшей по вине Заказчика, услуги подлежат оплате в полном объёме. В случае, когда невозможность исполнения возникла по обстоятельствам, за которые ни одна из сторон не отвечает, Заказчик возмещает Исполнителю фактические им расходы.

1.5. Заказчик вправе отказаться от исполнения настоящего договора при условии оплаты фактически понесённых им расходов.

1.6. Исполнитель вправе отказаться от исполнения настоящего договора при условии полного возмещения Заказчику убытков.

## **2. Права и обязанности сторон**

### **2.1. Исполнитель обязуется:**

2.1.1. Оказывать услуги в полном соответствии с условиями настоящего договора.

2.1.2. Информировать Заказчика о ходе оказания услуг по настоящему договору.

2.1.3. По завершении оказания услуг по настоящему договору предоставить Заказчику отчёт в письменной форме о результатах оказания услуг.

2.1.4. Сохранять конфиденциальность о деятельности Заказчика и информации, полученной в ходе оказания услуг по настоящему Договору.

2.1.5. Информировать Заказчика о предполагаемых изменениях и последствиях, которые могут возникнуть у Заказчика в ходе или в результате оказания услуг, если таковые изменения и последствия предвидятся Исполнителем.

2.1.6. В процессе оказания услуг по настоящему Договору руководствоваться интересами Заказчика.

### **2.2. Заказчик обязуется:**

2.2.1. Предоставить Исполнителю всю необходимую для оказания услуг информацию и документы.

2.2.2. Организовать необходимые условия для эффективной работы Исполнителя (время, место, необходимое оборудование).

2.2.3. Принять и оплатить оказанные услуги в соответствии с условиями настоящего договора.

## **3. Сдача-приёмка услуг**

3.1. Отчёт о результатах оказания услуг является основанием для подписания сторонами Акта сдачи-приёма услуг, который составляется Исполнителем и подписывается сторонами в течение трёх дней с момента сдачи указанного отчёта Заказчику оказания услуг.

3.2. Претензии Заказчика по качеству и своевременности оказанных услуг направляются Исполнителю в письменном виде в течение 5 (пяти) календарных дней с момента окончания оказания услуг или их отдельных этапов, обусловленных договором. В противном случае услуги считаются принятыми без претензий.

## **4. Стоимость и порядок расчётов**

4.1. Стоимость оказываемых Исполнителем услуг составляет \_\_\_\_\_  
( \_\_\_\_\_ ) руб., в том числе НДС по ставке \_\_\_\_\_% на сумму  
\_\_\_\_\_руб.

4.2. Оплата услуг производится в следующем порядке:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

## 5. Ответственность сторон

5.1. За неисполнение или ненадлежащее исполнение своих обязательств по настоящему договору, стороны несут ответственность в соответствии с действующим законодательством РФ.

5.2. При полной или частичной просрочке оплаты оказанных услуг Заказчик уплачивает Исполнителю пеню в размере \_\_\_\_\_% от неоплаченной суммы за каждый день просрочки.

## 6. Прочие условия договора

6.1. Настоящий договор вступает в силу с момента подписания обеими сторонами и действует до момента полного исполнения сторонами своих обязательств.

6.2. Настоящий договор заключён в двух экземплярах, имеющих равную юридическую силу, по одному для каждой из сторон.

6.3. Все вопросы, не урегулированные настоящим договором, разрешаются в соответствии с действующим законодательством РФ.

6.4. Все споры, возникающие в связи с исполнением настоящего договора, разрешаются в судебном порядке в соответствии с действующим законодательством РФ.

6.5. Все изменения и дополнения к настоящему договору вступают в силу с момента подписания обеими сторонами.

## 7. Реквизиты и подписи сторон

### Исполнитель

Общество с ограниченной ответственностью «Экопласт»

119991, г. Шахты, ул. Шишкина, 162

ИНН 7706548313

КПП 775001001

р/с 40701810600000000128 в ЗАО «Дон-Текс Банк» г. Шахты

к/с 30101810800000000174

БИК 044579174

### Заказчик

Общество с ограниченной ответственностью «Магнит»

355035, г. Шахты, ул. Ворошилова, 33

ИНН 2634053310

КПП 263401001

к/с 03212000150

р/с 40201810800000100001 в ЗАО «Дон-Текс Банк» г. Шахты

БИК 040702001

Подписи сторон:

Исполнитель: \_\_\_\_\_

Заказчик: \_\_\_\_\_

### Содержание отчета.

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4 ЗАЩИТА ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЯ

**Цель работы:** научить студентов применять теоретические знания, действующее законодательство к конкретным жизненным ситуациям, привить умение правильно и аргументировано излагать при решении практических ситуаций.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные.

### **Теоретическая часть**

Государственная защита прав потребителя гарантируется Конституцией Российской Федерации (ст.45), Гражданским кодексом РФ, и Законом РФ «О защите прав потребителя».

По закону потребителем является гражданин, который приобретает и использует товары, заказывает услуги и работы либо намерен приобрести, заказать, использовать их для личных бытовых нужд. Потребителем также является гражданин, который пользуется приобретенным товаром, работой, услугой. Но в их число не входят граждане предприниматели, которые приобретают товары, пользуются услугами, заказывают работы в целях предпринимательской деятельности, то есть для извлечения прибыли.

Правам потребителя корреспондируют соответствующие обязанности продавца, изготовителя, исполнителя, за нарушение которых каждый из них несет ответственность.

За нарушение прав потребителя Виновная сторона несёт материальную ответственность в форме уплаты неустойки, возмещение убытков.

### **Практическая часть**

#### **Задание:**

На основании законодательных актов регулирующих защиту прав потребителя ответьте на вопросы следующих задач.

При выполнении задания используйте Информационные ресурсы «Консультант Плюс» и «Гарант».

#### **Задача 1.**

Аронов обратился в суд с иском к АО «АвтоВАЗ» о возврате товара, взыскании стоимости автомобиля, неустойки и компенсации морального вреда, сославшись на то, что 22.05.2000 г. приобрел автомобиль ВАЗ-21110. В процессе эксплуатации автомобиля были обнаружены недостатки, в связи с чем он обратился с претензией к АО «АвтоВАЗ» сначала с требованием об устранении обнаруженных недостатков, а затем с заявлением о расторжении договора, принятии некачественного автомобиля и возврате уплаченной денежной суммы. Предъявленная заявителем «АвтоВАЗу» претензия о возмещении убытков, причиненных расторжением договора купли-продажи, ответчиком в установленный 10-ти дневный срок оставлена без ответа. Поскольку в удовлетворении заявления ему было отказано, он обратился с указанными требованиями в суд.

Решением суда г. Тольятти от 05.07.2002 г. иск удовлетворен частично. АО «АвтоВАЗ» обязано принять у А. автомобиль ВАЗ-21110, с ответчика в пользу истца взыскана стоимость автомобиля 195000. Отказывая во взыскании неустойки и компенсации морального вреда суд указал, что ст.ст.22-23 Закона РФ «О защите прав потребителей» не предусматривают взыскание неустойки при указанном заявленном требовании, а для взыскания компенсации морального вреда у суда оснований не было, поскольку в данном случае вины ответчика в невозможности для истца использования автомобиля не было.

Какими нормативными правовыми актами регулируются права потребителей?

Какие права возникают у потребителя в связи с приобретением недоброкачественного товара?

Имеет ли потребитель право на взыскание неустойки, убытков, морального вреда?

Правильное ли решение принял суд?

### **Задача 2.**

Х. обратился в суд, сославшись на то, что 22 марта 2001 г. заключил с ответчиком договор о долевом участии в реконструкции жилого дома по Стахановцев, 13, по условиям которого он должен был оплатить ООО «Компания "Град-инвест"» стоимость реконструкции четырехкомнатной квартиры в указанном доме в размере, эквивалентном 52200 долларов США, а ООО - передать ему эту квартиру в течение 60 дней после приемки дома государственной комиссией. адресу: г. Санкт-Петербург, ул. При этом, срок окончания строительства и представления дома для приемки государственной комиссией определен не позднее III квартала 2001 г. Свои обязательства по договору от 22 марта 2001 г. истец выполнил полностью, однако дом сдан государственной комиссии только 30 октября 2002 г., а квартира передана Х. лишь 3 марта 2003 г., то есть со значительным нарушением установленного соглашением сторон срока.

В соответствии со ст. 15 Закона Российской Федерации от 7 февраля 1992 г. с последующими изменениями и дополнениями «О защите прав потребителей» моральный вред, причиненный потребителю вследствие нарушения изготовителем (исполнителем, продавцом, уполномоченной организацией или уполномоченным индивидуальным предпринимателем, импортером) прав потребителя, предусмотренных законами и правовыми актами Российской Федерации, регулирующими отношения в области защиты прав потребителей, подлежит компенсации причинителем вреда при наличии его вины. Размер компенсации морального вреда определяется судом и не зависит от размера возмещения имущественного вреда.

Согласно ч. 6 ст. 13 того же Закона при удовлетворении судом требований потребителя, установленных законом, суд взыскивает с изготовителя (исполнителя, продавца, уполномоченной организации или уполномоченного индивидуального предпринимателя, импортера) за несоблюдение в добровольном порядке удовлетворения требований

потребителя штраф в размере пятьдесят процентов от суммы, присужденной судом в пользу потребителя.

Суд первой инстанции при рассмотрении дела исходил из того, что на правоотношения сторон Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей» не распространяется, а потому при разрешении настоящего спора следовало руководствоваться нормами ГК РФ и положениями заключенного между Х. и ООО «Компания "Град-Инвест"» договора от 22 марта 2001 г., а не нормами указанного Закона.

Между тем, согласно п. 1 Постановления Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 29 сентября 1994 г. с последующими изменениями и дополнениями «О практике рассмотрения судами дел о защите прав потребителей» законодательство о защите прав потребителей регулирует отношения между гражданином, имеющим намерение заказать или приобрести либо заказывающим, приобретающим или использующим товары (работы, услуги) исключительно для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности, с одной стороны, и организацией либо индивидуальным предпринимателем, производящими товары для реализации потребителям, реализующими товары потребителям по договору купли-продажи, выполняющими работы или оказывающими услуги потребителям по возмездному договору, с другой стороны.

Распространяется ли Закон РФ «О защите прав потребителей» на возникшие в задаче правовые отношения?

Какое решение должен принять суд?

### **Критерии оценок.**

Задача считается решенной верно, если она имеет правильное решение, если применены правильно нормы законодательных актов, регулирующих защиту прав потребителя, имеется ссылка на правовую норму и в задаче сделан правильный вывод.

При вышеуказанном выполнении 2 задач ставится оценка "отлично"; при одной - оценка "хорошо"; при невыполнении задания - "неудовлетворительно".

### **Содержание отчета.**

Отчет должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5 РАССМОТРЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПОРОВ**

**Цель работы:** научить студентов применять теоретические знания, действующее законодательство к конкретным жизненным ситуациям,

привить умение правильно и аргументировано излагать при решении практических ситуаций.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные.

### **Теоретическая часть**

У каждого из субъектов права, ведущих предпринимательскую деятельность, есть свои собственные интересы, преследуя которые, они могут вступить в конфликт друг с другом. Для разрешения конфликта нужна третья сторона, объективная и независимая. Такой стороной выступает арбитражный суд, который разрешает споры между организациями. Порядок рассмотрения дел арбитражными судами устанавливается Арбитражным процессуальным кодексом Российской Федерации (АПК РФ).

**Экономические споры** – это разногласия, возникшие между участниками экономической жизни, которыми являются юридические лица, а также граждане, зарегистрированные в качестве предпринимателей.

Экономические споры довольно многочисленны по количеству. Многообразны и виды экономических споров. Рассмотрим основные виды экономических споров встречающихся на практике.

*1. Преддоговорные споры.* Они возникают в самом начале договорных отношений, когда еще и договор-то сторонами не подписан. Спорят стороны о договорных условиях. От того, как эти условия будут определены, потом будет зависеть очень многое. Если стороны вдруг поссорятся, то суд, рассматривая их спор, будет неукоснительно исходить из условий договора точно так же, как если бы это был закон.

*2. Договорные споры.* Это споры о правах и обязанностях сторон, вытекающих из уже заключенного договора. Именно они чаще всего и встречаются в арбитражном суде. Как правило, это споры о неисполнении или ненадлежащем исполнении договорных обязательств. В этих случаях закон дает право взыскать все убытки, причиненные срывом договорных обязательств, или заставить исполнить обязательство в натуре, или взыскать долг с уплатой процентов, или применить иные меры гражданско-правовой ответственности.

Гораздо реже стороны договора спорят об изменении или расторжении договорных обязательств. Однако здесь стороне, пожелавшей изменить или расторгнуть договор, нужно доказать, что обстоятельства существенно изменились и в момент заключения договора их нельзя было предусмотреть. Например, в связи с повышением курса доллара поездки за товаром в другие страны стали невыгодными, и поэтому поставщик хочет расторгнуть договорные отношения с торговым предприятием. Разумеется, можно потребовать расторжения договора, если контрагент нарушает договор.

*3. Споры о нарушении прав собственника (законного владельца).* В этих спорах истец может требовать либо устранить препятствия в пользовании принадлежащим ему имуществом или истребовать свое имущество у того, кто каким-либо образом завладел им незаконно.

4. *Споры, связанные с причинением убытков.* Убытки могут причиняться как в результате исполнения договоров, так и в случаях, когда между сторонами спора договор не заключался.

5. *Споры с государственными органами.* Государство в определенной мере регулирует бизнес. Но иногда государственные органы делают это с нарушением норм законодательства. Множество споров связано с местными органами власти, допустим, отказывающими в государственной регистрации или уклоняющимся от регистрации предприятий в определенный срок. Помочь бизнесменам может арбитражный суд, если они в него обратятся. Часто приходится спорить с налоговыми органами. Например, если они взыскивают с банковского счета предприятия излишнюю сумму или незаконно накладывают штрафы. Возвратить свои деньги можно через арбитражный суд.

6. *Споры о деловой репутации, товарных знаках.*

Для субъектов предпринимательской деятельности основными органами, разрешающими возникшие споры, являются арбитражные и третейские суды, так как исполнение принятого судебного решения обеспечивается принудительной силой государства.

Система арбитражных судов Российской Федерации закреплена в ст. 127 Конституции РФ, Федеральном конституционном законе «О судебной системе Российской Федерации» и Федеральном конституционном законе «Об арбитражных судах в Российской Федерации». Порядок рассмотрения споров в системе арбитражных судов регулируется Арбитражным процессуальным кодексом Российской Федерации.

**Арбитражный суд** представляет собой орган государственной власти, призванный рассматривать и разрешать в соответствии с Арбитражным процессуальным кодексом экономические, а также иные подведомственные ему споры в основном между предприятиями, учреждениями, организациями, а также между гражданами, осуществляющими предпринимательскую деятельность без образования юридического лица и имеющими статус индивидуального предпринимателя, приобретенный в установленном законом порядке.

## **Практическая часть**

### **Ответьте на поставленные вопросы:**

1. Дайте определение понятия «экономические споры». Сформулируйте причины, по которым могут возникать эти споры.
2. Какие экономические споры подведомственны арбитражному суду?
3. Кто может быть субъектом споров, разрешаемых арбитражными судами?
4. Как происходит возбуждение дела в арбитражном суде? Назовите срок рассмотрения арбитражных дел.

### **Задание:**

На основании законодательных актов регулирующих экономические споры в предпринимательской деятельности ответьте на вопросы следующих задач.

При выполнении задания используйте Информационные ресурсы «Консультант Плюс» и «Гарант».

### **Задача 1**

Единственным участником ООО «Парадигма» Ершовым принято решение об изменении места нахождения ООО. В качестве места нахождения общества участник избрал место своего проживания.

В связи с этим директор ООО «Парадигма» Ершов обратился в регистрирующий орган с заявлением о государственной регистрации изменений, вносимых в учредительные документы юридического лица, одновременно представив устав общества, решение о внесении изменений в учредительные документы, документ об уплате госпошлины.

Регистрирующий орган принял решение об отказе в государственной регистрации изменений по основанию непредставления необходимых для государственной регистрации документов, а именно заявления по установленной форме. Регистрирующий орган посчитал заявление не представленным, поскольку в заявлении указан адрес места нахождения общества, который не соответствует п.п.2,3 ст.288 ГК РФ, п.2 ст.671 ГК РФ, так как в качестве места нахождения общества указан адрес места жительства директора общества, т.е. жилое помещение.

ООО «Парадигма» обратилось в арбитражный суд с заявлением о признании недействительным и подлежащим отмене решения регистрирующего органа об отказе в государственной регистрации юридического лица в случае непредставления определенных Федеральным законом от 08 августа 2001 г. № 129-ФЗ «О государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей» необходимых для государственной регистрации документов. ООО просило суд обязать регистрирующий орган произвести регистрацию изменений, вносимых в учредительные документы общества, связанные со сменой места нахождения общества.

Какое решение должен вынести суд?

### **Задача 2**

Участниками ООО «Экватор» было принято решение о его ликвидации. В связи с этим в ЕГРЮЛ была внесена запись о принятии решения о ликвидации ООО и в периодическом печатном издании было размещено объявление о ликвидации ООО.

Налоговым органом ООО «Экватор» было направлено требование об уплате налога и приняты меры по взысканию сумм налогов и пеней в бесспорном порядке.

Решением участников ООО «Экватор» был утвержден ликвидационный баланс.

Регистрирующий орган принял решение отказать в государственной регистрации прекращения деятельности юридического лица в связи с его ликвидацией на основании подп.«а» п.1 ст.23 Федерального закона от 08 августа 2001 г. № 129-ФЗ «О государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей», согласно которому отказ в государственной регистрации допускается в случае непредставления определенных законом необходимых для государственной регистрации документов. Представленный в регистрирующий орган ликвидационный баланс не подтверждает завершение всех расчетов с кредиторами, т.к. имеются сведения об отсутствии удовлетворения требований по обязательным платежам в бюджет.

ООО «Экватор» обратилось в арбитражный суд с заявлением к регистрирующему органу о признании недействительным его решения об отказе в государственной регистрации прекращения деятельности юридического лица и об обязанности выдать свидетельство о ликвидации юридического лица в связи с внесением записи в ЕГРЮЛ о государственной регистрации прекращения деятельности юридического лица.

Какое решение должен вынести суд?

### **Задача 3**

Индивидуальный предприниматель Осоргин заключил договор купли-продажи спортивного инвентаря с филиалом ООО «Старт». От имени филиала ООО «Старт» договор был подписан директором, не имеющим доверенности, подтверждающей его полномочия. ООО «Старт» впоследствии не одобрил сделку.

Индивидуальный предприниматель Осоргин передал филиалу ООО «Старт» по акту приема-передачи спортивный инвентарь.

По договору купли-продажи, филиал обязан был произвести оплату стоимости инвентаря в течение трех дней после подписания договора. Однако филиал не произвел оплату стоимости инвентаря по представленной счет - фактуре. Предприниматель Осоргин направил филиалу претензию, а по истечении тридцати дней после направления претензии, обратился в арбитражный суд с иском о взыскании долга за поставленный товар и пени за просрочку платежа.

Какое решение должен вынести суд?

### **Задача 4**

Участником ООО «Горн» Филиным было принято решение о ликвидации общества и назначении ликвидационной комиссии. В Вестнике государственной регистрации было опубликовано уведомление о принятии решения о ликвидации ООО «Горн».

В инспекцию Федеральной налоговой службы председателем ликвидационной комиссии Голованой, не являющейся участником ООО «Горн», были поданы уведомления о принятии решения о ликвидации ООО «Горн» и о формировании ликвидационной комиссии юридического лица. Налоговым органом в ЕГРЮЛ внесены соответствующие записи о принятии

решения о ликвидации ООО «Горн» и формировании ликвидационной комиссии.

Ликвидационной комиссией был составлен промежуточный бухгалтерский баланс, о чем инспекция федеральной налоговой службы была уведомлена.

Ликвидационной комиссией Общества был составлен ликвидационный баланс и подано заявление о государственной регистрации организации в связи с ее ликвидацией. Заявление подписано председателем ликвидационной комиссии Головановой. Инспекцией федеральной налоговой службы принято решение о государственной регистрации прекращения деятельности ООО «Горн» в связи с его ликвидацией по решению участников.

Ссылаясь на то, что Филин не мог принять решение о ликвидации ООО «Горн» без участия Митина, являющегося участником общества, Митин обратился в арбитражный суд.

Какое решение должен вынести суд?

### **Критерии оценок.**

Задача считается решенной верно, если она имеет правильное решение, если применены правильно нормы законодательных актов, регулирующих экономические споры, имеется ссылка на правовую норму и в задаче сделан правильный вывод.

При вышеуказанном выполнении 4-х задач ставится оценка "отлично"; при трех - оценка "хорошо"; при двух - "удовлетворительно"; менее двух - "неудовлетворительно".

### **Содержание отчета.**

Отчет должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6 СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА ТРУДОВОГО ДОГОВОРА С РАБОТНИКОМ**

**Цель работы:** научить студента применять теоретические знания на практике, а также приобрести практические навыки в составлении трудового договора.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные,

### **Теоретическая часть**

**Трудовым договором** называют соглашение между работодателем и работником описывающее характер трудовых отношений. Трудовой договор на юридическом уровне оговаривает взаимные права и обязанности

участников трудового процесса. Только правильно составленный трудовой договор может защитить интересы работодателя и не ущемит при этом прав работника, и поможет избежать многих нежелательных правовых последствий. Работодатель и работник являются сторонами трудового договора.

**Трудовой договор** это такое соглашение между работником и работодателем, в соответствии с которым работодатель обязуется предоставить работнику работу, обеспечить условия труда, в срок и полностью выплачивать работнику заработную плату. В свою очередь работник обязуется лично выполнять определенную этим соглашением трудовую функцию, соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, действующие у данного работодателя.

Законодательством предусмотрен определенный порядок заключения трудового договора.

**Содержание трудового договора:**

- фамилия, имя, отчество работника и наименование работодателя, заключившие трудовой договор;
- место работы (с указанием структурного подразделения);
- дата начала работы;
- наименование должности, специальности, профессии с указанием квалификации в соответствии со штатным расписанием организации или конкретная трудовая функция.
- права и обязанности работника;
- права и обязанности работодателя;
- характеристики условий труда, компенсации и льготы работникам за работу в тяжелых, вредных и (или) опасных условиях;
- режим труда и отдыха;
- условия оплаты труда (в том числе размер тарифной ставки или должностного оклада работника, доплаты, надбавки и поощрительные выплаты);
- виды и условия социального страхования, непосредственно связанные с трудовой деятельностью;
- иные условия, не ухудшающие положение работника по сравнению с Трудовым кодексом, законами и иными нормативными правовыми актами, коллективным договором, соглашениями.

Условия трудового договора могут быть изменены только по соглашению сторон и в письменной форме.

**Срок трудового договора:**

1. на неопределенный срок;
2. определенный срок не более пяти лет (срочный трудовой договор)

**Стороны трудового договора:**

**Работник** - гражданин с 16 лет (с 15 лет - в случае получения основного общего образования либо оставления общеобразовательного

учреждения, с 14 лет - работающий в свободное от учебы время с согласия одного из родителей, (опекуна, попечителя) и органа опеки и попечительства)

**работодатель** - гражданин, индивидуальный предприниматель или организация любой организационно-правовой формы.

**Трудовой договор** заключается *в письменной форме*. Прием на работу оформляется приказом (распоряжением) работодателя. Приказ (распоряжение) объявляется работнику под расписку. Трудовой договор, не оформленный в письменной форме, считается заключенным, если работник приступил к работе с ведома или по поручению работодателя или его представителя. При фактическом допущении работника к работе работодатель обязан оформить с ним трудовой договор в письменной форме не позднее трех рабочих дней со дня фактического допущения работника к работе.

При заключении трудового договора может быть обусловлено соглашением сторон **испытание** с целью проверки соответствия работника поручаемой ему работе. Условие об испытании должно быть указано в трудовом договоре.

### Практическая часть

#### Ответьте на поставленные вопросы.

1. Что такое трудовой договор и его виды?
2. Содержание трудового договора.
3. Права и обязанности сторон трудового договора.
4. Чем трудовой договор отличается от других видов договоров?
5. В какой форме и на какой срок может заключаться трудовой договор?
6. В каком порядке осуществляется прием на работу?
7. Что такое испытание при приеме на работу, каковы его сроки и юридическое значение?

**Задание.** ООО "ВСК" в лице Генерального директора Сергеева Павла Александровича, действующего на основании Устава, заключить трудовой договор с бухгалтером материального отдела (Ф.И.О работника) сроком на год, установив для работника испытательный срок 1 месяц.

Недостающие данные дополнить самостоятельно.

При выполнении задания используйте Информационные ресурсы «Консультант Плюс» и «Гарант», Трудовой кодекс РФ.

#### Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7 РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ ПО ТРУДОВОМУ ПРАВУ

**Цель работы:** научить студентов применять теоретические знания, действующее трудовое законодательство к конкретным жизненным ситуациям, привить умение правильно и аргументировано излагать ответы при решении практических ситуаций.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные

### **Практическая часть**

На основании Трудового Кодекса РФ необходимо ответить на вопросы следующих задач. Ответ на данные задачи должен содержать ссылки на ТК РФ или выписки из комментариев ТК.

**Задача 1.** В городской центр занятости населения обратился токарь Михайлов, уволенный с предприятия в связи с сокращением численности работников, с заявлением о признании его безработным и назначении пособия по безработице.

Какие документы необходимо представить Михайлову в центр занятости для регистрации в качестве безработного?

Какова процедура признания гражданина безработным?

Какие категории граждан не могут быть признаны безработными?

**Задача 2.** С Некрасовым был заключен трудовой договор о его работе в организации в качестве инженера-экономиста. В приказе о его приеме на работу была установлена дата начала работы – 20 марта, указана должность – инженер-экономист, размер месячного оклада. 17 апреля Некрасова ознакомили с приказом о расторжении с ним трудового договора как не выдержавшим испытания при приеме на работу.

Правильно ли поступил руководитель данной организации?

Может ли Некрасов обратиться в суд?

**Задача 3.** Рабочий частного предприятия Кашин был уволен за выход на работу в нетрезвом состоянии. Считая свое увольнение неправильным, Кашин подал заявление в суд об изменении формулировки причины увольнения (на увольнение по собственному желанию), так как до этого проступка он подал заявление об увольнении по собственному желанию.

Суд изменил формулировку причины увольнения на собственное желание, чем удовлетворил иск.

Правильно ли решил суд это дело?

**Задача 4.** По причинам производственного характера директор предприятия самостоятельно изменил график ежегодных отпусков путем издания соответствующего приказа. Согласно этому приказу, всем работникам, в том числе и подросткам, у которых отпуск по графику приходился на летние месяцы, время отпуска было перенесено на осень-зиму текущего года.

В каком порядке утверждается график отпусков?

Может ли несовершеннолетним лицам предоставляться отпуск в удобное для них время?

Какой продолжительностью предоставляется ежегодный основной оплачиваемый отпуск несовершеннолетним лицам?

**Задача 5.** К моменту окончания смены токарь Смирнов не успел подготовить рабочее место для сдачи его своему сменщику Жилину. Поскольку время работы Смирнова закончилось, он, ссылаясь на неотложные дела, поспешил уйти. Вследствие того что рабочее место не было подготовлено, Жилин отказался приступить к работе. На основании докладной записки бригадира смены приказом руководителя организации Смирнову и Жилину был объявлен выговор.

Правомерно ли привлечение к дисциплинарной ответственности Смирнова и Жилина.

#### **Задача №6**

Морозова Валентина была приглашена на работу в ООО "Рассвет" в качестве менеджера. Руководитель, желая проверить умение М. работать с клиентами, допустил ее к работе без оформления трудового договора и без издания приказа. Поскольку М. не обладала надлежащими деловыми качествами, через неделю руководитель сообщил ей, что она испытание не выдержала и на работу принята не будет. Не согласившись с действиями руководителя, она обратилась в суд по вопросу восстановления на работу.

1. Какое решение должен вынести суд?
2. Возникли ли у Морозовой трудовые отношения с ООО "Рассвет"?
3. Если возникли, то каким нормативным актом это обстоятельство регулируется?

#### **Критерии оценок.**

Задача считается решенной верно, если она имеет правильное решение, если применены правильно нормы материального права, имеется ссылка на правовую норму и в задаче сделан правильный вывод.

При вышеуказанном выполнении семи задач ставится оценка "отлично", при четырех - оценка "хорошо"; при двух - "удовлетворительно"; менее двух - "неудовлетворительно".

#### **Содержание отчета.**

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8 ПОРЯДОК НАЛОЖЕНИЯ ДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗЫСКАНИЯ НА РАБОТНИКА**

**Цель работы:** научить студентов применять теоретические знания, действующее трудовое законодательство к конкретным жизненным ситуациям, правильно оформлять документы при наложении дисциплинарного взыскания на работника.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные, нормативно-правовые акты.

## **Теоретическая часть**

### **Дисциплинарные взыскания**

За совершение дисциплинарного проступка, то есть неисполнение или ненадлежащее исполнение работником по его вине возложенных на него трудовых обязанностей, работодатель имеет право применить следующие **дисциплинарные взыскания** (ст. 192 ТК РФ):

1. замечание;
2. выговор;
3. увольнение по соответствующим основаниям.

Федеральными законами, уставами и положениями о дисциплине для отдельных категорий работников могут быть предусмотрены также и другие дисциплинарные взыскания.

Не допускается применение дисциплинарных взысканий, не предусмотренных федеральными законами, уставами и положениями о дисциплине.

При наложении дисциплинарного взыскания должны учитываться тяжесть совершенного проступка и обстоятельства, при которых он был совершен.

#### **Порядок применения дисциплинарных взысканий:**

До применения дисциплинарного взыскания работодатель должен затребовать от работника письменное объяснение. Если по истечении двух рабочих дней указанное объяснение работником не предоставлено, то составляется соответствующий акт.

Не предоставление работником объяснения не является препятствием для применения дисциплинарного взыскания.

Дисциплинарное взыскание применяется не позднее одного месяца со дня обнаружения проступка, не считая времени болезни работника, пребывания его в отпуске, а также времени, необходимого на учет мнения представительного органа работников.

Дисциплинарное взыскание не может быть применено позднее шести месяцев со дня совершения проступка, а по результатам ревизии, проверки финансово-хозяйственной деятельности или аудиторской проверки - позднее двух лет со дня его совершения. В указанные сроки не включается время производства по уголовному делу.

За каждый дисциплинарный проступок может быть применено только одно дисциплинарное взыскание.

Приказ (распоряжение) работодателя о применении дисциплинарного взыскания объявляется работнику под роспись в течение трех рабочих дней со дня его издания, не считая времени отсутствия работника на работе. Если работник отказывается ознакомиться с указанным приказом (распоряжением) под роспись, то составляется соответствующий акт.

Дисциплинарное взыскание может быть обжаловано работником в государственную инспекцию труда и (или) органы по рассмотрению индивидуальных трудовых споров (ст. 193 ТК РФ).

**Снятие дисциплинарного взыскания:** Если в течение года со дня применения дисциплинарного взыскания работник не будет подвергнут новому дисциплинарному взысканию, то он считается не имеющим дисциплинарного взыскания.

Работодатель до истечения года со дня применения дисциплинарного взыскания имеет право снять его с работника по собственной инициативе, просьбе самого работника, ходатайству его непосредственного руководителя или представительного органа работников (ст. 194 ТК РФ).

Привлечение к дисциплинарной ответственности руководителя организации, руководителя структурного подразделения организации, их заместителей, по требованию представительного органа работников: работодатель обязан рассмотреть заявление представительного органа работников о нарушении руководителем организации, руководителем структурного подразделения организации, их заместителями трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права, условий коллективного договора, соглашения и сообщить о результатах его рассмотрения в представительный орган работников.

В случае, когда факт нарушения подтвердился, работодатель обязан применить к руководителю организации, руководителю структурного подразделения организации, их заместителям дисциплинарное взыскание вплоть до увольнения (ст. 195 ТК РФ).

### **Практическая часть.**

#### **Ответьте на поставленные вопросы.**

1. Каков порядок наложения дисциплинарного взыскания и объявления приказа?

2. Каковы основания и порядок увольнения за прогул?

#### **Задание №1.**

Составить приказ о наложении дисциплинарного взыскания на водителя автобуса туристической фирмы «Континент» Пескова Л.А. за прогул, совершенный им 24.11.2017г. без уважительной причины. От дачи объяснительной Песков Л.А. отказался.

#### **Задание №2.**

Составить приказ о наложении дисциплинарного взыскания на менеджера по рекламе ЗАО «Русский лён» Коноваловой Л.А. за опоздание на работу на 30 минут без уважительной причины.

### Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9 СОСТАВЛЕНИЕ ДОГОВОРА О МАТЕРИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ РАБОТНИКА

**Цель работы:** научить студентов применять теоретические знания на практике, развить навыки правильного поиска и истолкования юридических норм, а также приобрести практические навыки в составлении договора.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные

### Практическая часть

**Задание.** Заключить договор о материальной ответственности с кладовщиком склада готовой продукции. Недостающие данные для заключения договора дополнить самостоятельно. Образец договора прилагается.

#### Договор о полной индивидуальной материальной ответственности

\_\_\_\_\_ (наименование организации)  
далее именуемый «Работодатель», в лице руководителя \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)  
или его заместителя \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)  
действующего на основании \_\_\_\_\_  
(устава, положения, доверенности)

с одной стороны, и \_\_\_\_\_  
(наименование должности)

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)  
именуемый в дальнейшем «Работник», с другой стороны, заключили настоящий Договор о нижеследующем.

1. Работник принимает на себя полную материальную ответственность за недостачу вверенного ему Работодателем имущества, а также за ущерб, возникший у Работодателя в результате возмещения им ущерба иным лицам и в связи с изложенными обязуется:

а) бережно относиться к переданному ему для осуществления возложенных на него функций (обязанностей) имуществу Работодателя и принимать меры к предотвращению ущерба;

б) своевременно сообщать Работодателю либо непосредственному руководителю о всех обязательствах, угрожающих обеспечению сохранности вверенного ему имущества;

в) вести учет, составлять и представлять в установленном порядке товарно-денежные и другие отчеты о движении и остатках вверенного ему имущества;

г) участвовать в проведении инвентаризации, ревизии, иной проверки сохранности и состояния вверенного ему имущества.

2. Работодатель обязуется:

а) создавать Работнику условия, необходимые для нормальной работы и обеспечения полной сохранности вверенного ему имущества;

б) знакомить Работника с действующим законодательством о материальной ответственности работников за ущерб, причиненный работодателю, а также иными нормативными правовыми актами (в том числе локальными) о порядке хранения, обработки, продажи (отпуска), перевозки, применения в процессе производства и осуществления других операций в переданном ему имуществом;

в) проводить в установленном порядке инвентаризацию, ревизии и другие проверки сохранности и состояния имущества.

3. Определение размера ущерба, причиненного Работником Работодателю, а также ущерба, возникшего у Работодателя в результате возмещения им ущерба иным лицам, и порядок их возмещения производятся в соответствии с действующим законодательством.

4. Работник не несет материальной ответственности, если ущерб причинен не по его вине.

5. Настоящий Договор вступает в силу с момента его подписания. Действие настоящего Договора распространяется на все время работы с вверенным Работнику имуществом Работодателя.

6. Настоящий Договор составлен в двух имеющих одинаковую юридическую силу экземплярах, из которых один находится у Работодателя, а второй у Работника.

7. Изменение условий настоящего Договора, дополнение, расторжение и прекращение его действия осуществляются по письменному соглашению сторон, являющемуся неотъемлемой частью настоящего Договора.

Адреса сторон Договора:

Работодатель \_\_\_\_\_

Работник \_\_\_\_\_

Дата заключения Договора

М.П.

Подписи сторон Договора:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **Содержание отчета.**

1. Название работы
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10 ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ ТРУДОВЫХ СПОРОВ В КТС И СУДАХ**

**Цель работы:** научить студентов применять теоретические знания, развить навыки правильного поиска и истолкования юридических норм, действующее законодательство, судебную практику к конкретным жизненным

ситуациям, привить умение правильно и аргументировано излагать ответы при решении задач.

**Оснащение:** методические рекомендации, конспект, исходные данные

### **Теоретическая часть**

**Трудовые споры** – разногласия, возникающие между работниками (коллективом работников), с одной стороны, и работодателем, с другой, по вопросам, связанным с применением законодательства о труде, коллективных договоров и других соглашений о труде, а также условий трудового договора. По своей юридической природе споры делятся на:

1. споры искового характера;
2. споры неискового характера.

Причины трудовых споров:

- организационно-правовые;
- субъективные;
- организационно-хозяйственные.

**Индивидуальный трудовой спор** – неурегулированные разногласия между работодателем и работником по вопросам применения законов и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, коллективного договора, соглашения, трудового договора (в том числе об установлении или изменении индивидуальных условий труда), о которых заявлено в орган по рассмотрению индивидуальных трудовых споров.

Индивидуальным трудовым спором признается спор между работодателем и лицом,

ранее состоявшим в трудовых отношениях с этим работодателем, а также лицом, изъявившим желание заключить трудовой договор с работодателем, в случае отказа работодателя от заключения такого договора (ст. 381 ТК).

Индивидуальные иски о трудовых спорах рассматриваются:

- комиссиями по трудовым спорам;
- районными (городскими) судами.

#### **Ст. 385 ТК РФ**

Комиссия по трудовым спорам является органом по рассмотрению индивидуальных трудовых споров, возникающих в организациях, за исключением споров, по которым настоящим Кодексом и иными федеральными законами установлен другой порядок их рассмотрения.

Индивидуальный трудовой спор рассматривается комиссией по трудовым спорам, если работник самостоятельно или с участием своего представителя не урегулировал разногласия при непосредственных переговорах с работодателем.

#### **Ст. 391 ТК РФ**

В судах рассматриваются индивидуальные трудовые споры по заявлениям работника, работодателя или профессионального союза, защищающего интересы работника, когда они не согласны с решением комиссии по

трудовым спорам или, когда работник обращается в суд, минуя комиссию по трудовым спорам, а также по заявлению прокурора, если решение комиссии по трудовым спорам не соответствует законам или иным нормативным правовым актам. Непосредственно в судах рассматриваются индивидуальные трудовые споры по заявлениям:

- работника – о восстановлении на работе независимо от оснований прекращения трудового договора, об изменении даты и формулировки причины увольнения, о переводе на другую работу, об оплате за время вынужденного прогула либо о выплате разницы в заработной плате за время выполнения нижеоплачиваемой работы;
- работодателя – о возмещении работником вреда, причиненного организации, если иное не предусмотрено федеральными законами.

Непосредственно в судах рассматриваются также индивидуальные трудовые споры:

- об отказе в приеме на работу;
- лиц, работающих по трудовому договору у работодателей - физических лиц;
- лиц, считающих, что они подверглись дискриминации.

### **Практическая часть**

- **Задание:**
- На основании Трудового Кодекса РФ необходимо ответить на вопросы следующих задач. Ответ на данные задачи должен содержать ссылки на Трудовой кодекс РФ или выписки из комментариев Трудового кодекса РФ.
- **Задача 1.** В связи с получением путевки в санаторий Семенову был предоставлен ежегодный отпуск продолжительностью 28 календарных дней. По окончании отпуска Семенов не явился на работу. Он прислал телеграмму с просьбой продлить ему отпуск на 10 календарных дней без сохранения заработной платы, в связи с тем, что ему представилась возможность продлить лечение. Ответа на телеграмму Семенов не получил. После выхода на работу по требованию работодателя он написал объяснительную записку, в которой изложил все указанные выше обстоятельства. За самовольное продление отпуска на 10 календарных дней Семенову был объявлен выговор. Возник трудовой спор. Семенов обратился в КТС для рассмотрения трудового спора.
  1. Как должен быть разрешен этот спор?
- **Задача 2.** Из организации были уволены трое членов КТС. На заседании помимо уволенных не смогли присутствовать еще двое из двенадцати членов КТС. В результате в рассмотрении трудового спора участвовали четверо представителей от работодателя, в том числе председатель комиссии, и трое – от работников.

- При принятии решения по трудовому спору возникли разногласия. В результате было принято решение, предложенное председателем, поскольку за него проголосовали все присутствовавшие на заседании представители работодателя.
- 1. Законно ли решение КТС при таком кворуме и таком распределении голосов?
- 2. Как следует поступить представителям работников, не согласным с принятым решением?
- **Задача 3.** С Некрасовым был заключен трудовой договор о его работе в организации в качестве инженера-экономиста. В приказе о его приеме на работу была установлена дата начала работы – 20 марта, указана должность – инженер-экономист, размер месячного оклада. 17 апреля Некрасова ознакомили с приказом о расторжении с ним трудового договора как не выдержавшим испытания при приеме на работу.
- 1. Правильно ли поступил руководитель данной организации?
- 2. Может ли Некрасов обратиться в суд?
- **Задача №4**

Морозова Валентина была приглашена на работу в ООО "Рассвет" в качестве менеджера. Руководитель, желая проверить умение М. работать с клиентами, допустил ее к работе без оформления трудового договора и без издания приказа. Поскольку М. не обладала надлежащими деловыми качествами, через неделю руководитель сообщил ей, что она испытание не выдержала и на работу принята не будет. Не согласившись с действиями руководителя, она обратилась в суд по вопросу восстановления на работу.

1. Какое решение должен вынести суд?
2. Возникли ли у Морозовой трудовые отношения с ООО "Рассвет"?
3. Если возникли, то каким нормативным актом это обстоятельство регулируется?

- **КРИТЕРИИ ОЦЕНОК**

Задача считается решенной верно, если она имеет правильное решение, если применены правильно нормы материального права, имеется ссылка на правовую норму и в задаче сделан правильный вывод.

При вышеуказанном выполнении 4-х- задач ставится оценка "отлично"; при трех - оценка "хорошо"; при двух - "удовлетворительно"; менее двух – неудовлетворительно

### **Содержание отчета.**

1. Название работы
2. Цель работы.
3. Задание и его решение.
4. Вывод по работе.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям). (Приказ Министерства образования и науки РФ от 28 июля 2014 N 832"Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)")

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

#### **Дополнительная литература**

1. Румынина В. В. Правовое обеспечение профессиональной деятельности: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования М.:Проспект, 2015
2. Гражданский кодекс Российской Федерации части первая, вторая, третья и четвертая: по сост. на 1 марта 2015 г. М.: Проспект, 2015
3. Трудовой кодекс Российской Федерации. М.: Старт, 2011

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

1. Хабибулин А. Г. Правовое обеспечение профессиональной деятельности: учебник / А.Г. Хабибулин, К.Р. Мурсалимов. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. — 333 с. — (Профессиональное образование). <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=907598>
2. Тыщенко А. И. Правовое обеспечение профессиональной деятельности: Учебное пособие/Тыщенко А. И., 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 203 с.: 70x100 1/32. - (СПО) (Обложка) ISBN 978-5-369-01466-0, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=502320>

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)  
**ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ИНСТИТУТ СФЕРЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА (ФИЛИАЛ)**  
**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО**  
**УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ШАХТЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**(ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты)**

**Журнал**  
**практических работ**

**по дисциплине «Правовое обеспечение профессиональной**  
**деятельности»**

**Специальность 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного**  
**транспорта**

Выполнил \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия, группа)

Проверил \_\_\_\_\_ (подпись) В.И. Чурикова.  
ученая степень, звание, инициалы, фамилия)

Шахты

2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

С. А. Упоров

# МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

## ОП.14 СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Специальность

**15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

программа подготовки специалистов среднего звена  
на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Автоматики и компьютерных технологий

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Бочков В. С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

Горно-механического

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

**Средства автоматизации и управления:** учебно-методическое пособие к выполнению практических, лабораторных работ и самостоятельной работы студентов /Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2015.– 55 с.

В пособии приводятся общие рекомендации к проведению практических и лабораторных работ.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

УДК 681.3 (075)

© Южно-Российский государственный  
политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр
Введение	4
<b>Перечень и тематика практических работ</b>	4
Практическая работа 1. Расчет потенциометрических преобразователей.	4
Практическая работа 2. Расчет индуктивных преобразователей	11
Практическая работа 3. Расчет пневматических преобразователей	16
Практическая работа 4. Составление программ для регулирующих и логических контроллеров.	19
Практическая работа 5. Изучение режимов функционирования универсальных регулирующих, логических и др. контроллеров	24
Практическая работа 6. Расчет исполнительных механизмов	27
<b>Перечень и тематика лабораторных работ</b>	31
Лабораторная работа 1. Изучение и исследование характеристик элементной базы ТСА	31
Лабораторная работа 2. Изучение принципа действия, устройства и определение статических и динамических характеристик преобразователей	37
Лабораторная работа 3. Изучение работы регуляторов, функциональных блоков, станций управления	44
Лабораторная работа 4. Изучение работы программируемых логических контроллеров	48
Лабораторная работа 5. Изучение конструкции и определение характеристик исполнительных механизмов систем управления	52
<b>Перечень и тематика самостоятельных работ</b>	57
Литература	58

## **ВВЕДЕНИЕ**

Качество функционирования систем автоматизации в значительной мере зависит от использованной в ней элементной базы (технических средств автоматизации). По конструктивным и функциональным признакам технические средства автоматизации (ТСА) подразделяют на элементы и устройства. Элементы выполняют одну простейшую операцию с сигналами, а для сложных преобразований сигналов (выполнения математических операций, кодирования, дешифрования, запоминания многоуровневых кодов) служат совокупности, определённым образом соединённых элементов, называемых устройствами или узлами. Совокупность же элементов, устройств (узлов) и объекта для реализации всей поставленной задачи представляет собой систему автоматизации (следающая система, система автоматического контроля, АСУТП и др.).

## **ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

Практические занятия основываются на изучении отдельных вопросов и охватывают следующие темы:

**Тема 1.** Расчет потенциометрических преобразователей.

**Тема 2.** Расчет индуктивных преобразователей

**Тема 3.** Расчет пневматических преобразователей

**Тема 4.** Составление программ для регулирующих и логических контроллеров.

**Тема 5.** Изучение режимов функционирования универсальных регулирующих, логических и др. контроллеров

**Тема 6.** Расчет исполнительных механизмов

**Практическая работа 1. Расчет потенциометрических преобразователей.**

**Цель работы:** Изучить расчет потенциометрических датчиков.

## Теоретические сведения

Потенциометрический преобразователь - датчик, входным сигналом которого является перемещение контакта, а выходным - напряжение, которое снимается с этого контакта. Представляет из себя катушку индуктивности (как правило, выполненную в виде неподвижного элемента конструкции), на которую подается питающее напряжение и щетки, с которых и снимается выходной сигнал. Существуют два основных типа потенциометрических преобразователей:

Преобразователи угловых перемещений.

Преобразователи линейных перемещений.

Каркас изготавливается из изоляционного материала (эбонита, текстолита, керамики и т.д.) или из металлов (например, алюминия) для отвода тепла. Обмотка – из изолированной проволоки, имеющей большое удельное электрическое сопротивление и малый температурный коэффициент сопротивления. Обмотку необходимо хорошо укреплять на каркасе, чтобы при движении контакта движка не происходило смещения. Для создания надежного контакта обмотки с контактом движка (подвижным контактом) контактную дорожку тщательно очищают специальными абразивными материалами, химическими или ультразвуковыми способами и т. п. Иногда контактная дорожка полируется и даже гальванически покрывается золотом.

Движок ПД состоит из упругого элемента и контакта. Упругий элемент (пружина) обеспечивает необходимое контактное давление и компенсирует небольшие неровности на поверхности обмотки. Контакт припаивается к пружине мягким или твердым припоем. Рекомендуется выбирать контакт из материала более мягкого, чем обмотка (золото, серебро, сплавы платины и др.). Для большей эксплуатационной надежности иногда используются два токосъемных контакта.

Корпус потенциометра чаще всего имеют форму цилиндра, закрытого одной или двумя крышками, и выполняется из металла или изоляционного материала. В металлических корпусах выполняются потенциометры, предназначенные для эксплуатации при повышенных температурах и в сложных условиях, и потенциометры, к которым предъявляются высокие требования в

отношении точности. Компромиссным решением является корпус из пластмассы с металлическими крышками.

Ось потенциометра крепится в шариковых подшипниках или подшипниках скольжения, размещенных в крышке или в корпусе потенциометра.

Основные преимущества потенциометрических датчиков:

1. высокая точность и стабильность функции преобразования,

2. малое значение переходного сопротивления,

3. низкий уровень собственных шумов,

4. небольшой коэффициент сопротивления;

Основные недостатки:

1. небольшое значение разделительной способности,

2. ограниченные возможности при использовании переменного тока,

3. наличие скользящего контакта, что приводит к ограниченному количеству рабочих циклов датчика.

### **Расчет потенциометрических датчиков**

Рассмотрим одну из методик расчета двухтактного потенциометрического датчика (ПД) угловых перемещений, выполненного на линейном потенциометре. Основными этапами расчета по этой методике являются:

1) Определение основных конструктивных параметров каркаса и обмотки;

2) Расчет электрических параметров обмотки;

3) Расчет температурного режима датчика.

Основные параметры ПД условно можно разделить на конструктивные и электрические параметры. К конструктивным параметрам относятся:

$D_0$  - средний расчетный диаметр каркаса;

$\alpha_n$  - угол намотки потенциометра;

$h$  - высота каркаса;

$b$  - ширина или толщина каркаса;

$\alpha_m$  - суммарная технологическая добавка;

$l_n$  - рабочая длина каркаса;

$t$  - шаг намотки;

$n$  - число витков обмотки;

$d$  - диаметр провода обмотки без изоляции;

$d_{из}$  - диаметр провода с изоляцией.

К схемным, или электрическим параметрам относятся:

$U$  - напряжение питания датчика;

$R_n$  - общее сопротивление обмотки потенциометра;

$\rho$  - удельное сопротивление материала провода;

$\delta_{lmax}$  - максимальная относительная погрешность нагруженного датчика.

Данные параметры связаны между собой следующими соотношениями:

$$l_n = \frac{\alpha_n \cdot D_0 \cdot \pi}{360^\circ} = nt$$

$$l_n = nt$$

Для инженерных расчетов принято, что шаг намотки

$$t = d_{уз} + (0,012...0,015) \text{ мм}$$

Длина одного витка  $l_v$  определяется как

$$l_v = 2(h + v) + \pi d_{уз}$$

Обычно  $h$  и  $v$  определяют из соотношений

$$h \approx (0,3...0,6) l_n, \quad h \approx 8v$$

С другой стороны, длина витка может быть определена как

$$l_v = \frac{Rn \cdot \pi \cdot d^2}{4\rho}$$

При расчете температурного режима датчика обычно используются методикой, основанной на ориентировочном определении величины перегрева датчика в установившемся режиме.

В основу этого расчета положена следующая приближенная формула.

$$\frac{U^2}{R_n} = mcS_{об}\Theta_y$$

где  $m$  - коэффициент, учитывающий теплопроводимость каркаса и изоляции обмотки, равный 0,5-0,7 для пластмассовых, 1,5 для керамических и 2-3 для алюминиевых каркасов;

$c$  - коэффициент теплоотдачи обмотки;

$S_{об}$  - поверхность обмотки, соприкасающаяся со средой;

$\Theta_y$  - установившийся перегрев обмотки (превышение температуры датчика над температурой окружающей среды).

Рассмотрим методику расчета на следующем конкретном примере.

Исходные данные:

1. Максимальное значение входной величины  $x_{вхmax} = \alpha_{вхmax} = 11^\circ$
2. Коэффициент передачи датчика  $K_d = 1В/град.$
3. Порог чувствительности  $\Delta\alpha_{min} = 0,1^\circ$ .
4. Максимальная относительная погрешность  $\delta_{max} = 1\%$ .
5. Диапазон изменения температуры окружающей среды  $\Delta t = -50^\circ C \dots + 60^\circ C$
6. Конструкция каркаса (см. рис. 1) и его радиус  $R_0 = 30\text{ мм}.$

Рекомендуемая последовательность расчета:

1. Определение общей величины угла намотки катушки потенциометра

$$\alpha_n = 2\alpha_{вхmax} + \alpha_T = 2 \cdot 11 + 3 = 25^\circ$$

где  $\alpha_T$  - технологическая добавка к рабочей протяженности каркаса ( $\alpha_T = 3 \dots 5^\circ$ ).

2. Вычисление длины намотки катушки потенциометра

$$l_n = \frac{\alpha_n \cdot D_0 \cdot \pi}{360^\circ} = \frac{25 \cdot 60}{360} = 13\text{ мм}$$

3. Определение числа витков датчика

$$n = \frac{\alpha_n}{\Delta\alpha_{min}} = \frac{25^\circ}{0,1^\circ} = 250\text{ витков}$$

4. Вычисление шага намотки

$$t = \frac{l_n}{n} = \frac{13}{250} = 0,052\text{ мм}$$

5. Определение диаметра провода в изоляции и без нее

$$d_{уз} = t - (0,012 \dots 0,015)\text{ мм}, \quad d = t - 0,03\text{ мм}.$$

Стандартный диаметр провода выбирается из таблицы, которая приводится в справочниках.

6. Выбирается высота  $h$ , толщина  $v$  и материал каркаса

$$h = (0,3 \dots 0,6) l_n = 8\text{ мм}, \quad h = 8v$$

( $v = 1\text{ мм}$ ) В качестве материала каркаса для лучшего отвода тепла выбирается алюминий.

7. Определение средней длины  $l_{cp}$  одного витка обмотки

$$l_{cp} = 2(h + v) + \pi d_{уз} = 2(1 + 8) + 3,14 \cdot 0,04 = 18,1\text{ мм}$$

8. Вычисление длины провода обмотки  $l_{обм}$

$$l_{обм} = l_{cp} \cdot n = 18,1 \cdot 250 = 4525\text{ мм}$$

9. Определение минимально допустимого напряжения питания

$$K = \frac{U}{\alpha_n}; \quad U = k \cdot \alpha_n = 1 \cdot 25 = 25 \text{ В}.$$

10. Вычисление допустимой величины тока  $I_n$ , протекающего по обмотке датчика

$$I_n = j S_{np} = j \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{25 \cdot 3,14 \cdot 0,03^2}{4} = 0,0175 \text{ А},$$

где:  $j$  – допустимая плотность тока ( $j=25 \dots 30 \text{ А/мм}^2$ ) для ПД с металлическим каркасом; ( $j=45 \dots 50 \text{ А/мм}^2$ ) для ПД с керамическим каркасом и ( $j=15 \dots 20 \text{ А/мм}^2$ ) для ПД с пластмассовым каркасом металлическим каркасом.

$S_{np}$  – площадь поперечного сечения провода обмотки.

11. Определение необходимого сопротивления обмотки ПД,

$$R_n = \frac{U}{I_n} = \frac{25}{17,5 \cdot 10^{-3}} = 1430 \text{ Ом} = 1,43 \text{ КОм}$$

12. Вычисление необходимого удельного сопротивления обмотки

$$\rho = \frac{R_n \cdot S}{l_{cp} \cdot n} = \frac{1430 \cdot 3,14 \cdot 0,032}{418,1 \cdot 250 \cdot 10^{-3}} = 0,225 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$$

13. Выбор материала провода для обмотки

Близким удельным сопротивлением к полученному обладает константан с  $\rho = 0,44 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$  (константен обладает малой зависимостью удельного сопротивления от температуры).

14. Определение действительных значения  $R_n$  и  $j$

$$R_n = \frac{4 \cdot l_{cp} \cdot h \cdot \rho}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 18,1 \cdot 250 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,03^2} \cdot 0,44 = 2820 \text{ Ом}$$

Проверку на плотность тока производить нет необходимости, так как выбран провод с удельным сопротивлением, превышающим расчетную величину.

15. Вычисление абсолютного значения  $\Delta U$

$$\Delta U = \frac{\delta_l \cdot U}{100} = \frac{11}{100} = 0,11 \text{ В}.$$

16. Определение потребного нагрузочного коэффициента

$$U_{\text{вых.н}} = U \frac{r^*}{1 + \alpha(r^* - r_*^2)}$$

для  $r^* = 0,5$

$$\alpha = \frac{0,5U - U_{\text{вых.н}}}{0,25 - U_{\text{вых.н}}} = \frac{11 \cdot 10^{-2}}{0,25 \cdot 11} = 4 \cdot 10^{-2}.$$

17. Вычисление минимально допустимой величины сопротивления нагрузки, которое может быть подсоединено к ПД, чтобы  $\delta_l = 1 \%$

$$\alpha = \frac{R_n}{R_H},$$

$$R_n = \frac{R_H}{\alpha} = \frac{2820}{4 \cdot 10^{-2}} = 70500 \text{ Ом} \approx 70 \text{ КОм}$$

18. Определение поверхности обмотки

$$S_{\text{обм}} = 2l(h + v + \pi d_{\text{из}}) = 2 \cdot 13(8 + 1 + 6,28 \cdot 0,04) \approx 234,25 \text{ мм}^2$$

19. Вычисление действительного значения перегрева обмотки

В

установившемся режиме

$$\Theta_{\text{уст}} = \frac{U^2}{R_n \cdot m \cdot c \cdot S_{\text{обм}}} = \frac{25^2}{2840 \cdot 10^{-3} \cdot 2,34 \cdot 2,5} = 38^\circ.$$

Для алюминиевого каркаса  $c = 10^{-3} \text{ Вт/град} \cdot \text{см}^2$

Из условия хорошего контакта движка с обмоткой и отсутствия коробления каркаса допускается превышение температуры обмотки над температурой окружающей среды не более  $\Theta_{\text{дон}} = 40 \dots 50^\circ$ , где  $\Theta_{\text{дон}} = \Theta_{\text{об}} - \Theta_{\text{ср}}$ ;  $\Theta_{\text{ср}}$  температура окружающей среды;  $\Theta_{\text{об}}$  - температура обмотки.

Так как при расчете получено, что  $\Theta_{\text{уст}} < \Theta_{\text{дон}}$  никаких поправок в расчет вводить не требуется.

Следует иметь в виду, что температура контактирующих поверхностей не должна превышать  $120\text{-}150^\circ\text{C}$ . Это позволит исключить интенсивное окисление материалов обмотки и движка,

Далее выбирают материал движков потенциометров из условия обеспечения надежного, контакта при небольших контактных давлениях ( $1 \text{ г}$  и менее) и малого износа. При разработке конструкции ПД необходимо ознакомиться с конструкциями известных датчиков, которые можно взять за прототип, изучить их достоинства и недостатки с точки зрения надежности и точности работы, технологичности и т.д.

**Изучив данную тему, студент должен:**

- знать отличительные характеристики потенциметрических преобразователей;
- уметь производить расчет потенциметрических преобразователей.

При изучении темы 1 необходимо:

- читать учебные пособия [1-6]
- акцентировать внимание на следующих понятиях: преобразователи угловых перемещений, преобразователи линейных перемещений.

**Для самооценки темы 1 ответить на вопросы:**

1. Что представляют собой потенциметрические преобразователи;
2. Какое допустимое превышение температуры обмотки над температурой окружающей среды?
3. Из какого материала изготавливается каркас преобразователей?

## **Практическая работа 2. Расчет индуктивных преобразователей.**

**Цель работы:** Изучить расчет индуктивных преобразователей

### **Теоретические сведения**

Индуктивный датчик (преобразователь) — бесконтактный датчик, предназначенный для контроля положения объектов из металла (к другим материалам не чувствителен).

Индуктивные датчики широко используются для решения задач АСУ ТП. Выполняются с нормально разомкнутым или нормально замкнутым контактом.

Принцип действия основан на изменении параметров магнитного поля, создаваемого катушкой индуктивности внутри датчика.

Принцип действия основан на изменении амплитуды колебаний генератора при внесении в активную зону датчика

металлического, магнитного, ферро-магнитного или аморфного материала определенных размеров. При подаче питания на конечный выключатель в области его чувствительной поверхности образуется изменяющееся магнитное поле, наводящее во внесенном в зону материала вихревые токи, которые приводят к изменению амплитуды колебаний генератора. В результате вырабатывается аналоговый выходной сигнал, величина которого изменяется от расстояния между датчиком и контролируемым предметом. Триггер Шмитта преобразует аналоговый сигнал в логический.

Индуктивные бесконтактные выключатели могут состоять из следующих основных узлов:

1. Генератор создает электромагнитное поле взаимодействия с объектом.
2. Триггер Шмитта обеспечивает гистерезис при переключении.
3. Усилитель увеличивает амплитуду сигнала до необходимого значения.
4. Светодиодный индикатор показывает состояние выключателя, обеспечивает контроль работоспособности, оперативность настройки.
5. Компаунд обеспечивает необходимую степень защиты от проникновения твердых частиц и воды.
6. Корпус обеспечивает монтаж датчика, защищает от механических воздействий. Выполняется из латуни или полиамида, комплектуется крепежными изделиями.

Активная зона бесконтактного индуктивного выключателя — та область перед его чувствительной поверхностью, где более всего сконцентрировано магнитное поле чувствительного элемента датчика. Диаметр этой поверхности приблизительно равен диаметру датчика.

Номинальное расстояние переключения — теоретическая величина, не учитывающая разброс производственных параметров датчика, изменения температуры и напряжения питания

Рабочий зазор — это любое расстояние, обеспечивающее надежную работу бесконтактного выключателя в допустимых пределах температуры и напряжения.

Поправочный коэффициент дает возможность определить рабочий зазор, который зависит от металла, из которого изготовлен объект воздействия.

Материал	Коэффициент
Сталь 40	1,00
Чугун	0,93...1,05
Нержавеющая сталь	0,60...1,00
Латунь	0,35...0,50
Алюминий	0,30...0,45
Медь	0,25...0,45

### Расчет индуктивных датчиков

Рассмотрим пример расчета индуктивно датчика, схема которого приведена.

- 1) Рабочий ход якоря  $x_{раб} = \pm 0,1 \text{ мм}$  ;
- 2) Передаточный коэффициент  $K_{\delta} = 0,25 \text{ А/мм}$ ;
- 3) Сопротивление нагрузки  $R_H = 100 \text{ Ом}$ ;
- 4) Напряжение источника питания  $U_0 = 40 \text{ В}$ .

Напряжение на вторичной полуобмотке трансформатора питания  $U = 20 \text{ В}$

- 5) Частота напряжения питания  $f = 500 \text{ Г}$

- 6) Материал сердечника - электротехническая сталь Э41.

Сердечник набран из П - образных пластин с размерами  $a = b \text{ мм}$   $v = 12 \text{ мм}$ ,  $c = 10 \text{ мм}$  (рис.1, а).

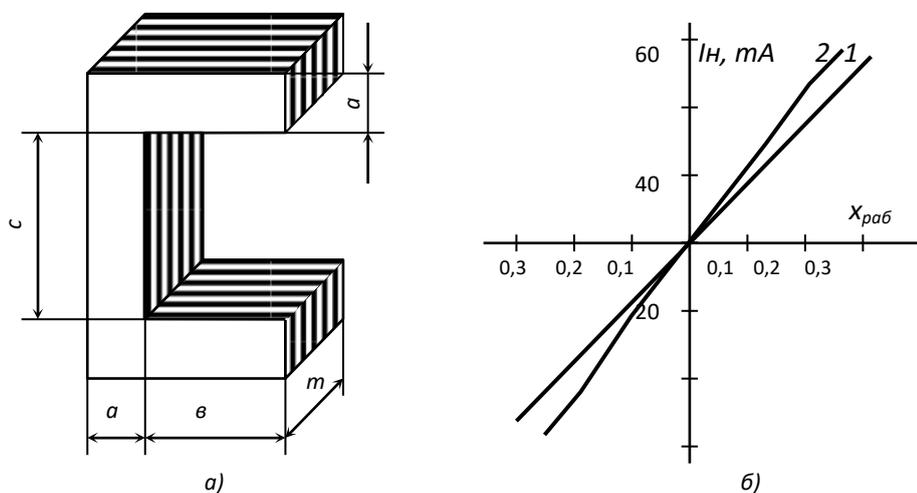


Рис1. Конструкция (а) и статические характеристики (б)

Расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Выбираем начальное значение магнитной индукции  $B_{m0} = 0,2$  Тл

С целью уменьшения электромеханического усилия, действующего на якорь датчика и вызывающего погрешности в измерении выходной величины,  $B_{m0}$  обычно выбирают не более 0,2-0,3 Тл. Однако следует иметь в виду, что габариты датчика будут меньше при большем значении  $B_{m0}$ .

2. Определяем число витков обмоток датчика

$$W = \frac{2,25 \cdot B_{m0} \cdot 10^6}{K_\delta} = \frac{2,25 \cdot 0,2 \cdot 10^6}{250} = 1800$$

3. Определяем сечение магнитопровода  $S_m$ .

4. Полагая коэффициент заполнения сердечника  $K_3 = 1,2$ , найдем толщину пакета сердечника

$$m = \frac{S_m \cdot K_3}{a} = \frac{25 \cdot 1,2}{6} = 5 \text{ мм}$$

5. Выбираем диаметр и марку обмоточного провода

$$d = 2 \sqrt{\frac{e \cdot c \cdot K_{30}}{\pi \cdot W}} = 2 \sqrt{\frac{12 \cdot 10 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 1800}} = 0,21 \text{ мм}$$

Коэффициент заполнения окна  $K_{30}$  в зависимости от типа провода и изоляции слоев обмотки принимают в пределах  $K_{30} = 0,4 \dots 0,6$ . Следует однако учитывать, что часть окна  $Q = \nu c$  будет занята каркасом, на который непосредственно наматывается обмотка.

6. Определяем величину активного сопротивления обмотки:

$$R_{обм} = \frac{4 \cdot \rho \cdot l_{cp} \cdot W}{\pi \cdot d_0^2} = \frac{4 \cdot 0,0175 \cdot 0,041 \cdot 1800}{3,14 \cdot 0,16^2} \approx 650 \text{ м}$$

где:  $\rho$  - удельное сопротивление материала провода;

$d_0$  - диаметр провода без изоляции (берется по сортаменту);

$l_{cp}$  - средняя длина одного витка обмотки (величина может быть принята равной размерам магнитопровода).

По сортаменту проводов выбран провод марки ПЭВ-2 с диаметром  $d_1 = 0,2$  мм. Сечение этого провода по меди (без изоляции)  $q = 0,02$  мм<sup>2</sup>, ( $d_0 = 0,16$  мм). Величина  $l_{cp}$  определена

приблизенно из рассмотрения конструкции обмотки и принята равной 41 мм.

7. Выбираем величину начального воздушного зазора

$$\delta_0 = 5 \cdot x_{раб} = 0,5 \text{ мм}$$

Обычно при выборе величины начального воздушного зазора пользуются следующим соотношением, дающим удовлетворительные результаты на практике:

$$\delta_0 = (4...6) x_{раб}$$

где  $x_{раб}$  - рабочий ход якоря, как правило, задается в условиях на расчет датчика или выбирается проектировщиком на основе анализа условий работы датчика.

8. Полагая  $I_n = I_1 - I_2$  производим расчет данных для построения статической характеристики по формулам:

$$L_1 = \frac{\mu_0 \cdot W^2 \cdot S_m}{2(\delta_0 + x)} = \frac{K}{\delta_0 + x};$$

$$L_2 = \frac{\mu_0 \cdot W^2 \cdot S_m}{2(\delta_0 - x)} = \frac{K}{\delta_0 - x}.$$

где  $K = 0,2 \cdot \pi \cdot 10^{-6} \cdot W^2 \cdot S_m$ ;

$$I_1 = \frac{U}{\sqrt{(R_{обм} + R_n)^2 + \omega^2 L_1^2}} = \frac{U}{Z_1}$$

$$I_2 = \frac{U}{\sqrt{(R_{обм} + R_n)^2 + \omega^2 L_2^2}} = \frac{U}{Z_2}$$

При выборе обмоточного провода обычно предпочтение отдают проводу ПЭВ-2 (медный, изолированный высокопрочной эмалью в два слоя), применяемый при повышенных механических воздействиях на него в процессе намотки. Иногда используется провод ПЭЛШО с эмалевой изоляцией, дополнительно защищенной шелковой обмоткой. Этот провод рассчитан на повышенные механические нагрузки в процессе намотки и при работе, но имеет больший наружный диаметр, чем ПЭВ-2.

**Изучив данную тему, студент должен:**

- знать отличительные характеристики индуктивных преобразователей;
- уметь производить расчет индуктивных преобразователей.

При изучении темы 2 необходимо:

- читать учебные пособия [1-6]

- акцентировать внимание на следующих понятиях: генератор, триггер Шмитта, усилитель, светодиодный индикатор, компаунд, корпус

**Для самооценки темы 2 ответить на вопросы:**

1. Из каких узлов состоят индуктивные бесконтактные выключатели?
2. Где располагается активная зона бесконтактного индуктивного выключателя?
3. Что представляет собой рабочий зазор бесконтактного выключателя?

### **Практическая работа 3. Расчет пневматических преобразователей.**

**Цель работы:** Изучить расчет пневматических датчиков.

#### **Теоретические сведения**

Преобразователь типа сопло—заслонка осуществляет преобразование механического перемещения заслонки либо сопла в давление сжатого газа. Этот тип преобразователя, иногда называемый пневматическим реле, используется практически во всех приборах современной пневмоавтоматики.

Преобразователь содержит постоянный дроссель (капилляр или отверстие в тонкой стенке), переменное сопротивление, выполненное в виде сопла с заслонкой, и междроссельную камеру. На вход преобразователя подается давление питания  $p_0$ . Небольшое смещение заслонки относительно сопла (обычно не превышающее нескольких сотых долей миллиметра) влечет за собой изменение давления  $p_i$  в междроссельной камере. Зависимость давления в междроссельной камере  $p_i$  от перемещения заслонки  $h$  в установившемся режиме называют статической характеристикой

преобразователя. Вид этой характеристики определяет качество преобразователя типа сопло-заслонка.

При проектировании преобразователей стремятся сместить рабочий участок характеристики в зону больших открытий сопла и максимально увеличить его крутизну. В этом смысле характеристика является предпочтительней характеристики.

Способы расчета статических характеристик преобразователя. При работе преобразователя возможны четыре различных сочетания режимов истечения сжатого газа через постоянный и переменный дроссели:

- 1) докритическое истечение через постоянный и переменный дроссели (в дальнейшем обозначено д—д);
- 2) надкритическое истечение через постоянный и докритическое через переменный дроссели (н—д);
- 3) докритическое истечение через постоянный и надкритическое через переменный дроссели (д-н);
- 4) надкритическое истечение через постоянный и переменный дроссели (н-н).

#### **Расчет статических характеристик преобразователя.**

Уравнение статической характеристики преобразователя для указанных режимов истечения основывается на условиях равенства массовых расходов через постоянный и переменный дроссели для соответствующих режимов истечения, определенных по приближенным формулам для адиабатического процесса. Процесс перехода от области перед дросселем к области за дросселем принят изотермическим, т.е.  $T_0 = T_1 = T_2$ . Указанные предположения хорошо согласуются с экспериментальными исследованиями. Тогда для сочетания режимов истечения д—д.

$$h = \frac{\mu_1 d_1^2}{4\mu_2 d_2} \frac{(p_0 - p_1)p_1}{(p_1 - p_2)p_2}$$

где  $d_1, d_2$  - диаметры,  $\mu_1, \mu_2$  - коэффициенты расхода постоянного и переменного дросселей.

Для других сочетаний режимов истечения:

Для н-д

$$h = \frac{\mu_1 d_1^2}{8\mu_2 d_2} \frac{p_0}{(p_1 - p_2)p_2}$$

Для д-н

$$h = \frac{\mu_1 d_1^2}{2\mu_2 d_2} \frac{p_1 - p_2}{p_1}$$

Для н-н

$$h = \frac{\mu_1 d_1^2 p_1}{4\mu_2 d_2 p_1}$$

### Расчет гидродинамической силы для устройства сопло-заслонка.

По первому методу расчета:

$$F_{ГД} = K_{ГД} F_{ГС}$$

где  $K_{ГД}$  – коэффициент, учитывающий действительное распределение давления на поверхности заслонки. Зависит от формы и размеров заслонки, числа Рейнольдса, критериев, характеризующих неустановившееся движение жидкости;

$F_{ГС}$  – гидростатическая сила

Гидродинамическая сила, действующая на заслонку:

$$F_{ГД} = A_c (p_1 - p_{сл}) + m_1 V_1 - l_c \frac{dm_1}{dt}$$

Где  $l_c$  – длина сопла,  $m_1$  – массовый расход жидкости,  $V_1$  – скорость жидкости,  $p_1$ ,  $p_{сл}$  давления жидкости на входе и выходе,  $A_c$  – площадь проходного сечения сопла.

При установившемся движении:

$$F_{ГД} = A_c (p_1 - p_{сл}) + m_1 V_1$$

### Изучив данную тему, студент должен:

-знать отличительные характеристики пневматических преобразователей;

- уметь производить расчет пневматических преобразователей.

При изучении темы 3 необходимо:

- читать учебные пособия [1-6]

- акцентировать внимание на следующих понятиях: междроссельная камера, статическая характеристика преобразователя, докритическое истечение газа, надкритическое истечение газа.

Для самооценки темы 3 ответить на вопросы:

1. Что представляет преобразователь типа сопло—заслонка?
2. Что характеризует число Рейнольдса?
3. Каким принят процесс перехода от области перед дросселем к области за дросселем по тепловому эффекту?

#### **Практическая работа 4. Составление программ для регулирующих и логических контролеров.**

**Цель работы:** Научиться составлять программы для регулирующих и логических контролеров.

#### **Теоретические сведения**

Программируемые контроллеры предназначены для циклового программного управления станками и различным технологическим оборудованием, оснащенным датчиками и исполнительными устройствами, которые работают по двухпозиционному принципу: "включен-выключен". Рассмотрен контроллер модели МКП-1.

В зависимости от исполнения этот контроллер позволяет управлять 16, 32 или 48 устройствами. Количество входных цепей для подключения датчиков соответствует числу выходов. Каждый вход и выход имеет свой адрес. Контроллер обеспечивает управление исполнительными устройствами, прием информации от датчиков состояния оборудования, формирование выдержек времени, организацию условных и безусловных переходов по программе управления, а также реализует другие функции.

Проектирование управляющего устройства сводится к двум этапам: 1 – составление схемы подключения датчиков и исполнительных устройств к контроллеру, 2 – составление управляющей программы по схеме алгоритма.

#### **Система счисления контроллера**

Контроллер оперирует с цифрами, выраженными в шестнадцатеричной системе счисления. Основанием системы является десятичное число 16, алфавит состоит из десяти цифр (0...9) и шести латинских букв (A, B, C, D, E, F). Буквы соответствуют десятичным числам 10, 11, 12, 13, 14, 15. При

программировании все числовые величины задаются шестнадцатеричными значениями.

### Система команд контроллера

Программируемый контроллер оснащен системой команд, предназначенной для решения задач программного управления. Команда состоит из двух частей: кода выполняемой операции (КОП) и операнда, в котором указывается адрес объекта, над которым производится операция. При этом в качестве такого объекта выступают как датчики и исполнительные устройства, так и команды самой программы. При задании временных интервалов операндом является длительность этих интервалов. В таблице 1 приведены небольшая часть команд контроллера.

Система команд контроллера

Таблица 1.

Команда		Выполняемые действия
Код операции (КОП)	Операнд	
02	Адрес входа (номер датчика)	Ожидание появления сигнала датчика. Выполнение следующей команды происходит только после появления этого сигнала.
04	Адрес входа (номер датчика)	Проверка входа на наличие сигнала датчика. Если сигнал есть, то в ОЗУ контроллера формируется бит условия БУ = 1. Если сигнала нет, то устанавливается БУ = 0.
05	Адрес выхода (номер исполнительного ус-ва)	Включение исполнительного устройства под заданным номером.
06	Адрес выхода (номер исполнительного ус-ва)	Выключение исполнительного устройства под заданным номером.
07	Временной интервал Т	Задание выдержки времени Δt. Длительность временного интервала кратно 0,1 сек, минимально возможному для задания отрезку

		времени ( $\Delta t = T.01$ ).
09	Адрес команды	Безусловный переход к выполнению указанной команды.
0A	Адрес команды	Выполнение заданной команды, если бит условия БУ=1. Если БУ=0, то выполняется следующая, записанная в программе 0A команда.

#### Составление управляющей программы

Каждая команда в программе записывается под своим порядковым номером, который является ее адресом. Составление программы выполняется по схеме алгоритма и должна содержать набор команд, реализующих все операции, указанные в схеме.

Перед разработкой программы необходимо составить схему подключения датчиков и исполнительных устройств. В зависимости от места подключения этих устройств они получают свой номер, который в программе является их адресом.

Составление программы следует начинать с вершины схемы "Начало" и далее последовательно программировать операции вплоть до вершины "Конец".

Если выполнение какой-либо операции производится после срабатывания кнопки, путевого выключателя или другого датчика, то задается команда 02, а в качестве операнда записывается номер данного датчика. При этом контроллер будет выполнять команду включения или выключения исполнительных аппаратов только после получения сигнала о срабатывании этого датчика. Включение или выключение аппаратов выполняется командами соответственно 05 или 06. В операнде записывается номер коммутируемого аппарата. Задание временных интервалов осуществляется командой 07. В операнде записывается коэффициент, который при умножении на 0,1 сек. дает требуемое время задержки.

Для реализации в программе условных переходов (в схеме алгоритма условная вершина с операциями как по «1», так и по «0») следует сначала задать команду проверки этой вершины 04.

Если датчик, соответствующий этой вершине, находится в состоянии «1», то сформируется бит условия БУ = 1. Если датчик в состоянии «0», то сформируется БУ = 0.

Следующей задается команда ОА, которая, если в предыдущей команде установлен БУ = 1, переведет контроллер на выполнение команды, указанной в операнде этой команды.

При БУ = 0 контроллер будет выполнять команду, идущую следом за командой ОА.

При составлении программы рекомендуется сначала записать последовательность команд, которую будет выполнять контроллер при БУ = 0, не указывая операнда в команде ОА. После записи всех команд, выполняемых контроллером по условию «0», в программу заносится команда, выполняемая по условию «1». Адрес этой команды указывается в операнде команды ОА.

### **Программирование контроллеров в программе CoDeSys.**

CoDeSys - это современный инструмент для программирования контроллеров (CoDeSys образуется от слов Controllers Development System). CoDeSys предоставляет программисту удобную среду для программирования контроллеров на языках стандарта МЭК 61131-3. Используемые редакторы и отладочные средства базируются на широко известных и хорошо себя зарекомендовавших принципах, знакомых по другим популярным средам профессионального программирования (такие, как Visual C++).

**Компоненты проекта.** Проект включает следующие объекты: ROU, типы данных, визуализации, ресурсы, библиотеки. Каждый проект сохраняется в отдельном файле. ROU (Program Organization Unit). К программным компонентам (ROU) относятся функциональные блоки, функции и программы. Отдельные ROU могут включать действия (подпрограммы). Каждый программный компонент состоит из раздела объявлений и кода. Для написания всего кода ROU используется только один из МЭК языков программирования (IL, ST, FBD, SFC, LD или CFC). CoDeSys поддерживает все описанные стандартом МЭК компоненты. Для их использования достаточно включить в свой проект библиотеку standard.lib.

### **Шаги программирования в CoDeSys:**

1. Для создания нового проекта необходимо в среде CoDeSys вызвать команду меню File | New или воспользоваться одноименной кнопкой на панели инструментов.

2. После создания проекта нужно выбрать Target-файл, соответствующий названию контроллера.

3. Затем откроется окно настроек Target-файлов. Как правило, настройки установлены производителем и не требуют изменения.

4. После задания настроек Target-файла необходимо создать основной POU (главную программу проекта). Главная программа всегда должна иметь тип Program и имя PLC\_PRG. Поэтому в данном диалоге разрешается менять только язык программирования (Language of the POU).

5. В зависимости от выбранного языка программирования откроется окно, в котором необходимо создать программу, исполняемую на контроллере. Примеры программ на языках FBD, LD и ST приведены на рисунке

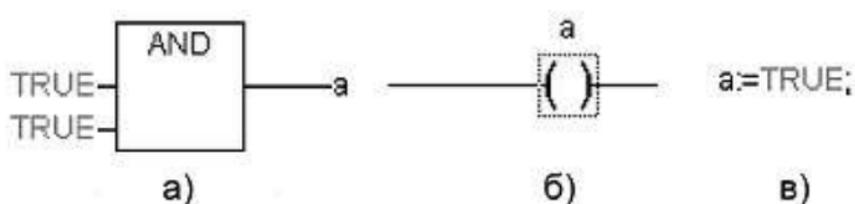


Рисунок 6 - Примеры программ на языках FBD (а), LD (б) и ST (в)

6. Для загрузки программы в контроллер установите связь с контроллером, вызвав команду меню Online | Login. Запустите выполнение загруженной программы, вызвав команду меню Online | Run или нажатием кнопки на передней панели контроллера.

### **Изучив данную тему, студент должен:**

- знать отличительные характеристики контроллеров;
- уметь составлять программы для регулирующих и логических контроллеров.

При изучении темы 4 необходимо:

- читать учебные пособия [1-6]
- акцентировать внимание на следующих понятиях: программы для регулирующих и логических контроллеров, шаги программирования в CoDeSys, проектирование управляющего устройства.

**Для самооценки темы 4 ответить на вопросы:**

1. По каким этапам протекает проектирование управляющего устройства контроллера?
2. Какой системой команд оснащен программируемый контроллер?
3. Как программируют контроллеры в программе CoDeSys?

## Практическая работа 5. Изучение режимов функционирования универсальных регулирующих, логических и др. контроллеров

**Цель работы:** Изучить режимы функционирования универсальных регулирующих, логических и др. контроллеров

### Теоретические сведения

**Назначение.** Логический контроллер предназначен для оптимизации технологических процессов. Современные логические контроллеры действуют в режиме реального времени и являются свободно программируемыми. Программируемый логический контроллер (ПЛК) в составе станции управления обеспечивает управление работой оборудования по специально заданной программе. ПЛК позволяет реализовать сложные алгоритмы управления, при необходимости программа легко может быть изменена.

Технические характеристики.

Таблица 1.

Наименование параметра		Значение
Сетевое питание	Напряжение, В	Трехфазное 220, 380 660 ± 10%
	Частота, Гц	50 ± 5%
Выходное напряжение		Максимальное напряжение равно напряжению сети.
Диапазон частот, Гц	выходных	от 0 до частоты, позволяемой электродвигателем
Частота коммутации, кГц		0.5-16
Функции защиты и безопасности преобразователя		Защита от короткого замыкания: 1. между выходными фазами. 2. между выходными фазами и землей. 3. на выходе внутренних

	<p>источников питания.</p> <p>Тепловая защита от перегрева и тока перегрузки.</p> <p>Безопасность при перенапряжении и недонапряжении в сети.</p> <p>Обрыв фазы.</p>
Защита двигателя	<p>Встроенная тепловая защита с непрерывным расчетом <math>I^2t</math> с учетом скорости. Запоминание <math>t</math> двигателя после отключения.</p>

### **Работа программируемого логического контроллера**

Логический контроллер (ПЛК) дешевле микропроцессорного блока управления, при этом способен осуществить все необходимые для станции управления функции с высоким быстродействием и надежностью. Наличие датчиков обратной связи на исполнительном механизме, например, тахогенератора, сигнал с которого поступает на аналоговые входы ПЛК, позволяет корректировать работу электропривода в требуемом режиме. Логический контроллер (ПЛК) обрабатывает поступающие сигналы и формирует управляющее воздействие для корректировки установившегося режима.

Таким образом, логический контроллер (ПЛК) обеспечивает полностью автоматический режим не только в рамках заданной программы, но и при изменении условий работы механизма ПЛК реагирует на появившиеся изменения, поддерживая параметры работы оборудования в заданных пределах. ПЛК способен принимать управляющие сигналы с пульта диспетчера и корректировать работу станции управления в соответствии с полученным указанием оператора установки, т. е. осуществлять дистанционное управление технологическим агрегатом.

Конструктивно станция управления представляет собой металлический шкаф для настенного или напольного монтажа. Лицевая сторона шкафа представляет собой дверцу с замком, на которой расположены органы управления и индикации. Конструкция станции управления обеспечивает лёгкий доступ к узлам в процессе монтажа и наладки.

Подключение кабелей ввода и вывода силовых напряжений может быть предусмотрено как снизу, так и сверху шкафа.

Аналогично и для кабелей ввода сигналов от датчиков и другой информации.

Отличительными особенностями конструкции являются:

применение качественных электротехнических шкафов из стали с покраской гарантирующей долговечность. Могут быть использованы шкафы из нержавеющей стали;

применение современной аппаратуры, выполненной в соответствии с международными стандартами и директивами.

**Основные функции.** СУО реализует следующие основные функции:

Плавный пуск, остановка и регулирование частоты вращения электродвигателя через ручной задатчик скорости вращения;

При наличии датчика поддержание технологических параметров и режимов;

Ручное переключение электродвигателя на работу от сети при аварии ПЧ/УПП;

Пуск/Стоп электродвигателя с поста местного управления;

Пуск/Стоп электродвигателя системой автоматизированного управления;

Отключение питания СУО системой автоматизированного управления (аварийное);

Аварийная остановка электродвигателя с поста местного управления;

Аварийная остановка электродвигателя системой автоматизированного управления;

Обобщенная сигнализация о работе и неисправности с передачей внешним потребителям;

Дистанционное управление/контроль насосного агрегата через интерфейс RS-485 по одному из стандартных протоколов обмена данными.

### **Режимы работы**

1. Включение любого электродвигателя с плавным разгоном. Поддержание заданной частоты вращения/момента нагрузки электродвигателя.

2. Контролируемая плавная остановка любого из электродвигателей.

3. Управление исполнительными механизмами технологического оборудования дискретным или аналоговым заданием.

4. Аварийная остановка электродвигателей с последовательным отключением каждого в режиме динамического торможения.

5. Аварийная остановка электродвигателей в режиме свободного выбега.

6. Дистанционное обесточивание всех аппаратов станции управления.

Примечание. Уровень сигналов на всех каналах управления  $\sim 220\text{В}$  или  $=24\text{В}$  (формулируется при заказе).

### **Изучив данную тему, студент должен:**

- знать отличительные характеристики контроллеров;
- уметь производить расчет преобразователей.

При изучении темы 5 необходимо:

- читать учебные пособия [1-6]
- акцентировать внимание на следующих понятиях: программы для регулирующих и логических контроллеров, шаги программирования в CoDeSys, проектирование управляющего устройства.

**Для самооценки темы 5 ответить на вопросы:**

1. Способен ли логический контроллер осуществить необходимые для станции управления функции с высокой надежностью?
2. Способен ли логический контроллер осуществить дистанционное управление технологическим агрегатом?
3. Для каких целей предназначен логический контроллер?

## **Практическая работа 6. Расчет исполнительных механизмов**

**Цель работы:** Уметь проводить расчет исполнительных механизмов

**Теоретические сведения**

Исполнительное устройство предназначено для реализации сигнала управления, вырабатываемого регулируемым устройством автоматического регулятора. Состоит из двух функциональных блоков: собственно исполнительного устройства (если исполнительное устройство механическое, то его часто называют исполнительный механизм) и регулирующего органа, например регулирующего клапана, и может оснащаться дополнительными блоками. Устройства такого типа включают: электрические двигатели, электрические, пневматические или гидравлические приводы, релейные устройства, электростатические двигатели, хватяющие механизмы роботов, приводы их движущихся частей, включая соленоидные приводы и приводы типа «звуковая катушка». Исполнительные механизмы предназначены для управления регулирующими органами в соответствии с выходным сигналом регулирующего органа.

Для объективной оценки параметров и характеристик исполнительных механизмов необходимо определить основные требования, предъявляемые к ним со стороны регулирующего органа и системы регулирования в целом.

Необходимым условием качественной работы системы автоматического регулирования является правильный расчет и выбор исполнительного устройства.

### **Расчет реле.**

Выдержка времени реле  $POB$  должна обеспечивать надежное включение регулятора тока. Эта выдержка:

$$t = t_{\epsilon, \epsilon} + \Delta t$$

где  $t_{\epsilon, \epsilon}$  - полное время включения регулятора с учетом привода;

$\Delta t$  = - запас надежности по времени.

Выдержка времени реле времени  $KT$ :

$$t^{KT} = t_{з, пр} + \Delta t$$

где  $t_{з, пр}$  - наибольшая выдержка времени защиты присоединений, отходящих от шин п/ст.  $B$ ;

$\Delta t$  - ступень избирательности.

Напряжение срабатывания реле  $KVЗ$  выбирают, исходя из следующих условий:

$$U^{KVЗ} \leq \frac{k_{ВОЗ}}{k_n k_{m.n.}} U_{\min}$$

где  $k_{\text{воз}}$  – коэффициент возврата;  
 $k_{\text{н}}$  – коэффициент надежности;  
 $k_{\text{т,н}}$  – коэффициент трансформации трансформатора напряжения.

### Расчет МЭО.

Для управления регулирующим органом применяются электрические исполнительные механизмы однооборотные. Это исполнительные механизмы с постоянной скоростью, у которых выходное устройство осуществляет вращательное движение в пределах 0,25 или 0,63 оборота.

К основным элементам МЭО относятся: электродвигатель, редуктор, понижающий число оборотов, выходное устройство для соединения с регулирующим органом, ручной привод, электромагнитный тормоз, устройство обратной связи, дистанционный указатель положения и сигнализации.

Выбор исполнительного механизма осуществляется по перестановочному усилию, необходимому для перемещения затвора регулирующего органа:

$$N_n = n (N_c + N_g + N_{\text{ш}} + N_{\text{тр}})$$

где  $N_n$  – перестановочное усилие, которое должен развивать исполнительный механизм, Н;

$n$  – коэффициент запаса, 1,2 ÷ 1,3;

$N_c$  – усилие статической неуравновешенности, Н;

$N_g$  – усилие динамической неуравновешенности, Н;

$N_{\text{ш}}$  – давление среды на шток, Н;

$N_{\text{тр}}$  – сила трения, шток – направляющая втулка.

Усилие  $N_c$  для односедельного регулирующего органа

$$N_c = \Delta P_{\text{max}} \cdot \Delta F_3 \cdot 10^6$$

где  $\Delta P_{\text{max}}$  – максимальный перепад давления на РО, МПа;

$\Delta F_3$  – неуравновешенная площадь затвора, м<sup>2</sup>

Неуравновешенная площадь затвора определяется по формуле:

$$\Delta F_3 = 0,785 \cdot \left( \frac{D_3^2}{3} - d_{\text{ш}}^2 \right)$$

где  $D_3$  – наружный диаметр затвора односедельного клапана, 0,012 ÷ 0,015 м;  $d_{\text{ш}}$  – диаметр штока, 0,01 м.

Определяется усилие динамической неуравновешенности:

$$N_g = \frac{FF^2}{c} \frac{ww_{\text{ср}}^2}{2g} \cdot p \cdot \left( 2,5 + 19 \cdot \frac{b - 0,1d}{d} + \left( \frac{d}{2,45 \cdot S} \right)^2 \right) \cdot 9,8$$

где  $N_g$  – условие динамической неуравновешенности, Н;

$F_c$  – площадь прохода седла,  $\text{м}^2$ ;

$\omega_c$  – средняя скорость среды,  $\text{м/с}$ ;

$\rho$  – плотность среды,  $\text{т/м}^3$ ;

$g$  – ускорение свободного падения,  $9,8 \text{ м/с}^2$ ;

$d$  – диаметр поршня,  $\text{м}$ ;

$b$  – ширина опорной поверхности,  $\text{м}$ ;

$S$  – перемещение затвора,  $\text{м}$ .

Определяется давление среды на шток по формуле:

$$N_{\text{ш}} = 0,785 \cdot d_{\text{ш}}^2 \cdot P_{\text{и}} \cdot 10^6,$$

где  $P_{\text{и}}$  – избыточное давление регулируемой среды,  $\text{МПа}$ ;

$d_{\text{ш}}$  – диаметр штока,  $\text{м}$ .

Избыточное давление измеряемой среды определяется по формуле:

$$P_{\text{и}} = P_0 - 0,1$$

где  $P_0$  – давление до регулируемого органа,  $\text{МПа}$ .

Определяется сила трения между штоком и направляющей втулкой:

$$N_{\text{тр}} = \mu_{\text{т}} \cdot \frac{a_1}{l_1} \cdot N_{\text{ш}},$$

где  $\mu_{\text{т}}$  – коэффициент трения ( $\mu_{\text{т}} = 0,07 \div 0,15$ )

$a_1$  – зазор между втулкой и штоком,  $\text{м}$ ;

$l_1$  – длина втулки,  $\text{м}$ ;

$N_{\text{ш}}$  – нагрузка на шток,  $\text{Н}$ .

Определяется крутящий момент на валу исполнительного механизма:

$$M = N_{\text{н}} \cdot l,$$

где  $M$  – крутящий момент на валу исполнительного механизма,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;

$N_{\text{н}}$  – перестановочное усилие, необходимое для перемещения регулирующего органа,  $\text{Н}$ ;  $l$  – длина выходного рычага,  $0,23 \text{ м}$ .

### **Изучив данную тему, студент должен:**

-знать отличительные характеристики исполнительных механизмов;

- уметь проводить расчет исполнительных механизмов.

При изучении темы б необходимо:

- читать учебные пособия [1-6]

- акцентировать внимание на следующих понятиях: собственно исполнительное устройство (исполнительный механизм), регулирующего органа, регулирующего клапана,

**Для самооценки темы 6 ответить на вопросы:**

1. Для чего предназначены исполнительные механизмы?
2. Какие механизмы применяются для управления регулирующим органом?
3. Что является необходимым условием качественной работы системы автоматического регулирования?

## **ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Лабораторная работа 1. Изучение и исследование характеристик элементной базы ТСА

Лабораторная работа 2. Изучение принципа действия, устройства и определение статических и динамических характеристик преобразователей

Лабораторная работа 3. Изучение работы регуляторов, функциональных блоков, станций управления

Лабораторная работа 4. Изучение работы программируемых логических контроллеров

Лабораторная работа 5. Изучение конструкции и определение характеристик исполнительных механизмов систем управления

**Лабораторная работа 1. Изучение и исследование характеристик элементной базы ТСА**

**Цель работы:** Изучить характеристики элементной базы ТСА

### **Теоретические сведения**

Качество функционирования систем автоматизации в значительной мере зависит от использованной в ней элементной базы (технических средств автоматизации). По конструктивным и функциональным признакам технические средства автоматизации (ТСА) подразделяют на элементы и устройства. Элементы

выполняют одну простейшую операцию с сигналами, а для сложных преобразований сигналов (выполнения математических операций, кодирования, дешифрования, запоминания многоразрядных кодов) служат совокупности, определенным образом соединенных элементов, называемых устройствами или узлами. Совокупность же элементов, устройств (узлов) и объекта для реализации всей поставленной задачи представляет собой систему автоматизации (следящая система, система автоматического контроля, АСУТП и др.).

Элементы автоматики классифицируют по разным признакам. По назначению различают **чувствительные (измерительные), промежуточные и исполнительные** элементы. Промежуточные элементы служат для преобразования значения или физической природы сигнала, поступающего от чувствительного элемента, в сигнал, обеспечивающий работу исполнительного элемента, который осуществляет управляющее воздействие непосредственно на объект автоматизации.

По наличию вспомогательного источника энергии элементы делят на активные, в которых входная величина только управляет, как, например, в усилителях, поступлением энергии вспомогательного источника на выход элемента, и пассивные, в которых энергия выходного сигнала является частью энергии входного сигнала, как, например, у регуляторов прямого действия.

По виду энергии вспомогательного источника элементы разделяют на **электрические, механические, пневматические, гидравлические и комбинированные**. По виду статистической характеристики «вход – выход» элементы делят на непрерывные, у которых плавному изменению входной величины соответствует плавное изменение выходной, и дискретные, когда при плавном изменении входной величины, выходная претерпевает скачкообразные изменения (двухпозиционное реле). По виду уравнений статики и динамики различают линейные и нелинейные элементы. По принципу действия элементы подразделяют на электрические, пневматические, гидравлические, механические. По реакции на изменение знака или фазы входного сигнала элементы относят к реверсивным, если при этом изменяется полярность или фаза выходного сигнала, и нереверсивным, в противном случае.

Каждому значению входного сигнала элемента соответствует определенное значение сигнала на его выходе. Зависимость «вход -

выход» в установившемся режиме определяет статистическую характеристику элемента. Так как возмущающие и управляющие воздействия на систему изменяются во времени, то входные и выходные сигналы ее элементов также непостоянны, то есть значительную часть времени система и ее элементы работают в переходном режиме.

Так как реальным элементам присуща инерционность, то при временном изменении входного сигнала, соответствующий каждому его значению выход, по статической характеристике устанавливается не сразу, а спустя некоторое время, определяемое динамическими свойствами элемента. Динамические свойства элементов, то есть изменение их свойств во времени в переходном режиме, определяются с помощью дифференциальных уравнений, представляющих собой математическое описание динамических процессов, протекающих при функционировании элементов и, называемых уравнениями динамики. Составляются уравнения динамики на основе глубокого анализа физических явлений при функционировании элементов, а решение их позволяет оценить динамические свойства элементов.

Для обеспечения техническими средствами систем контроля, управления и регулирования технологическими процессами различные отрасли народного хозяйства, создана Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП).

В основу создания и совершенствования ГСП положены следующие системотехнические принципы:

- типизация и минимизация;
- многообразие функций автоматического контроля;
- многообразие функций управления и регулирования;
- минимизация номенклатуры технических средств;
- блочно - модульное построение систем управления на базе унифицированных приборов и устройств;
- совместимость приборов и устройств.

Минимизация номенклатуры средств контроля и управления реализуется на основе двух идей:

- унификация устройств одного функционального назначения;
- агрегатирование комплекса технических средств для решения крупных функциональных задач.

Процесс минимизации начинается с отбора некоторых основных параметров приборов и устройств, выделения из их числа главного параметра и установления минимально необходимого числа устройств для перекрытия всего диапазона изменения главного параметра.

Агрегатные комплексы (АК) представляют собой совокупность технических средств, охватывающих требуемые диапазоны измерения в различных условиях эксплуатации и, обеспечивающих выполнение всех функций в пределах заданного класса задач.

При проектировании изделий ГСП, исключая уровень чувствительных элементов (датчиков), в качестве конструктивной основы используют унифицированные типовые (модульные) конструкции (УТК). Все детали и узлы комплекса разделены на четыре категории изделий таким образом, что элементы изделий низшего порядка предназначены для преобразования в элементы изделий высшего порядка.

Заложенные в ГСП общие для всех изделий понятия совместимости можно сформулировать следующим образом:

**информационная совместимость** – это совокупность стандартизированных характеристик, обеспечивающих согласованность сигналов связи по виду и номенклатуре, их информативным параметрам, уровням, пространственно – временным соотношениям, логическим соотношениям, типу логики.

**конструктивная совместимость** – это совокупность свойств, обеспечивающих способность конструктивных параметров и механическое сопряжение технических средств, а также выполнение эргономических норм и эстетических требований при совместном использовании;

**эксплуатационная совместимость** – совокупность свойств, обеспечивающих работоспособность и надежность функционирования технических средств при совместном использовании в производственных условиях, а также удобство обслуживания, настройки и ремонта.

**метрологическая совместимость** – совокупность выбранных метрологических характеристик и свойств средств измерений, обеспечивающих сопоставимость результатов измерений и

возможность расчета погрешности результатов измерений, при работе технических средств в составе системы.

По роду используемой энергии носителя информационных сигналов устройства ГСП делятся на:

электрические;

пневматические;

гидравлические;

устройства, работающие без использования вспомогательной энергии – приборы и регуляторы прямого действия.

Достоинствами электрических приборов являются, в первую очередь, высокая чувствительность, точность, быстродействие, удобство передачи, хранения и обработки информации. Пневматические приборы обеспечивают повышенную безопасность при применении в легко воспламеняемых и взрывоопасных средах, в агрессивной атмосфере и в помещениях с повышенной влажностью воздуха. Гидравлические приборы позволяют получать точные перемещения исполнительных механизмов.

Более крупная классификационная группировка, чем тип, это комплекс. В ГСП различают два типа комплексов: - унифицированные; - агрегатные.

Отличительной особенностью унифицированного комплекса является то, что любые сочетания технических средств комплекса между собой не приводят к реализации этими средствами новых функций. В агрегатных комплексах сочетанием технических средств можно реализовать новые функции.

ГСП представляет собой большой, сложный и непрерывно развивающийся комплекс приборов и устройств, серийно выпускаемых промышленностью и, предназначенных для автоматизации контроля, регулирования и управления различными технологическими процессами и оборудованием.

По функциональному признаку все изделия ГСП разделены на следующие группы устройств:

получения информации о состоянии процесса или объекта: датчики, нормирующие преобразователи, формирующие унифицированный сигнал связи.;

приема, преобразования и передачи информации: коммутаторы измерительных цепей, преобразователи сигналов и кодов, шифраторы и дешифраторы, согласующие устройства, средства телесигнализации, телеизмерения и телеуправления;

формирования команд управления: анализаторы сигналов, функциональные и операционные преобразователи, логические устройства и устройства памяти, задатчики, регуляторы, управляющие вычислительные устройства и комплексы;

использования командной информации: исполнительные устройства – электрические, пневматические, гидравлические или комбинированные исполнительные механизмы, усилители мощности вспомогательные устройства к ним, а также устройства представления информации.

Обмен информацией между техническими средствами ГСП реализуется при помощи сигналов связи и интерфейсов. Информационные сигналы могут быть представлены в естественном или унифицированном виде. Естественным сигналом называется сигнал чувствительного элемента (датчика), вид и диапазон изменения которого определяется физическими свойствами элемента. У унифицированного сигнала вид носителя информации и диапазон его изменения не зависит от измеряемой величины и метода измерения.

При создании сложных систем, особенно на базе микропроцессорных устройств и вычислительных средств, обмен информацией между техническими средствами верхнего уровня осуществляется с помощью интерфейсов.

По определению интерфейс состоит из программной и аппаратной частей. Программная (информационная) часть определяет порядок обмена сигналами и информацией (алгоритмы, временные диаграммы и т.д.). Аппаратная часть (интерфейсные карты, платы) позволяют осуществлять информационный обмен управляющими, адресными и другими сигналами между функциональными модулями.

Интерфейсы определяют скорость сбора информации, загрузки памяти ЭВМ или контроллера, стоимость аппаратуры, поэтому в настоящее время ведутся интенсивные работы по созданию рациональных интерфейсов.

## **Форма защиты работы**

1. Написать отчет по проделанной работе. В отчете представить результат выполненных заданий.

## 2. Ответить на контрольные вопросы

### Контрольные вопросы

1. Что представляют собой элементы и устройства.?
2. По каким признакам классифицируют элементы автоматики?
3. С какой целью создана Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП) и что она представляет?
4. Какие сигналы являются естественными, а какие унифицированными?

### Лабораторная работа 2. Изучение принципа действия, устройства и определение статических и динамических характеристик преобразователей

**Цель работы:** Научиться определять статические и динамические характеристики преобразователей

#### Теоретические сведения

##### Определение статических характеристик.

*Статической характеристикой* измерительного устройства называют функциональную зависимость выходного  $Y$  сигнала от входного  $X$  в статическом режиме работы указанного устройства. Статическая характеристика описывается в общем случае некоторым нелинейным уравнением (уравнением преобразования):  $Y = f(X)$ .

Для измерительных преобразователей и измерительных приборов с неименованной шкалой или со шкалой, отградуированной в единицах, отличных от единиц измеряемой величины, статическую характеристику принято называть *функцией преобразования*. Для измерительных приборов иногда статическую характеристику называют *характеристикой шкалы*.

Определение статической характеристики связано с выполнением градуировки, поэтому для всех средств измерений используют понятие *градуировочной*

*характеристики*, под которым понимают зависимость между значениями величин на выходе и входе средства измерений, составленную в виде таблицы, графика или формулы.

Основное требование, предъявляемое к статической характеристике измерительных устройств – получение линейной зависимости между выходной и входной величинами. Кроме статической характеристики для определения метрологических свойств измерительных устройств используется ряд параметров: *начальное и конечное значения шкалы, диапазон показаний и измерений, верхний и нижний пределы измерений*.

Диапазон измерений часто называют *рабочим диапазоном преобразований* – разность значений верхнего и нижнего пределов измерений по входной и выходной величинам ( $X_{\text{в}} - X_{\text{н}}$ ,  $Y_{\text{в}} - Y_{\text{н}}$ ).

Статической характеристикой служит предел отношения приращения  $\Delta Y$  выходного сигнала к приращению  $\Delta X$  входного сигнала, когда последнее стремится к нулю, т.е. производная в выбранной точке:

$$S = \lim (\Delta Y / \Delta X) = dY/dX, \text{ при } \Delta X \rightarrow 0.$$

Применительно к измерительным приборам этот параметр называют *чувствительностью* и определяют как отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины.

Если статическая характеристика измерительного прибора нелинейна, то его чувствительность будет различной в разных точках характеристики, а шкала прибора - неравномерной.

*Коэффициент преобразования* - отношение приращения  $\Delta Y$  сигнала на выходе преобразователя к вызвавшему его приращению  $\Delta X$  входного сигнала:

$$\frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_{\text{в}} - Y_{\text{н}}}{X_{\text{в}} - X_{\text{н}}}.$$

Для измерительных приборов важным параметром является *цена деления*, определяемая как разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Физически цена деления определяется количеством единиц

входной величины, содержащихся в одном делении шкалы измерительного прибора:

$$\frac{K_{\text{ВШ}} - H_{\text{ВШ}}}{n}$$

где  $n$  -

число делений шкалы.

*Порог чувствительности (реагирования)* – наименьшее изменение входного сигнала, которое вызывает изменение выходного сигнала. Различают номинальную функцию преобразования и реальную функцию преобразования.

*Размахом (непостоянством)  $R$*  выходного сигнала измерительного преобразователя (показаний измерительного прибора) называют разность между наибольшим и наименьшим значениями выходного сигнала, соответствующими одному и тому же значению измеряемой величины и полученными при многократном и одностороннем подходе к этому значению, т.е. при постепенном увеличении или уменьшении измеряемой величины.

*Вариацией  $W$*  выходного сигнала измерительного преобразователя (показаний измерительного прибора) называют среднюю разность между значениями выходного сигнала, соответствующими одному и тому же значению измеряемой величины, полученными при многократном подходе к этому значению:  $W = Y_{\text{пр}} - Y_{\text{обр}}$ .

### **Определение динамических характеристик.**

Режим работы измерительного устройства, при котором значения выходного и входного сигналов изменяются во времени, называют динамическим (нестационарным или неравновесным).

Многие измерительные устройства имеют в своем составе инерционные элементы: подвижные механические узлы, электрические и пневматические емкости, индуктивности, элементы, обладающие тепловой инерцией и т.п. Наличие инерционных элементов определяет инерционность всего измерительного устройства, т.е. приводит к тому, что в динамическом режиме мгновенное значение выходного сигнала измерительного устройства зависит не только от мгновенного значения входного сигнала, но и от любых изменений этого сигнала, т.е. от его первой, второй производных и производных

более высокого порядка. Указанные инерционные свойства измерительных устройств определяют динамической характеристикой.

*Динамическая характеристика* измерительного устройства - это зависимость выходного сигнала от входного в динамическом режиме работы.

Динамическую характеристику измерительного устройства принято описывать дифференциальным уравнением, передаточной или комплексной частотной функциями.

В большинстве случаев динамическая характеристика измерительных устройств в линейной части статической характеристики (для измерительных устройств с линейной статической характеристикой во всем диапазоне преобразований) может быть описана дифференциальным уравнением вида:

$$a_n \frac{d^n Y(\tau)}{d\tau^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} Y(\tau)}{d\tau^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dY(\tau)}{d\tau} + Y(\tau) = KX(t),$$

или соответствующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{K}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + 1},$$

либо

$$Y(p) = W(p) \times X(p),$$

где  $Y(t)$  и  $X(t)$  - выходной и входной сигналы измерительного устройства как функции времени;

$n$  - число, определяющее порядок производной;

$Y(p)$  и  $X(p)$  - изображения выходной и входной величин, получаемые с помощью преобразований Лапласа.

Передаточную функцию  $W(p)$  можно рассматривать как коэффициент преобразования измерительного устройства в динамическом режиме. Передаточная функция является исчерпывающей характеристикой инерционных свойств измерительного устройства. Она позволяет определять реакцию измерительного устройства на входные сигналы, изменяющиеся во времени по любому закону. Передаточную функцию измерительных устройств удобно использовать при анализе работы

в автоматических системах регулирования. Ее определяют обычно через переходную или временную характеристику, которая определяется как изменение во времени выходного сигнала  $Y(t)$  измерительного устройства при подаче на его вход скачкообразного сигнала, равного по значению единице входной величины. Если высота скачкообразного входного сигнала не равна единице, а имеет некоторое значение  $X_A$ , то по переходной характеристике можно определить выходной сигнал, используя выражение:

$$Y(t) = h(t) \times X_A .$$

Для определения инерционных свойств измерительных устройств по переходным характеристикам обычно используют заимствованное из теории автоматического регулирования понятие динамического звена. Переходные характеристики и передаточные функции типовых динамических звеньев известны, что позволяет по форме переходной характеристики измерительного устройства отождествить его с каким-либо типовым динамическим звеном, а следовательно, определить форму передаточной функции испытываемого измерительного устройства.

Колебательное динамическое звено и измерительное устройство, в котором имеет место переходный процесс, можно рассматривать как соединение двух инерционных звеньев с постоянными времени  $T_1$  и  $T_2$ . При этом в зависимости от соотношения  $T_1$  и  $T_2$  переходный процесс будет различен.

Переходные процессы, описывающие динамику измерительного устройства, имеет порядок более, чем второй. В этих случаях принято рассматривать измерительные устройства как совокупность нескольких соединенных последовательно типовых динамических звеньев. Для всех измерительных устройств важным является время установления выходного сигнала  $T_p$ , которое также называют временем реакции. Оно представляет собой отрезок времени, необходимый для завершения переходного процесса при скачкообразном изменении входного сигнала.

Так как в основном все переходные процессы заканчиваются при бесконечном значении времени, то за время реакции  $T_p$  обычно принимают время, за которое выходной сигнал измерительного устройства, приближаясь к новому установившемуся значению, входит в некоторую зону, отличающуюся от этого значения на  $\pm$

5% от изменения выходного сигнала, соответствующего данному скачкообразному входному сигналу.

Значение времени реакции может быть приближенно определено через постоянную времени измерительного устройства из соотношения:

$$T_p = (3 - 5) \times T.$$

Дифференциальные уравнения и передаточные функции наиболее типичных по инерционным свойствам измерительных устройств приведены в таблице:

Рисунок	Дифференциальное уравнение	Передаточная функция
а	$Y(t) = KX(t)$	$K$
б	$T \frac{dY(t)}{dt} + Y(t) = KX(t)$	$\frac{K}{Tp + 1}$
в	$T_2^2 \frac{d^2 Y(t)}{dt^2} + T_1 \frac{dY(t)}{dt} + Y(t) = KX(t)$	$\frac{K}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1}$
г	$T \frac{dY(t)}{dt} + Y(t) = KX(t - t_3)$	$\frac{K}{e^{-mzp} Tp + 1}$
д	$T_2^2 \frac{d^2 Y(t)}{dt^2} + T_1 \frac{dY(t)}{dt} + Y(t) = KX(t - t_3)$	$\frac{K}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1} e^{-mzp}$

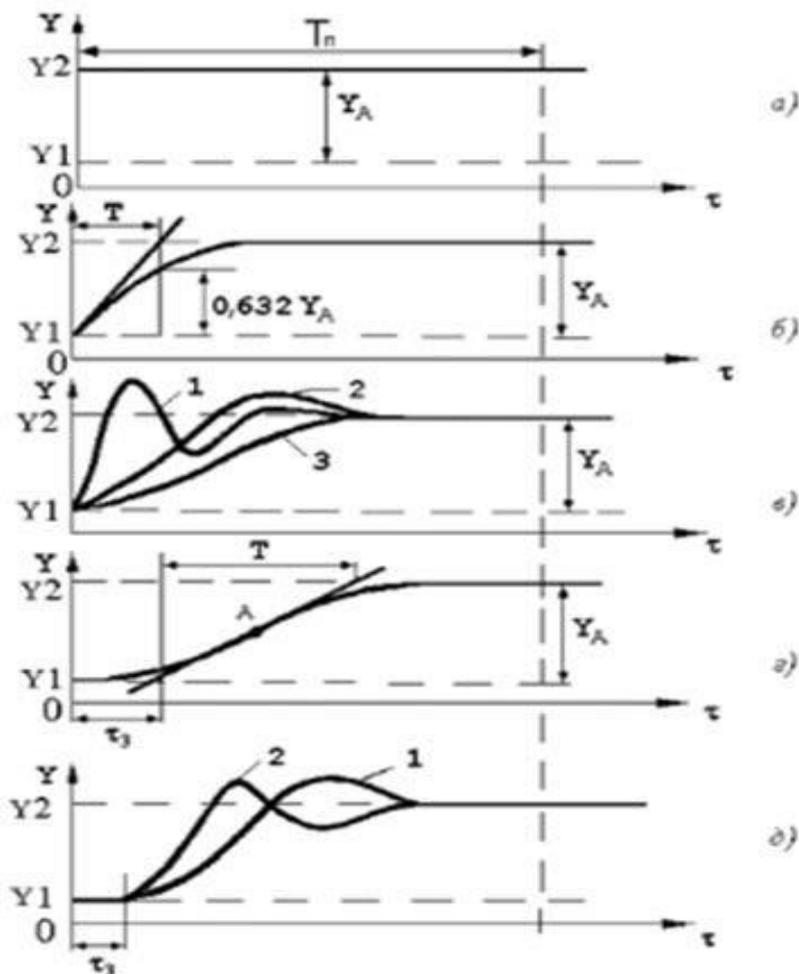


Рисунок 1. Переходные процессы.

### Форма защиты работы

1. Написать отчет по проделанной работе. В отчете представить результат выполненных заданий.
2. Ответить на контрольные вопросы

### Контрольные вопросы

1. Что называется *функцией преобразования* измерительных приборов?
2. Что называют *рабочим диапазоном преобразований*?
3. Что называют *коэффициентом преобразования*?
4. Что характеризует *динамическая характеристика*?

5. Что характеризует *статическая характеристика*?

### **Лабораторная работа 3. Изучение работы регуляторов, функциональных блоков, станций управления**

**Цель работы:** Изучить работу регуляторов.

#### **Теоретические сведения**

*Регулятор* — устройство, которое следит за состоянием объекта управления как системы и вырабатывает для неё управляющие сигналы. Регуляторы следят за изменением некоторых параметров объекта управления (непосредственно, либо с помощью наблюдателей) и реагируют на их изменение с помощью некоторых алгоритмов управления в соответствии с заданным качеством управления.

Регуляторы в подавляющем большинстве работают по принципу отрицательной обратной связи с целью компенсировать внешние возмущения, действующие на объект управления и отработать заданный извне или заложенный в системе закон управления (программу). Примером может служить регулятор скорости двигателя.

Критерии оценки качества регулирования: скорость регулирования, точность, как установившаяся ошибка и как величина перерегулирования; запас устойчивости и отсутствие колебаний, в том числе затухающих.

*Пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) регулятор* — устройство в управляющем контуре с обратной связью. Используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально разности входного сигнала и сигнала обратной связи (сигнал рассогласования), второе — интеграл сигнала рассогласования, третье — производная сигнала рассогласования.

*Пропорциональная* составляющая вырабатывает выходной сигнал, противодействующий отклонению регулируемой величины

от заданного значения, наблюдаемому в данный момент времени. Он тем больше, чем больше это отклонение. Если входной сигнал равен заданному значению, то выходной равен нулю.

При использовании только пропорционального регулятора значение регулируемой величины никогда не стабилизируется на заданном значении. Существует статическая ошибка, которая равна такому отклонению регулируемой величины, которое обеспечивает выходной сигнал, стабилизирующий выходную величину именно на этом значении. Чем больше коэффициент пропорциональности между входным и выходным сигналом (коэффициент усиления), тем меньше статическая ошибка, однако при слишком большом коэффициенте усиления при наличии задержек (запаздывания) в системе могут начаться автоколебания, а при дальнейшем увеличении коэффициента система может потерять устойчивость.

*Интегрирующая* составляющая пропорциональна интегралу по времени от отклонения регулируемой величины. Её используют для устранения статической ошибки. Она позволяет регулятору со временем учесть статическую ошибку.

Если система не испытывает внешних возмущений, то через некоторое время регулируемая величина стабилизируется на заданном значении, сигнал пропорциональной составляющей будет равен нулю, а выходной сигнал будет полностью обеспечиваться интегрирующей составляющей. Тем не менее, интегрирующая составляющая также может приводить к автоколебаниям при неправильном выборе её коэффициента.

*Дифференцирующая* составляющая пропорциональна темпу изменения отклонения регулируемой величины и предназначена для противодействия отклонениям от целевого значения, которые прогнозируются в будущем. Отклонения могут быть вызваны внешними возмущениями или запаздыванием воздействия регулятора на систему.

### **Функциональные блоки.**

Для обеспечения совместимости и взаимозаменяемости между собой всех устройств, входящих в систему и выпускаемых разными производителями был разработан **международный стандарт МЭК 61499 "Функциональные блоки для промышленных систем управления"**. Он используют три уровня иерархии моделей при разработке распределенных систем: модель системы, модель физических устройств и модель функциональных блоков. Модели

всех уровней в соответствии со стандартом представляются в виде функциональных блоков, которые описывают процесс передачи и обработки информации в системе.

Особенностью функциональных блоков стандарта МЭК 61499 является то, что они учитывают не только традиционное инициирование выполнения алгоритма с помощью тактирования или временного расписания, но и по признаку наступления некоторых событий (событийное управление). Событийное управление является более общим, а тактирование можно рассматривать как его частный случай, заключающийся в периодическом появлении одного и того же события (сигнала тактирования).

Функциональные блоки (ФБ) могут быть использованы также для поддержания всего жизненного цикла системы, включая проектирование, изготовление, функционирование, валидацию и обслуживание.

Программное приложение состоит из сети функциональных блоков ветви которой переносят данные и события. Поток событий определяет выполнение алгоритмов, содержащихся в функциональных блоках. В состав функциональных блоков могут входить и другие программные приложения (суб-приложения).

Программные приложения могут быть распределены между несколькими ресурсами в одном или в нескольких устройствах (ПЛК). Ресурс реагирует на события, поступающие из интерфейсов, следующими способами:

- планированием и исполнением алгоритма;
- модифицированием переменных;
- генерацией ответных событий;
- взаимодействием с интерфейсами.

**Станции Управления (СУ)** предназначены для управления, защиты и контроля параметров. В СУ реализованы решения, конструкции и компоненты, которые обеспечивают оптимальное соответствие эксплуатационным условиям.

#### **Станции Управления с прямым и плавным пуском**

Имеют большой набор функций управления и защиты и удобную компоновку. Станции управления с прямым и плавным пуском оборудованы устройством памяти, которое позволяет записать в реальном времени информацию о работе погружной установки, а так же зафиксировать все изменения установок с

указанием даты и времени изменения. Эту информацию можно скачать через COM-PORT в портативный компьютер, записать в систему телемеханики по интерфейсу, скачать в переносной блок считывания и ввода параметров или записать на устройство флэш-накопитель через USB интерфейс. За счет стандартной механической и электрической блокировки, а также предохранительных устройств, включая отдельные высоковольтные и низковольтные отсеки, достигается высокий уровень безопасности оператора. Для защиты оборудования во всех диапазонах напряжения используются вакуумные контакторы и трансформаторы напряжения с плавкими предохранителями, на случай аварии имеется быстродействующий разъединитель.

Оснащены контроллером, имеющим 4 степени защиты от несанкционированного доступа к изменению уставок, встроенным жидкокристаллическим дисплеем и энергонезависимой памятью. Шкафы рассчитаны на эксплуатацию на открытом воздухе со степенью защиты IP43. Диапазон рабочих температур составляет от -60 °С до +50°С.

### **Станции Управления с частотным регулированием**

Станции Управления с частотным преобразователем отличается гибкостью настроек. Программно-аппаратное обеспечение, ориентированное на конкретное применение, обеспечивает управление с возможностью регулирования настроек, включая частоту, темп разгона и торможения, автоматический перезапуск, периодичность повторных операций и задержек и методы останова.

Станции Управления с частотным регулированием выпускаются с современным синусным фильтром гармонических колебаний для обеспечения кривой выходного сигнала наиболее близкой к синусоидальной с минимальным количеством гармоник, что позволяет сократить до минимума вредное электростатическое напряжение, воздействующее на двигатель, силовой кабель и другие электрические элементы.

Преимущества Станций управления с частотным регулированием следующие:

- возможность настройки параметров ЭЦН в соответствии с изменением скважинных условий для оптимизации работы установки и достижения максимального дебита;

- бесперебойная работа погружной установки при кратковременных - до 2-х сек. отключениях силового питания (для УЭЦН с обратным клапаном);
- автоматическое удаление газовых пробок с помощью автоматического изменения частоты при возникновении недогрузки;
- расширенные возможности дистанционного мониторинга, связи и управления с использованием погружных датчиков;
- регулировка скорости по мере износа оборудования для сохранения уровня дебита и продления срока службы во избежание простоя из-за замены установки;
- получение максимальных пусковых моментов в режиме ограничения уровня пускового тока;
- частотный останов турбинного вращения с возможностью установки частоты перехвата турбинного вращения;
- ускоренный слив жидкости из НКТ (для УЭЦН без обратного клапана) после аварийной остановки насоса.

### **Форма защиты работы**

1. Написать отчет по проделанной работе. В отчете представить результат выполненных заданий.
2. Ответить на контрольные вопросы

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что представляет собой *регулятор*?
2. Что представляет собой *Пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) регулятор*?
3. Охарактеризуйте *пропорциональную* и *интегрирующую* составляющие регулятора.
4. Назначение *Станции Управления (СУ)*

### **Лабораторная работа 4. Изучение работы программируемых логических контроллеров.**

**Цель работы:** Изучить работу программируемых логических контроллеров.

### **Теоретические сведения.**

Программируемый контроллер — электронная составляющая промышленного контроллера, компьютеризированного устройства, используемого для автоматизации технологических процессов. В качестве основного режима работы ПЛК выступает его длительное автономное использование, зачастую в неблагоприятных условиях окружающей среды, без серьезного обслуживания и практически без вмешательства человека.

ПЛК — программируемый логический контроллер, представляют собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени.

ПЛК имеют ряд особенностей, отличающих их от прочих электронных приборов, применяемых в промышленности:

- в отличие от микроконтроллера, предназначенного для управления электронными устройствами — областью применения ПЛК обычно являются автоматизированные процессы промышленного производства в контексте производственного предприятия;
- в отличие от компьютеров, ориентированных на принятие решений и управление оператором, ПЛК ориентированы на работу с машинами через развитый ввод сигналов датчиков и вывод сигналов на исполнительные механизмы;
- в отличие от встраиваемых систем ПЛК изготавливаются как самостоятельные изделия, отдельные от управляемого при его помощи оборудования.

Принцип работы ПЛК отличается от микропроцессорных устройств. Программное обеспечение универсальных контроллеров состоит из двух частей. Первая часть это системное программное обеспечение — управляет работой узлов контроллера, взаимосвязи составляющих частей, внутренней диагностикой. Системное программное обеспечение ПЛК расположено в постоянной памяти центрального процессора и всегда готово к работе. По включению

питания, ПЛК готов взять на себя управление системой уже через несколько миллисекунд.

ПЛК работают циклически по методу периодического опроса входных данных. Время цикла может быть от единиц миллисекунд до единиц секунд, в зависимости от задач, которые на этот ПЛК возложены. Большинство ПЛК позволяют задавать время цикла разработчику программы, однако в некоторых моделях такой возможности нет. Многие ПЛК позволяют в одной программе создать более одной циклически выполняемой задачи, и задать приоритет для этих задач.

Рабочий цикл включает четыре фазы:

1. Опрос входов
2. Выполнение пользовательской программы
3. Установку значений выходов
4. Некоторые вспомогательные операции (диагностика, подготовка данных для отладчика, визуализации и т. д.).

Выполнение первой фазы обеспечивается системным программным обеспечением. После, управление передается прикладной программе, той программе, которая записана в память; по ее завершению управление опять передается системному уровню. Необходимо знать с какого входа приходит сигнал и как на него реагировать на выходах. Время реакции на событие зависит от времени выполнения одного цикла прикладной программы.

Обладая памятью, ПЛК в зависимости от предыстории событий, способен реагировать по-разному на текущие события. Возможности перепрограммирования, управления по времени, развитые вычислительные способности, включая цифровую обработку сигналов, поднимают ПЛК на более высокий уровень в отличие от простых комбинационных автоматов.

Существует три вида входов: дискретные, аналоговые и специальные.

Один дискретный вход ПЛК способен принимать один бинарный электрический сигнал, описываемый двумя состояниями – включен или выключен. Все дискретные входы контроллеров обычно рассчитаны на прием стандартных сигналов с уровнем 24 В постоянного тока.

Аналоговый электрический сигнал отражает уровень напряжения или тока, соответствующий некоторой физической

величине, в каждый момент времени. Это может быть температура, давление, вес, положение, скорость, частота и т. д.

Поскольку ПЛК является цифровой вычислительной машиной, аналоговые входные сигналы обязательно подвергаются аналого-цифровому преобразованию (АЦП). В результате, образуется дискретная переменная определенной разрядности. Как правило, в ПЛК применяются 8 - 12 разрядные преобразователи, что в большинстве случаев, исходя из современных требований по точности управления технологическими процессами, является достаточным. Кроме этого АЦП более высокой разрядности не оправдывают себя, в первую очередь из-за высокого уровня промышленных помех, характерных для условий работы контроллеров.

Необходимость применения специализированных входов возникает в случаях, когда непосредственная обработка некоторого сигнала программно затруднена. Наиболее часто ПЛК оснащаются специализированными счетными входами для измерения длительности, фиксации фронтов и подсчета импульсов. Вторым распространенным типом специализированных входов являются входы способные очень быстро запускать заданные пользовательские задачи с прерыванием выполнения основной программы – входы прерываний.

Интерфейсы ПЛК: RS-232, RS-485, ProfiBus, DeviceNet, ControlNet, CAN, Промышленный Ethernet.

Для программирования ПЛК используются стандартизированные языки МЭК (IEC) стандарта IEC61131-3. Этот стандарт требует от различных изготовителей ПЛК предлагать команды, являющиеся одинаковыми и по внешнему виду, и по действию.

Стандарт специфицирует 5 языков программирования:

Sequential Function Chart (SFC) – язык последовательных функциональных блоков – используется для программирования автоматов;

Function Block Diagram (FBD) – язык функциональных блоковых диаграмм;

Ladder Diagrams (LAD) – язык релейных диаграмм;

Statement List (STL) – язык структурированного текста, язык высокого уровня. Напоминает собой Паскаль

Instruction List (IL) – язык инструкций, это типичный ассемблер с аккумулятором и переходам по метке.

Язык LAD похож на электрические схемы релейной логики. Поэтому инженерам не знающим мудреных языков программирования, не составит труда написать программу. Язык FBD напоминает создание схем на логических элементах. При выборе специалисты основываются в основном на личном опыте.

Наибольшее распространение в настоящее время получили языки LAD, STL и FBD. Большинство фирм изготовители ПЛК традиционно имеют собственные фирменные наработки в области инструментального программного обеспечения. Например такие как «Concept» и «Siemens».

### **Форма защиты работы**

1. Написать отчет по проделанной работе. В отчете представить результат выполненных заданий.
2. Ответить на контрольные вопросы

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет программируемый контроллер и его назначение.
2. Назовите особенности ПЛК, отличающие его от прочих электронных приборов, применяемых в промышленности?
3. Какие языки используются для программирования ПЛК?

### **Лабораторная работа 5. Изучение конструкции и определение характеристик исполнительных механизмов.**

**Цель работы:** Изучить конструкции исполнительных механизмов

#### **Теоретические сведения**

Исполнительное устройство — устройство системы автоматического управления или регулирования, воздействующее на процесс в соответствии с получаемой командной информацией. Состоит из двух функциональных блоков: собственно исполнительного устройства (если исполнительное устройство механическое, то его часто называют исполнительный механизм) и

регулирующего органа, например регулирующего клапана, и может оснащаться дополнительными блоками.

Под исполнительным устройством (также называют актуатор) в теории автоматического управления понимают устройство, передающее воздействие с управляющего устройства на объект управления. Иногда рассматривается как составная часть объекта управления. Управляющим устройством может быть любая динамическая система.

Исполнительные механизмы иногда называют сервомеханизмами, сервоприводами и даже сервомоторами. Предназначены для силового воздействия на конечное звено автоматических систем - регулирующие органы (РО).

### **Классификация исполнительных механизмов.**

По назначению:

- двухпозиционные (выполняют операцию типа «открыто - закрыто»);
- многопозиционные (выполняют ступенчатое или плавное (аналоговое) регулирование).

По принципу действия:

- электрические (электромагнитные, электродвигатели);
- пневматические (мембранные, поршневые);
- гидравлические.

По конструктивному признаку:

- поршневые (с поступательным и вращающим приводами);
- электромагнитные;
- мембранные;
- электромоторные;
- комбинированные.

По принципу воздействия на регулирующий орган:

- силовые (воздействие осуществляется с применением определенного усилия);
- параметрические (воздействие связано с изменением какого-либо параметра или состояния вещества).

Основными показателями исполнительных механизмов характеризующих их регулируемую способность является коэффициент усиления, а также скорость на выходе исполнительного механизма. По скорости на выходе, исполнительные механизмы делятся:

- сервомоторы с постоянной скоростью:

-сервомоторы с пропорциональной скоростью (синхронный двигатель).

**Электрические серводвигатели (электродвигатели).** Чаще всего представляют собой трех фазный асинхронный двигатель с рабочим напряжением 220 или 380 В и частотой вращения до 1400 об/мин. Обычно сочленяются с редукторами. На выходном валу крепится рычаг для соединения с регулирующим органом. Полный ход сервопривода такого рода соответствует повороту выходного вала на  $90^0$ . Время полного хода выходного вала называется временем привода. Электрический сервопривод выпускают нескольких модификаций с двигателями разной мощности. Сервоприводами малой мощности типа РМ и РМБ. У них мощность на выходном валу - от 0.15 до 0.25 кВт Вращающий момент выходного вала до 25 кг м. Сервоприводы большой мощности (РБ) могут создать на выходном валу до 100-400 кг м.

**Однооборотные ИМ.** Состоят из электродвигателя и силового редуктора: чаще всего в их состав входят концевые переключатели, датчик положения (индуктивный и потенциометрические преобразователи). Концевые выключатели - это контактные устройства, которые должны срабатывать при крайнем положении выходного вала. Датчиком положения называется преобразователь, по изменению параметров которого можно определить угол поворота выходного вала ИМ.

По построению схемы управления, бывают:

- механизмы с контактным управлением (реле, контакторы, магнитные пускатели).
- механизмы с бесконтактным управлением (магнитные усилители, тиристорные пусковые устройства).

Наиболее широко распространенными электрическим механизмом поворотного действия является МЭО (механизм электрический однооборотный).

**Пусковые устройства.** Являются исполнительными устройствами, предназначенными для пуска, остановок и реверса устройств типа МЭО. Встречаются схемы на тиристорах и симисторах. Так как тиристор не позволяет управлять переменным током, управление осуществляется диодной ячейкой (она представляет собой по двуполупериодный выпрямительный мост, в диагональ которого вместо сопротивления нагрузки включается

тиристор). Задача ячейки обеспечить подачу питания на электродвигатель.

Пускатель бесконтактный реверсивный (ПБР). Предназначен для управления однофазными РД (МЭО). Коммутация цепей - с помощью симисторов (коммутируют переменный ток). Управление осуществляется замыканием переключателей: либо М (прямое включение), либо Б (реверс). Б и М - «больше нормы» и «меньше нормы» соответственно.

**Электромагнитные муфты.** Муфты предназначены для соединения ведущего и ведомого валов, а электромагнитные являются сцепными муфтами, которые управляют электрическим сигналом.

Фрикционная муфта с сухим трением состоит из ведущего фланца, закрепленного на двигателе ведомого фланца, на котором закреплен специальный фрикционный материал (для повышения коэффициента трения). С ведомым фланцем жестко связан сердечник, расположенный в соленоиде и связанный с нагрузкой. Сердечник с помощью шлицевого соединения может перемещаться вдоль оси вала. При подаче  $U_{вх}$  на катушку сердечник будет перемещаться под действием электромагнитных сил в направлении ведущего фланца. При этом происходит передача вращающего момента на нагрузку.

Исполнительные механизмы оказывают силовое воздействие на регулирующие органы. В свою очередь, регулирующие органы оказывают непосредственное воздействие на объект регулирования, то есть это элемент системы, который непосредственно изменяют параметры воздействия путем изменения количества вещества, энергии или состояния, подаваемых на вход регулирующего органа в зависимости от значений регулируемого параметра. Входной величиной регулируемого объекта может быть силовое воздействие (сила, давление), электрические величины (ток, напряжение), изменение состояния вещества.

Силовые характеристики регулирующих органов:

-диапазон регулирования - это изменение расхода вещества при перемещении РО из одного крайнего положение в другое.

Силовые характеристики регулирующих органов:

-диапазон регулирования - это изменение расхода вещества при перемещении РО из одного крайнего положение в другое.

- перемещающее усилие - это усилие, которое необходимо приложить к РО для его перемещения.

- расходная характеристика - это зависимость между изменением положения РО и расходом подаваемого в объект вещества (обычно в %). Следует учитывать, что расход подаваемого вещества зависит не только от свойств РО, но и от свойств подаваемого вещества: плотности, вязкости, текучести, условий работы РО (напора и тд).

**Регулирующие клапаны.** Под клапаном понимают регулирующий орган с поступательным перемещением затвора. По роду действия клапаны подразделяют:

прямого действия – запорное воздействие осуществляется вниз;

обратного действия – запорное воздействие осуществляется вверх.

Корпус клапанов чаще - чугунный. На повышенное давление - стальной. Конструкция большинства клапанов универсальна (можно собрать прямого и обратного действия). По форме корпуса клапаны могут быть прямыми (вход и выход в параллельных плоскостях); угловыми (вход и выход под прямым углом); 3-ходовыми (вход и два выхода). Следует отметить, что двухседельные клапаны применяются в случаях повышения давления рабочей среды. В них давление подается между запорными устройствами, при этом выталкивающая сила будет перераспределена: половина действует вверх, половина - вниз. При этом выталкивающая сила существенно уменьшается.

**Шиберы.** Это регулирующие органы, у которых затвор перемещается прямолинейно в плоскости перпендикулярной движущемуся потоку. Часто называют задвижками. Бывают запорными (для отключения участков трубы); регулирующими (для регулирования площади проходного сечения, обычно регулируются потоки газа малых давлений (до 10 кН/м<sup>2</sup>)).

**Заслонки.** Поворотные заслонки служат для регулирования потока газа или пара в трубопроводах большого сечения. Обычно используется при избыточном давлении - до 98 кН/м<sup>2</sup>. Иногда применяют при регулировании малых разрежений. В зависимости от сечения трубопровода, формы заслонок бывают: круглыми и прямоугольными, при чем прямоугольные могут быть однолопастными и многолопастными.

**Регулирующие краны.** Применяются для регулирования потоков вязких и агрессивных жидкостей. Применяются в трубопроводах малого диаметра. Состоят из двух основных деталей: корпуса и подвижной цилиндрической, а чаще конической, притертой к седлу, трубки. В трубке имеется сквозное отверстие, через которое проходит поток жидкости в открытом состоянии. При повороте одной пластины относительно другой и совмещения отверстий (частичном или полном) осуществляется регулирование расхода.

Недостатки: значительные усилия при повороте пробки; угол поворота пробки, необходимый для полного открытия или закрытия крана, достаточно мал поэтому быстрое открытие при высоких давлениях может привести к гидравлическому удару, поэтому краны в качестве РО применяются достаточно редко и при относительно низких давлениях

### **Форма защиты работы**

1. Написать отчет по проделанной работе. В отчете представить результат выполненных заданий.
2. Ответить на контрольные вопросы

### **Контрольные вопросы**

1. Что понимают под *исполнительным устройством*?
2. Как классифицируются исполнительные устройства?
3. Охарактеризуйте электромагнитные муфты, регулирующие клапаны, шиберы, заслонки, регулирующие краны.

## **ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМАТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Для самостоятельного изучения дисциплины вынесены отдельные разделы из тем, изучаемых дисциплиной. Изученный материал студент оформляет в виде реферата и выступает с ним на лекции. Тематика тем:

**Тема 1.** «Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). Основные ветви ГСП. Унификация и стандартизация технических средств автоматизации (ТСА). Унификация и классификация сигналов, унифицированные уровни сигналов. Элементный, блочно-модульный и агрегатный принципы построения ТСА. Проектно-коммутируемые ТСА».

**Тема 2.** Конспектирование разделов «Модули устройств связи. Модули ввода аналоговых, дискретных, частотно-временных, число-импульсных сигналов. Модули для коммутации электрических цепей. Модули гальванической развязки, искрозащиты, интерфейсов

**Тема 3.** Конспектирование разделов «Влияние законов регулирования на качество процесса регулирования в объекте».

**Тема 4.** Конспектирование разделов «Системы управления с электронными регуляторами».

**Тема 5.** Конспектирование разделов « Назначение и характеристики промышленных ПЛК».

**Тема 6.** Конспектирование разделов «Системы управления с программируемыми контролерами».

**Тема 7.** Конспектирование разделов «Типовые варианты систем управления, построенных на основе средств пневмоавтоматики».

**Тема 8.** Конспектирование разделов «Типовые варианты систем управления, построенных на основе средств гидроавтоматики».

**Тема 9.** Конспектирование разделов «Гибридные исполнительные механизмы».

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Основы автоматизации технологических процессов [текст] : учебное пособие для академического бакалавриата / А. В. Щагин, В. И. Демкин. - М. : Юрайт, 2014. - 163 с. - (бакалавриат).

2. Автоматизация проектирования технологических процессов: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]:/ Аверченков В. И., Казаков Ю. М., Флинта 2011 г. 229 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/179041>
3. Ключев А.С. Автоматические системы и регуляторы с расширенными функциональными возможностями. Т.1 : учебное пособие / А. С. Ключев. - Москва, 2004. – 300с.
4. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники [электронный ресурс]: / Барыбин А.А., Томилин, В.И., Шаповалов В.И. - М: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 783 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/138583>
5. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика [электронный ресурс]: науч. журнал. - Режим доступа <http://www.elibrary.ru>

## **Методические указания и материалы по видам занятий**

### ***-к практическим занятиям:***

6. Проектирование систем автоматизации / Ключев А. С. ; Таланов В. Д. , Демин А. - М.; - 2-е изд., доп.. - М.: [Испо-Сервис], 2002. - 149 с. - ISBN 5-283-01665-2: 120р.

### ***-к лабораторным занятиям:***

7. Макаренко В.Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ - Новочеркасск: КИ (Ф), ЮРГПУ (НПИ), 2016 - 18с.

### ***-дидактические материалы***

8. Материалы презентации.
9. Комплект вопросов для контроля знаний.

Учебно-методическое издание

**Макаренко Виктор Григорьевич  
Аксенова Ольга Васильевна**

**Средства автоматизации и управления**

Отв. за вып. Е.Ю. Хаустова

Подписано в печать 18.04.15г.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 3,43 Уч.изд.л. 3,69 Заказ 50.

Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Каменский институт (филиал) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова

347800, г. Каменск-Шахтинский, пр.Карла Маркса, 23.

E-mail: kpi\_mail@mail.ru

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу С. А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

**ОП.14 СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ**

Специальность

**15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ**

**ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

программа подготовки специалистов среднего звена  
на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Автоматики и компьютерных  
технологий

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Бочков В. С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией  
факультета

Горно-механического

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»**

Задание на выполнение курсового проекта по дисциплине  
ОП.14 Средства автоматизации и управления

Студент \_\_\_\_\_

Ф.И.О. полностью

Группа \_\_\_\_\_

Вариант \_\_\_\_\_

Выбрать \_\_\_\_\_ для системы автоматического регулирования. Исходные данные для выбора элемента системы автоматического регулирования прилагаются.

Екатеринбург  
2023



Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО  
Уральский государственный горный  
университет

**В. Н. ЕФРЕМОВ, А. В. АРЕСТОВА**

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ**

*Методическое пособие  
по выполнению курсового проекта*

Екатеринбург  
2005

## *Введение*

За последние пять – десять лет существенно изменилась как структура технических средств, так и технические характеристики средств автоматизации, выпускаемых зарубежной и отечественной промышленностью. Процесс обновления технических средств, при производстве которых используются высокие технологии, происходит постоянно. А также, с развитием науки и техники, существенно увеличилось число измеряемых параметров (их количество превышает 2000), изменились функциональные возможности элементов систем. Промышленностью выпускаются, так называемые, интеллектуальные датчики, способные выполнять до ста различных функций, регулирующие устройства, работающие в автоматическом режиме на любых уровнях систем управления и включающие несколько каналов аналогового и цифрового управления.

Непрерывно совершенствуются и средства воздействия на процесс: исполнительные механизмы и регулирующие органы. Исполнительные механизмы при меньших габаритных размерах развивают большие усилия, качественно улучшились их технические характеристики.

Поэтому очевидна важность как изучаемой дисциплины СД. 04 “Технические средства автоматизации”, так и самостоятельная практическая работа по этой дисциплине. Работа над проектом позволит Вам ознакомиться с современными техническими средствами и понять выполняемые ими функции в системах автоматического управления различной сложности и назначения.

В пособии рассмотрены общие характеристики типовых систем автоматического управления в целом и их отдельные элементы, это позволит Вам разобраться в функциях и принципах работы различных систем. Приведены варианты выполнения заданий для типовых структурных элементов систем автоматического управления со всей

необходимой информацией и рекомендуемой структурой выполнения проекта, а также методическими указаниями для каждой темы.

Авторами рекомендуется следующий порядок работы над курсовым проектом:

- ознакомиться с общей характеристикой функционирования систем;
- ознакомиться с вариантом задания;
- приступить к выполнению разделов в соответствии с рекомендованной структурой курсового проекта для Вашей темы.

Пояснительную записку выполнять в соответствии с ГОСТом 2.105-95 “Общие требования к выполнению текстовых документов”. В тексте обязательно ссылаться на используемую литературу, список которой привести в конце курсового проекта.

Курсовой проект включает в себя лист графической части, содержание которого указано в Вашем варианте.

## *1. Краткая характеристика систем автоматического управления*

Будем рассматривать, так называемые, замкнутые системы автоматического регулирования, включающие в себя объект регулирования (регулируемый участок) РО, измерительный преобразователь (датчик) Д, вторичный прибор ВП, элемент сравнения ЭС, задающее устройство З, автоматическое регулирующее устройство (регулятор) Р, исполнительный механизм ИМ, регулирующий орган РО.

ОР в простейшем случае имеет выходную регулируемую величину “у”, т. е. величину которую необходимо на определенном уровне или изменять по определенной программе.

Входное управляющее воздействие “х”, это, как правило, поток вещества или энергии, с помощью которого регулируемая величина поддерживается на заданном уровне.

Входное возмущающее воздействие  $Q(t)$ , действуя на ОР, вызывает отклонение регулируемой величины от требуемого значения. Входные воздействия меняющиеся случайным образом во времени, влияющие на выходные показатели, и которые в лучшем случае могут быть проконтролированы, но не оперативно изменены по нашему желанию, носят название входных возмущающих воздействий.

Кроме того, выделяют входные возмущающие воздействия, т. н. помехи, которые также влияют на выходные показатели. Они не могут быть, как изменены оперативно, по нашему желанию, так и проконтролированы, мы о них можем только догадываться. К помехам или к их функциям, как правило, относят такие понятия как: старение оборудования, забивка оборудования, износ отдельных частей системы и так далее.

Работа система автоматического регулирования САР направлена на компенсацию возмущающих воздействий.

Датчик в САР служит для измерения регулируемой величины и получения непрерывного выходного сигнала о ней, который передает далее. Датчики устанавливаются непосредственно на ОР в соответствии с

нормативно технической документацией по монтажу и эксплуатации. Как правило, современные датчики имеют стандартные унифицированные сигналы тока и напряжения, либо пневматические стандартные унифицированные сигналы давления. В последнее время, датчики стали снабжать дисплейными цифровыми индикаторами измеряемой величины. Выбираю первичный измерительный преобразователь необходимо обращать внимание на характер его выходного сигнала и вид входного сигнала последующего технического устройства системы.

Вторичный прибор предназначен для визуализации измеренной датчиком регулируемой величины и записи ее в память устройства либо на диаграммную ленту или диск. Современные ВП могут быть аналоговыми или цифровыми и включать а себя модули памяти, регулирующие устройства и т. д. При Кроме того, ВП содержат выходные устройства передающие сигнал на последующие элементы САР.

Автоматические регулирующие устройства предназначены для выработки управляющего воздействия по одному из типовых законов регулирования. Промышленность выпускает регуляторы различных систем. Например, в состав системы “Каскад-2” входит регуляторы Р-27 и Р-17, в “Контур-2” – РС-29, в “АКСЭР” – РП-4 и др. При выборе Р следует обращать внимание на вид входных и выходных (релейный, непрерывный, аналоговый) сигналов и их количество. Эти параметры имеются в паспорте Р и необходимы для правильной комплектации САР в целом. Например, Р с релейным выходом предназначен для работы с ИМ постоянной скорости перемещения вала. Регуляторы с непрерывным аналоговым сигналом – для изменения частоты вращения электродвигателей приводов дозирующих устройств.

Функции регуляторов могут выполнять регулирующие микропроцессорные контроллеры, так же снабженные выносными или встроенными модулями аналоговых или импульсных выходных сигналов. Контроллеры кроме формирования управляющего сигнала по одному из

типовых законов, могут выполнять функции демпфирования, фильтрации сигналов, определение достоверности входных сигналов, а так же температурную коррекцию. Они имеют несколько входов и выходов, что позволяет в одном контроллере реализовать функции основного и корректирующего регулятора.

Исполнительные механизмы предназначены для обработки команд  $P$  и воздействие на  $PO$ . В САУ используют электрические, пневматические и гидравлические ИМ. ИМ и  $PO$  соединяются друг с другом системой тяг и рычагов по типовым кинематическим схемам.

Регулирующие органы предназначены для изменения количества вещества или энергии на входе  $OP$  для поддержания выходной регулируемой величины на заданном уровне.  $PO$  могут быть дросселирующего, дозирующего типов или вариаторы напряжения.

Дросселирующие  $PO$  – одно- и двух- седельные регулирующие клапаны, шиберы, заслонки.

Дозирующие  $PO$  – дозаторы различных типов. Для сыпучих материалов применяют дозаторы ленточные, дисковые, вибрационные, лотковые и др. Для жидких материалов – различного типа питатели реагентов.

К вариаторам напряжения относятся автотрансформаторы, тиристорные преобразователи и т. д.

Таким образом, перечисленные элементы образуют типовые структуры систем автоматического управления, приведенные на рис. 1 и 2.

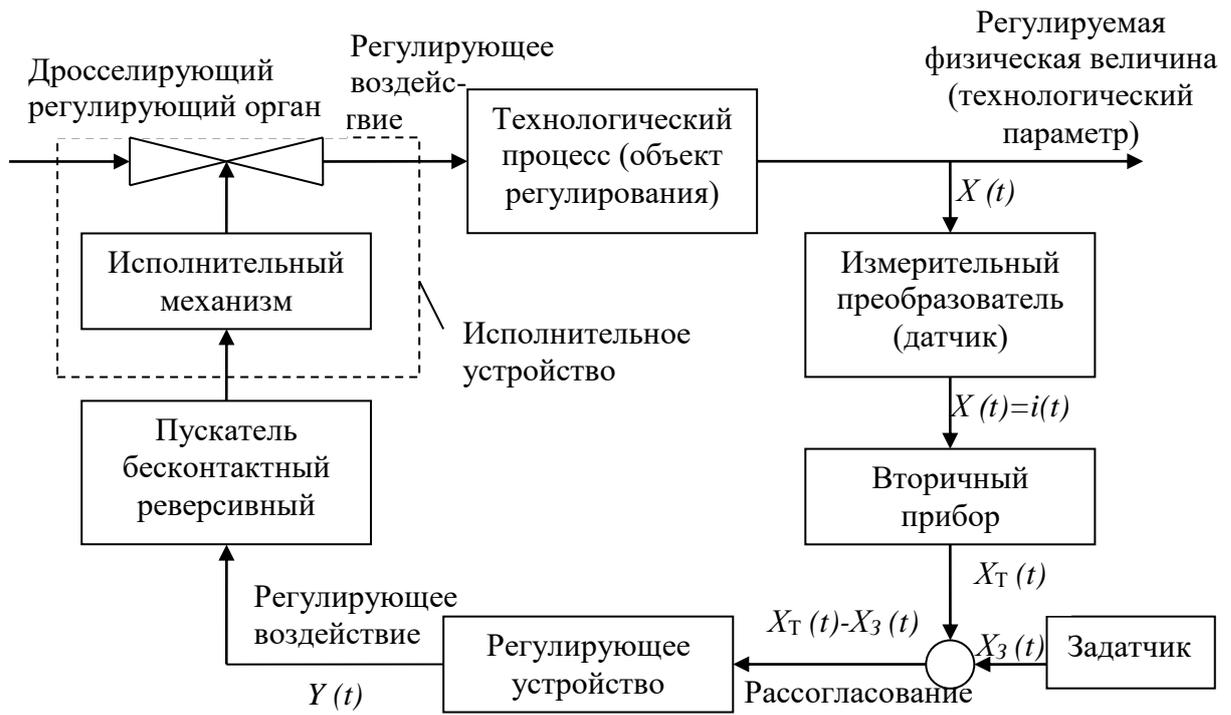


Рис. 1 Структурная схема системы автоматического регулирования 1

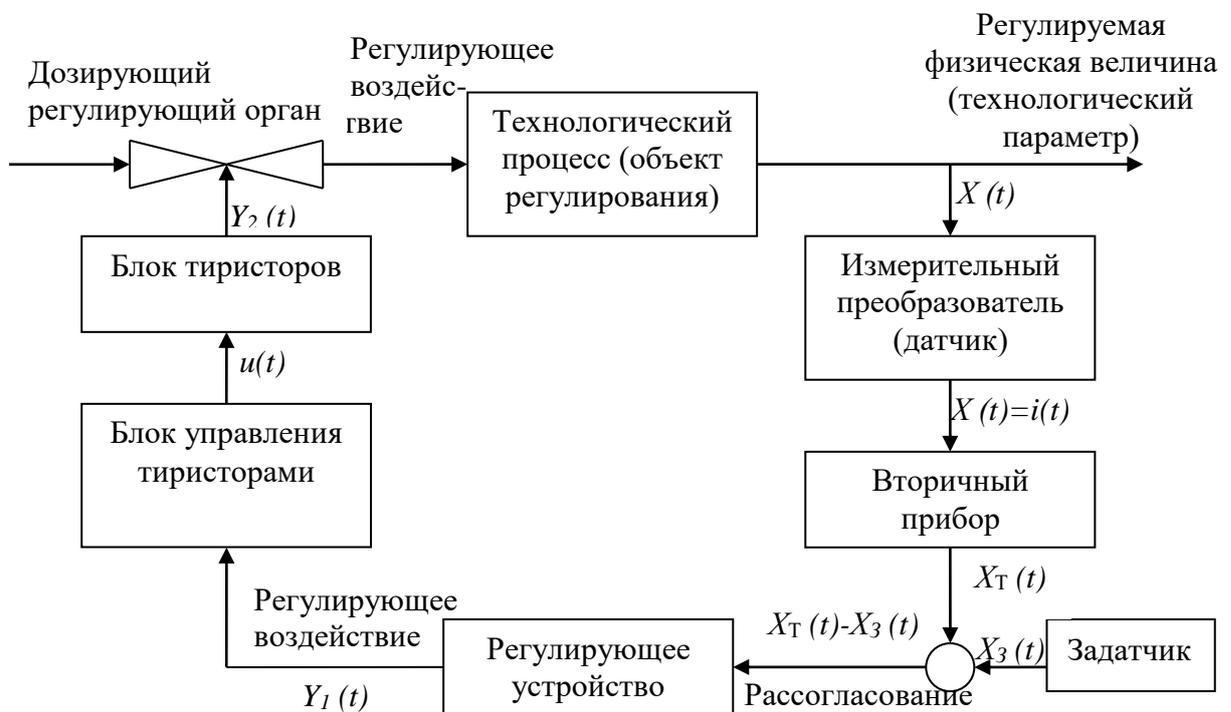


Рис. 2 Структурная схема системы автоматического регулирования 2

## 2. Первичные преобразователи (датчики)

### 2.1. Краткая характеристика первичных преобразователей (датчиков)

Современные технологические процессы, в том числе и “высокие технологии”, требуют измерения большого числа физических величин (технологических параметров). К настоящему времени насчитывается более двух тысяч восьмьсот параметров технологического процесса подлежащих измерению. Выбор современных средств измерения технологических параметров играет важную роль при комплектовании систем автоматического измерения и регулирования.

Измерительный преобразователь (датчик) структурно может быть представлен в виде отдельных элементов: чувствительного элемента (первичного преобразователя), промежуточных преобразователей, нормирующего преобразователя (оконечного преобразователя). Структурная схема измерительного преобразователя (датчика) прямого преобразования представлена на рис. 5.

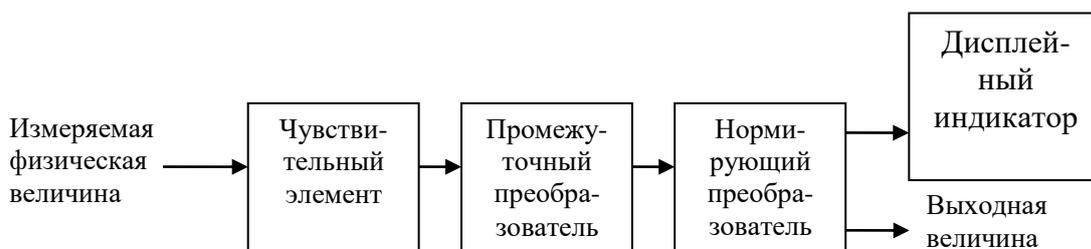


Рис. 5. Структурная схема измерительного преобразователя (датчика) прямого преобразования

Часто, измерительные преобразователи состоят только из чувствительного элемента, например, термопары, термосопротивления.

Чувствительный элемент предназначен для восприятия измеряемой физической величины и передачи сигнала на последующие элементы. Как правило, выходным сигналом чувствительного элемента является

естественный сигнал, пропорциональный измеряемой величине: ток, напряжение, сопротивление, емкость, мощность.

Наряду с измерительными преобразователями прямого преобразования широкое применение получили измерительные преобразователи компенсационного типа, структурная схема которого приведена на рис.6.

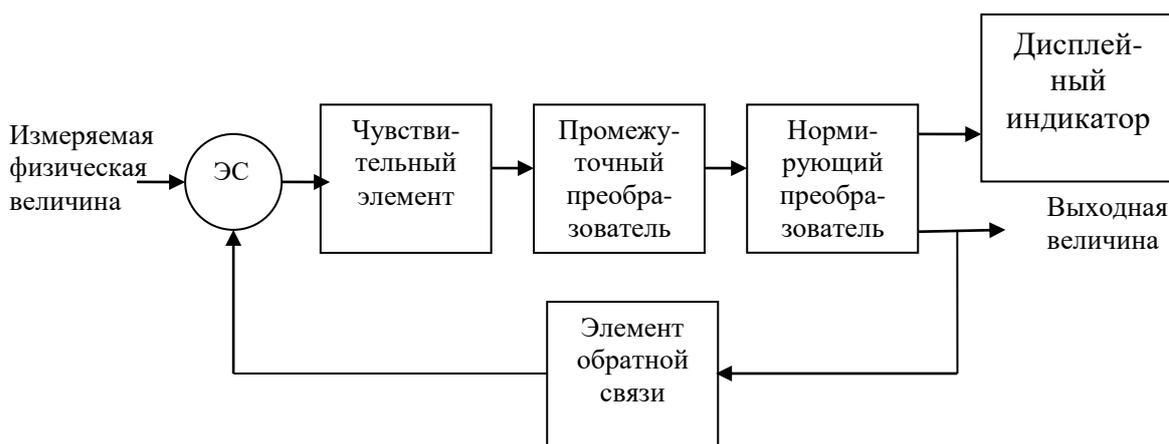


Рис. 6 Структурная схема измерительного преобразователя (датчика) компенсационного типа

Выходной сигнал измерительного преобразователя с помощью элемента обратной связи подается на вход элемента сравнения преобразователя, где сравнивается с текущим значением измеренной физической величины.

Промежуточные преобразователи, как правило, служат для преобразования измеренной физической величины в такую же физическую величину другого масштаба (масштабные преобразователи) или преобразуют измеренную физическую величину в другую более удобную для последующего преобразования (усиления) форму.

Нормирующий преобразователь предназначен для преобразования естественного сигнала любой природы в унифицированный сигнал тока, напряжения, давления сжатого воздуха или жидкости.

Современные измерительные преобразователи кроме функции непосредственного измерения и преобразования физической величины

(технологического параметра) также могут выполнять функцию индикации с помощью цифровых дисплейных индикаторов.

## **2.2. Содержание курсового проекта, выполняемого на тему: “Первичные преобразователи (датчики)”**

1. Бланк задания с исходными данными для выполнения проекта.
2. Введение.
3. Анализ методов и средств измерения технологического параметра (физической величины).
4. Обоснование и выбор ветви ГСП.
5. Выбор параметров “интеллекта” датчика в соответствии с требованиями конкретных условий эксплуатации.
6. Конструкция, монтаж датчика по месту эксплуатации и монтажный символ.
7. Техническая характеристика, выбранного средства измерения.
8. Тарировка и методика поверки выбранного датчика.
9. Заключение.
10. Литература.

## **2.3. Методические указания для выполнения курсового проекта по теме: “Первичные преобразователи (датчики)”**

### 2.3.1. “Введение”.

В разделе, как правило, очень кратко говорят о роли современных технических средств автоматизации в построении, как локальных систем регулирования, так и в создании современных развитых информационно - вычислительных и управляющих систем.

*Конкретно указывается, что и как будет решаться в курсовом проекте, с учетом выданного варианта задания.*

Объем машинописного текста не более одной страница А 4.

### 2.3.2. “Анализ методов и средств измерения технологического параметра (физической величины) ”.

В этом разделе приводятся известные методы измерения технологического параметра, указанного в задании. Приводятся необходимые формулы, поясняющие сущность эффекта, явления, положенного в основу метода измерения. Приводятся возможные технические средства, реализующие тот или иной метод измерения рассматриваемого технологического параметра.

Дается предварительная оценка возможности применения того или иного измерительного преобразователя (датчика) в условиях, указанных в задании.

### 2.3.3. “Обоснование и выбор ветви ГСП”.

Зная достоинства и недостатки прибора и средств автоматизации той или иной ветви ГСП, проанализировав информацию в заданном варианте

об особенностях окружающей среды в которой будет работать измерительный преобразователь (датчик), учитывая свойства измеряемой среды необходимо сделать обоснованный выбор ветви ГСП к которой будет принадлежать принимаемый (выбранный) в проекте измерительный преобразователь.

Достоинства и недостатки ветви ГСП в разделе рассматриваются конкретно, применительно окружающей среды и применительно к конкретной измеряемой среде.

2.3.4. “Выбор параметров “интеллекта” датчика в соответствии с требованиями конкретных условий эксплуатации ”.

Под “интеллектом” измерительного преобразователя (датчика) будем понимать дополнительные функции, выполняемые измерительными преобразователями с естественным сигналом функционально связанным с измеряемой физической величиной.

Функциями, выполняемыми первичными преобразователями могут быть:

- реверсирование статической характеристики датчика;
- линейаризация характеристики;
- измерение величины изменения результатов;
- проверка достоверности сигнала;
- проверка исправности преобразователя;
- формирование данных за период;
- представление данных в виде графиков (трендов) измеряемой

величины;

- сигнализация минимального и максимального значения измеренного параметра;
- изменение единиц измерения физической величины;

- формирование цифрового кода измерительного преобразователя для работы в разветвленных измерительных системах;
- другие функции.

*Для формирования соответствующих показателей “интеллекта” датчика необходимо сформировать требования к системе автоматического регулирования в целом и, в соответствии с этими требованиями, сформировать “интеллект” датчика, работающего в системе.*

2.3.5. “Конструкция, монтаж датчика по месту эксплуатации и монтажный символ”.

В разделе приводится конструкция выбранного измерительного преобразователя.

Нужно обратить внимание на конструктивные составные части: чувствительный элемент преобразователя, нормирующий преобразователь, дисплей и т. д.

Приводится перечень стандартных крепежных изделий для монтажа датчика, расположенного по месту.

2.3.6. “Техническая характеристика, выбранного средства измерения”.

Техническая характеристика, выбранного средства измерения приводится в табличной форме (смотри табл. 1).

Таблица 1

**Техническая характеристика датчика**

Наименование характеризуемого параметра	Значение измеряемого параметра, единицы измерения	Примечания
1. Измеряемый параметр		
2. Измеряемая среда		
3. Диапазон измерения		
4. Погрешность измерения		

Наименование характеризующего параметра	Значение измеряемого параметра, единицы измерения	Примечания
5. Характеристики окружающей среды: <ul style="list-style-type: none"> <li>• IP,</li> <li>• температура,</li> <li>• относительная влажность,</li> <li>• атмосферное давление,</li> <li>• вибрация</li> </ul>		
6. Характеристики измеряемой среды: <ul style="list-style-type: none"> <li>• температура,</li> <li>• давление</li> </ul>		
7. Виды исполнения		
8. Выходные сигналы		
9. Межповерочный интервал		
10. Напряжение питания		
11. Потребляемая мощность		
12. Сопротивление нагрузки		
13. Габаритные размеры		
14. Масса		
15. Код изделия		
16. Код завода изготовителя		

### 2.3.7. “Тарировка и методика поверки выбранного датчика”.

В разделе приводится методика проверки статической характеристики измерительного преобразователя по всему диапазону измерения, а также краткая методика поверки средства измерения.

### ***3. Измерительные приборы (вторичные приборы)***

#### **3.1. Общие сведения об автоматических измерительных приборах (вторичных приборах)**

Автоматические измерительные приборы, работающие в составе автоматических систем измерения или регулирования, по аналогии с первичными измерительными преобразователями (датчиками), называют вторичными приборами.

Вторичные приборы предназначены для измерения, визуального представления значения измеренной величины, записи ее на диаграммной ленте или диске. Кроме того, вторичные приборы могут передавать информацию о значении измеренной величины в автоматический регулятор или на другой измерительный прибор, или на ЭВМ. Для этих целей во вторичный прибор встраивают выходные измерительные преобразователи.

Вторичные приборы могут работать с различными датчиками, например, с датчиками температуры (термометрами сопротивления и термоэлектрическими преобразователями), с датчиками, имеющими унифицированные выходные сигналы тока, напряжения.

Во вторичных приборах используют различные методы измерения и, следовательно, различные измерительные схемы.

### **3.2. Содержание курсового проекта по выполнению задания для измерительных приборов (вторичных приборов)**

1. Бланк задания.
2. Введение.
3. Анализ методов и измерительных схем вторичных приборов.
4. Выбор вторичного прибора. Анализ функциональных возможностей прибора в заданной системе.
5. Техническая характеристика измерительного прибора.
6. Конструкция, принцип работы с приведением структурной или функциональной, или принципиальной электрической схемы.
7. Градуировка, краткая методика поверки вторичного прибора.
8. Монтаж и монтажный символ.
9. Заключение.
10. Литература.

### **3.3. Методические указания для выполнения курсового проекта по теме: “Измерительные приборы (вторичные приборы)”**

#### 3.3.1. “Введение”.

Смотри содержание пункта 2.3.1.

#### 3.3.2. “Анализ методов и измерительных схем вторичных приборов”.

В разделе проводят анализ методов измерения, используемых при разработке измерительных схем вторичных приборов.

Например, широко известен метод нулевого баланса, основанный на применении четырехплечных мостовых измерительных схем, заключающийся в сравнении со значением меры измеряемой величины. При нулевом методе результирующий эффект воздействия сравниваемых величин сводится к нулю (доводится до нуля). Как правило, измерительные схемы, основанные на нулевом методе измерения, работают с параметрическими датчиками, например с термометрами сопротивления.

Метод компенсации, также реализуемый в четырехплечных мостовых измерительных схемах, заключается в компенсации неизвестной величины измеряемого параметра известной величиной, вырабатываемой измерительной схемой вторичного прибора (ЭДС датчика компенсируется ЭДС, вырабатываемой измерительной схемой). Обычно, измерительные схемы, основанные на компенсационном методе измерения, работают с генераторными датчиками, например с термопарами.

Кроме того, существуют различные варианты измерительных схем, работающих с унифицированными сигналами тока и напряжения.

В результате проведенного анализа должен быть выбран метод и измерительная схема вторичного прибора, в соответствии с данными, указанными в варианте задания.

### 3.3.3. “Выбор вторичного прибора. Анализ функциональных возможностей прибора в заданной системе”

В разделе в соответствии с методом измерения и измеряемой схемой необходимо выбрать для конкретных условий эксплуатации конструкцию вторичного прибора.

Для выбранной конструкции (типа) прибора проводят анализ всех выполняемых функций. Затем конкретно указываются функции вторичного прибора, используемые в заданной системе.

### 3.3.4. “Техническая характеристика измерительного прибора”

Структура характеризуемых параметров и порядок их следования смотрите в пункте 2.2.6.

### 3.3.5. “Конструкция, принцип работы с приведением структурной или функциональной, или принципиальной электрической схемы”

В разделе выполняется структурная, или функциональная или упрощенная принципиальная схема прибора (лист 1 графической части проекта). А также приводятся конструктивные особенности прибора и выполняется чертеж внешнего вида измерительного прибора (лист 1 графической части проекта).

### 3.3.6. “Градуировка, краткая методика поверки вторичного прибора”

Как правило, вторичные приборы выпускаются со стандартной шкалой, с равномерно нанесенными на нее оцифрованными делениями от 1 до 10, без конкретных единиц и диапазона измерения.

Поэтому, при комплектации систем автоматического измерения и регулирования осуществляется градуировка вторичного прибора для конкретного измеряемого технологического параметра. В разделе дается краткое описание методики градуировки.

Для конкретных условий эксплуатации вторичного прибора выбирается группа метрологических характеристик и краткая методика их поверки.

### 3.3.7. “Монтаж и монтажный символ”.

В разделе рассматриваются возможные варианты монтажа вторичного прибора: щитовой, на станине, по месту. И выполняется чертеж его установки (лист 1 графической части проекта). Также на листе графической части приводится монтажный символ прибора, который используется для разработки принципиальных схем или таблиц подключения электрических проводов.

## *4. Регулирующие устройства*

### **4.1. Общие сведения о регулирующих устройствах**

В настоящее время в качестве автоматических устройств, применяемых в автоматизированных системах регулирования, могут быть использованы как автоматические регуляторы, так и микропроцессорные контроллеры.

#### *Автоматические регуляторы.*

Автоматические регуляторы предназначены для работы в автоматических системах регулирования. Они служат для выработки регулирующего воздействия по какому-либо закону регулирования в функции рассогласования, т. е. разности между сигналами текущего значения регулируемой величины и сигналами заданного значения этой величины.

Автоматические регуляторы выпускаются отечественной промышленностью в рамках различных систем автоматизации. Например, система “Контур - 2” включает в себя регуляторы типа РС-29, система “Каскад - 2” включает в себя регуляторы Р-17, Р-27 и др., система АКЭСР (Агрегатный комплекс электрических средств регулирования) – РП-4 и так далее.

Отличие технических характеристик выпускаемых автоматических регуляторов состоит, как правило, в следующем:

- количество входных сигналов, с которыми может работать тот или иной регулятор;
- типы входных сигналов (например, унифицированные сигналы тока или напряжения);

- типы выходных сигналов (например, регулятор имеет непрерывный выходной унифицированный сигнал тока 0 – 5, 0 – 20 или 4 – 20 мА; либо регулятор имеет импульсный выходной сигнал напряжения);

- наличие встроенного или отдельного блока управления (станции управления);

- наличие встроенного дистанционного указателя положения ДУП вала исполнительного механизма, встроенного индикатора рассогласования или других индикаторов значения регулируемой величины;

- другие отличия.

В связи со сказанным, следует при выборе регулятора обращать внимание на типы входных и выходных сигналов регулятора, а также на виды типовых законов регулирования реализуемых регулятором.

### ***Статическая и динамическая настройка регулирующего устройства.***

В разделе подробно рассматривают все органы статической настройки регулятора (контроллера), выбранного в качестве регулирующего устройства в заданном Вам варианте системы автоматического регулирования.

Подробно рассматриваются функциональные особенности и установочные значения каждого органа статической настройки перед пуском системы в работу.

Органами статической настройки являются, как правило, в большинстве типов отечественных регуляторов: коэффициенты масштабирования сигнала по отдельным каналам, чувствительность, коэффициенты демпфирования и др. В различных типах регуляторов они могут называться по-разному. Ваша задача выделить в принятом Вами регуляторе все органы статической настройки, понять и объяснить их

смысл и значение, и определить характер их действия в работающей системе.

Динамическими параметрами настройки являются, как правило, три параметра:

$k_P$  – передаточный коэффициент регулятора, параметр настройки пропорциональной части регулятора;

$T_i$  – время интегрирования (время “изодрома”, от греческого слова “изодромус” - гибкий), параметр настройки интегральной части регулятора;

$T_D$  – время дифференцирования (время предварения), параметр настройки дифференциальной части регулятора.

Как известно, эти значения параметров динамической настройки, выбираются (рассчитываются) при выборе регулятора (закона регулирования) и являются, так называемыми, расчетными значениями параметров настройки регулятора.

Следует помнить, что в каждом конкретном типе автоматических регуляторов, эти настройки могут называться по-разному и, соответственно, устанавливаться по-разному.

Поэтому всегда переходят от расчетных значений параметров настройки к установочным значениям, которые и устанавливаются на конкретном регуляторе при пуске системы в работу.

В этом заключается динамическая настройка регуляторов, если в инструкции по эксплуатации не оговорено иное.

## **4.2. Содержание курсового проекта по выполнению задания для регулирующих устройств**

1. Бланк задания с исходными данными для выполнения проекта.
2. Введение.
3. Общая характеристика регулирующих устройств в системах автоматических управления.
4. Анализ функциональных возможностей регулирующего устройства в заданной структуре системы управления.
5. Выбор регулирующего устройства из современных систем технических средств регулирования.
6. Техническая характеристика выбранного устройства.
7. Конструкция, принцип работы с приведением структурной или функциональной, или упрощенной принципиальной схемы прибора.
8. Статическая и динамическая настройка регулирующего устройства для заданного закона регулирования (методика программирования микропроцессорного контроллера).
9. Монтаж и монтажный символ регулирующего устройства.
10. Заключение.
11. Литература.

## ***5. Исполнительные устройства***

### **5.1. Общие сведения об исполнительных устройствах.**

### **5.2. Содержание курсового проекта по выполнению задания для исполнительных устройств**

1. Бланк задания с исходными данными для выполнения проекта.
2. Введение.
3. Общие сведения об исполнительных устройствах систем автоматического регулирования.
4. Обоснование и выбор ветви ГСП.
5. Выбор типов исполнительного механизма и регулирующего органа. Выбор типовой схемы соединений исполнительного механизма и регулирующего органа для заданной системы.
6. Конструкция, принцип работы с приведением структурной (или функциональной) и принципиальной схемы прибора.
7. Технические характеристики составных частей исполнительного устройства.
8. Расчет типовой схемы соединений исполнительного механизма и регулирующего органа для заданной системы.
9. Монтаж элементов исполнительного устройства для заданной системы.
10. Наладка исполнительного устройства.
11. Заключение.
12. Литература.

### **5.3. Методические указания для выполнения курсового проекта по теме: “Исполнительные устройства систем автоматизации”.**

#### 5.3.1. “Введение”.

Смотри содержание пункта 2.3.1.

5.3.2. “Общие сведения об исполнительных устройствах систем автоматического регулирования”.

#### 5.3.3. “Обоснование и выбор ветви ГСП”.

В разделе необходимо произвести обоснованный выбор ветви ГСП в соответствии с заданием и с учетом специфики работы исполнительного устройства.

Достоинства и недостатки, выбранной ветви ГСП, рассматриваются конкретно, относительно окружающей среды и заданных средств автоматизации.

5.3.4. “Выбор типов исполнительного механизма и регулирующего органа. Выбор типовой схемы соединений исполнительного механизма и регулирующего органа для заданной системы”.

С учетом специфических условий работы исполнительного устройства и данных задания подбираются соответствующие типы регулирующего органа и исполнительного механизма. А также, производится выбор типовой кинематической схемы соединения исполнительного механизма и регулирующего органа.

*При выборе исполнительного механизма, обязательно учитывается усилие, необходимое для перемещения штока дросселирующего регулирующего органа (регулирующего клапана, шибера, заслонки).*

5.3.5. “Конструкция, принцип работы с приведением структурной (или функциональной) и принципиальной схемы прибора”.

В разделе приводится упрощенный конструктивный чертеж выбранного регулирующего органа и исполнительного механизма. Описывается принцип работы исполнительного устройства в целом с приведением необходимой структурной или функциональной и принципиальной схемы прибора.

5.3.6. “Технические характеристики составных частей исполнительного устройства”.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу \_\_\_\_\_ С. А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ОП.15 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Специальность

**15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Автоматики и компьютерных  
технологий

*(название кафедры)*

Зав.кафедрой

*(подпись)*

Бочков В. С.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 12.09.2022

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией  
факультета

Горно-механического

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*

Осипов П.А.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 13.09.2022

*(Дата)*

Екатеринбург

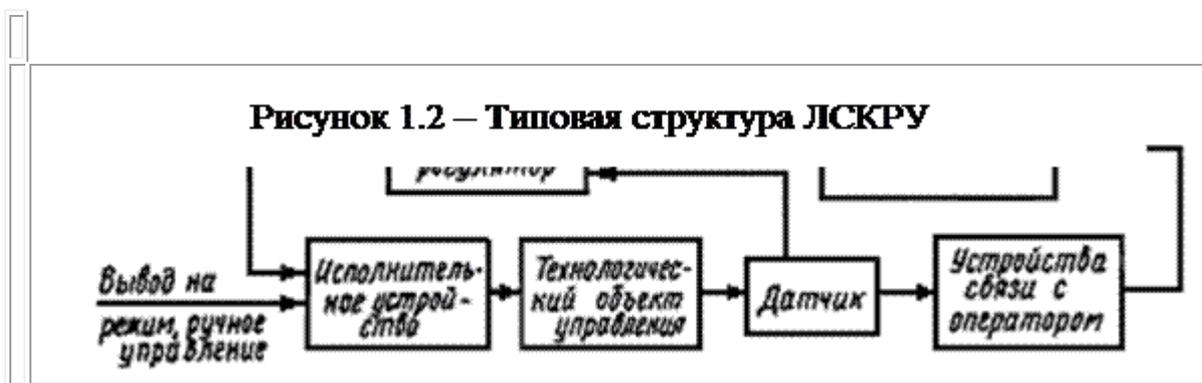
## Методические указания для выполнения практических занятий

### Практическая работа № 1

#### Типовые структуры и средства АСУ ТП

**Цель работы:** изучение принципов построения и типовых структур современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

#### Локальные системы контроля, регулирования и управления



Локальные системы контроля, регулирования и управления ЛСКРУ (рис.1.2) эффективны при автоматизации технологически независимых объектов с компактным расположением основного оборудования и несложными целями управления (стабилизация, программное управление) при хорошо отработанной технологии и стационарных условиях эксплуатации. Локальные регуляторы (ЛР) могут быть аналоговыми, цифровыми, одно- или многоканальными. Наличие человека-оператора в системе позволяет использовать эту структуру на объектах с невысоким уровнем механизации и надежности технологического оборудования, осуществлять общий контроль за выполнением технологического процесса и ручное управление (РУ). Структура ЛСКРУ соответствует классической структуре систем управления: содержит датчики измеряемых переменных (Д) на выходе ТООУ, автоматические регуляторы, исполнительные устройства (ИУ), передающие команды управления (в том числе, оператор в режиме ручного управления) на регулирующие органы ТООУ. Устройство связи с оператором состоит, как правило, из измерительных, сигнализирующих и регистрирующих приборов.

#### План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующую структуру АСУ ТП.

#### Рекомендуемая литература

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

2. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. с.29-72.

3. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.22-27.

### **Контрольные задания для СРС [1-3]**

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

### **Практическая работа №2**

#### **Принципы функциональной и топологической децентрализации**

**Цель работы:** изучение основных типов децентрализованных структур АСУ ТП, ознакомление с различными вариантами топологической децентрализации и характеристикой современных типов интерфейсов АСУ ТП.

#### **Общие сведения**

Развитие АСУ ТП на современном этапе связано с широким использованием для управления микропроцессоров и микроЭВМ, стоимость которых с каждым годом становится все более низкой по сравнению с общими затратами на создание систем управления. До появления микропроцессоров эволюция систем управления технологическими процессами сопровождалась увеличением степени централизации. Однако возможности централизованных систем теперь уже оказываются ограниченными и не отвечают современным требованиям по надежности, гибкости, стоимости систем связи и программного обеспечения.

Переход от централизованных систем управления к децентрализованным вызван также возрастанием мощности отдельных технологических агрегатов, их усложнением, повышением требований по быстродействию и точности к их работе. Централизация систем управления экономически оправдана при сравнительно небольшой информационной мощности (число каналов контроля и регулирования) ТОУ и его территориальной сосредоточенности. При большом числе каналов контроля, регулирования и управления, большой длине линий связи в АСУ ТП децентрализация структуры системы управления становится принципиальным методом повышения живучести АСУ ТП, снижения стоимости и эксплуатационных расходов.

Наиболее перспективным направлением децентрализации АСУ ТП следует признать автоматизированное управление процессами с распределенной архитектурой, базирующееся на функционально-целевой и топологической децентрализации объекта управления.

## **План практического занятия**

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующую структуру распределенной АСУ ТП и тип интерфейса.

### **Рекомендуемая литература**

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев]; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

2. Справочник по средствам автоматики / [Б.И. Филиппович, А.П. Шорыгин, В.А. Царьков и др.]; Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – м.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.

3. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. с.29-72.

4. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.16-20, 27-31.

### **Контрольные задания для СРС [1-4]**

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития интерфейсов систем автоматики.

### **Практическая работа №3**

#### **Общие сведения**

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом, определяющим функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок, отдельных машин, механизмов и агрегатов, выполняющих технологический процесс.

Функциональная схема автоматизации представляет собой чертеж, на котором схематически, условными обозначениями изображены: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства, элементы телемеханики) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматизации. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, автоматические выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элементы, на функциональных схемах автоматизации не показываются.

Для сложных технологических процессов с большим объемом автоматизации схемы могут быть выполнены отдельно по видам технологического контроля и управления, т.е. отдельно выполняют схемы автоматического управления, контроля и сигнализации. Для объектов с несложными технологическими процессами и простыми системами контроля управления функциональные схемы автоматизации могут не составляться. Их заменяют перечнями систем контроля, регулирования, управления и сигнализации.

Прочитать функциональную схему автоматизации означает определить из нее:

- 1) параметры технологического процесса, которые подлежат автоматическому контролю и регулированию;
- 2) наличие защиты и аварийной сигнализации;
- 3) принятую блокировку механизмов;
- 4) организацию пунктов контроля и управления;
- 5) функциональную структуру каждого узла контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления;
- 6) технические средства, с помощью которых решается тот или иной функциональный узел контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления.

Чтобы прочитать функциональную схему автоматизации, необходимо знать принципы построения систем технологического контроля и управления и условные изображения технологического оборудования, трубопроводов, приборов и средств автоматизации, функциональных связей между отдельными приборами и средствами автоматизации, а также иметь представление о характере технологического процесса и взаимодействии отдельных установок и агрегатов технологического оборудования [1-3].

#### **Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации на функциональных схемах**

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показывают в соответствии с действующим ГОСТ 21.404-85.

В отдельных случаях при отсутствии в стандартах необходимых изображений могут быть использованы нестандартные изображения, которые, выполняя на основе характерных признаков изображаемых устройств.

В ГОСТ 21.404-85 принята система обозначений по функциональному признаку, выполняемому данным прибором или средством автоматизации.

Первичные измерительные преобразователи, отборные и приемные устройства, встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы (бобышки, карманы, расширители и т.п.), на функциональных схемах автоматизации не показывают.

Ряд приемных устройств по своей конструкции и принципу действия не требуют непосредственного контактирования с измеряемой средой (радиоактивные устройства — коллиматоры, видеоприемные устройства и т.п.). Их устанавливают и соответственно изображают на функциональных схемах в непосредственной близости от объекта измерения.

Регуляторы прямого действия изображают как совокупность отборного устройства (или первичного преобразователя), линии связи и регулирующего органа (рис.3.1, а).

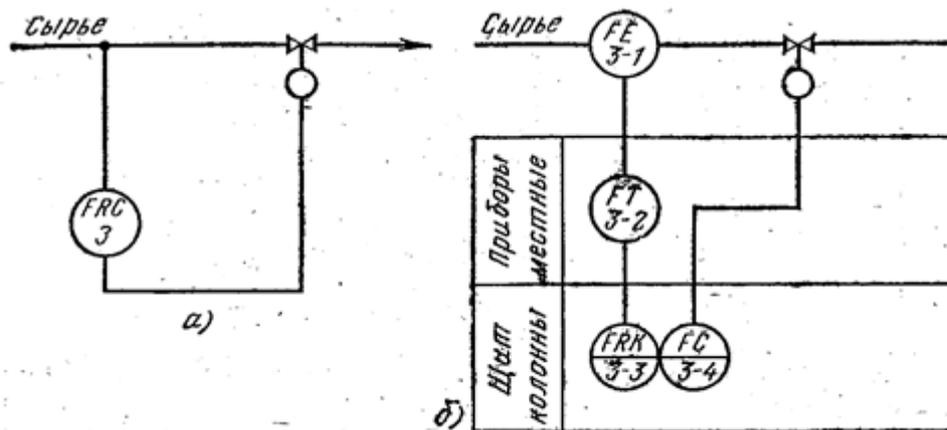


Рисунок 3.1 – Примеры изображения условных обозначений приборов и средств автоматизации упрощенным (а) и развернутым (б) способами

Изображение комплектов приборов и средств автоматизации на функциональных схемах может быть выполнено упрощенным или развернутым способом.

Упрощенный способ применяют в основном для изображения приборов и средств автоматизации на технологических схемах. При упрощенном способе на схемах не показывают первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру. Приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции (контроль, регулирование, сигнализацию и т.п.) и выполненные в виде отдельных блоков, изображают одним условным графическим обозначением.

Развернутый способ применяют для выполнения функциональных схем автоматизации, когда каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект, показывают отдельным условным графическим изображением.

**Пример 3.1.** На рис.3.1,а изображен участок технологического трубопровода, на котором упрощенным способом показан функциональный узел автоматического регулирования расхода технологического сырья. Первичный измерительный преобразователь (диафрагма или сопло) в данном случае не показан. Место установки первичного преобразователя обозначено пересечением линий технологического трубопровода с линией, связывающей этот преобразователь с условным обозначением прибора, осуществляющего сложные функции. На рис.3.1,б изображен тот же узел, что и на рис.3.1,а, но только развернутым способом.

В системах технологического контроля и управления часто применяют комбинированные и комплексные устройства, например комбинированные измерительные и регулирующие приборы, машины централизованного контроля, полуккомплекты телемеханики, устройства телевидения и т. п. Такие устройства обозначают прямоугольником произвольных размеров с указанием внутри прямоугольника типа устройства по документации завода-изготовителя.

### План практического занятия

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) разработать функциональную схему автоматизации с соответствующими измерительными преобразователями, приборами и средствами автоматизации.
2. Дать подробное описание разработанной схемы.
3. Выбор приборов и средств автоматизации обосновать.

### **Рекомендуемая литература**

1. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, М.Б. Миндин, С.А. Клюев; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. С.105-118.
2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. С.25-43.
3. Фешин Б.Н. Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов: Учеб. пособие. – Караганда: КарГТУ, 2000. С.42-44.
4. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.134-142.

### **Контрольные задания для СРС[1-4]**

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Прочитать и подробно разобрать функциональную схему автоматизации, приведенную на рис. 3.2. Сравнить ее со схемой на рис. 3.3.

### **Практическая работа №4**

#### **Общие сведения**

На основе анализа технологической схемы и существующих приборов и средств автоматизации, применяемых в заданном технологическом процессе, формулируются основные требования к приборам и средствам автоматизации, которые можно подразделить на следующие:

- а) функциональные требования, включая технические характеристики;
- б) требования, выдвигаемые физическими условиями работы (искро- и взрывобезопасность, вибростойкость, влагонепроницаемость, защищенность от агрессивной среды и т.п.);
- в) требования по надежности и ремонтпригодности;
- г) весовые и габаритные требования на всю систему автоматизации в целом и на отдельные ее элементы (приборы и средства автоматизации);
- д) требования инженерной психологии, связанные с недопустимостью ошибок при эксплуатации системы автоматизации человеком, организация рабочего места оператора и т. п.

Следует иметь в виду, что условия окружающей среды в местах установки средств автоматизации определяют возможность их применения, особенность работы службы эксплуатации, а в отдельных случаях и работоспособность агрегатов, линий и производств.

Условия пожаро-, взрывоопасности объекта и агрессивности окружающей среды, а также требования к быстродействию, дальности передачи сигналов информации и управления являются определяющими при выборе средств автоматизации по виду энергии носителя сигналов (электрической, пневматической, гидравлической и др.) в канале связи. Так, для пожаро- и взрывоопасных технологических процессов (установок) в большинстве случаев применяют пневматические средства автоматизации; при высоких требованиях к быстродействию и значительных расстояниях между источниками и приемниками сигналов информации применяют, как правило, электрические и комбинированные средства автоматизации.

Также необходимо ориентироваться на использование серийно выпускаемых средств; при этом следует учитывать, что средства автоматизации общепромышленного применения предназначены для усреднённых промышленных условий эксплуатации и не все они могут удовлетворять работе отдельных предприятий.

Следует стремиться к применению однотипных приборов и ТСА, предпочтительно унифицированных комплексов, характеризующихся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки на щитах автоматики. Использование однотипных (унифицированных) средств даёт значительные эксплуатационные преимущества как с точки зрения их настройки, так и при техническом обслуживании и ремонте.

В проектируемые системы автоматизации необходимо закладывать средства автоматизации с тем классом точности, который определяется действительными требованиями объекта автоматизации. Как известно, чем выше класс средства измерения, тем более сложной является конструкция прибора, тем выше его стоимость, сложнее эксплуатация.

Количество приборов и средств автоматизации на оперативных щитах и пультах должно быть ограниченным. Излишек аппаратуры является не менее вредным, чем её недостаток: усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдений за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, удлиняет сроки монтажных работ, увеличивает стоимость автоматизируемого объекта [1,3].

## **Выбор датчика**

Выбор датчика технологического параметра определяется физической природой этого параметра. При этом анализируются технические характеристики и возможности всего ряда датчиков, пригодных для измерения регулируемой (контролируемой) величины.

в процессе выбора датчика в первую очередь необходимо учитывать характеристики контролируемой и окружающей сред (температуру, влажность, давление и т.д.), в которых придётся работать датчику. Также учитываются условия, в которых находится контролируемый параметр (в трубопроводах, в открытых

емкостях под атмосферным давлением, в закрытых емкостях под избыточным давлением и т.д.). В зависимости от условий окружающей среды выбирают исполнение датчика (искробезопасное, тропическое и т.д.).

Диапазон действия датчика выбирается с учетом минимальных и максимальных длительных значений регулируемой величины. Здесь необходимо учитывать, что необоснованно завышенный диапазон действия датчика снижает точность контроля (измерения).

Погрешность датчика не должна превышать допустимой погрешности контроля (измерения) регулируемой величины, которая определяется технологией производства и погрешностью регулирования по выбранному каналу управления.

Датчик должен выбираться с учетом передачи сигнала в последующие элементы системы автоматизации. Это значит, что выходной сигнал датчика должен соответствовать сигналу связи, принятому в проектируемой системе. Число выходных сигналов датчика (количество выходных преобразователей) определяется принятым составом функциональной схемы автоматизации.

При выборе датчика необходимо установить возможность обеспечения условий для нормальной работы выбранного датчика, обеспечивающих паспортные параметры датчика в предлагаемом месте его установки. Так, например, для обеспечения нормальной работы диафрагменного расходомера объемного расхода необходимо иметь длину прямолинейного участка трубопровода  $10 D$  до и  $20 D$  после расходомера, где  $D$  – диаметр трубопровода. Для нормальной работы щелевого расходомера объемного расхода необходимо обеспечить перепад высот (уровней) трубопровода и т.д.

В ряде случаев следует учитывать электромагнитную (магнитную) совместимость датчика с другими элементами системы автоматизации и технологического оборудования.

Немаловажное значение имеет стоимость датчика, зависящая от сложности его изготовления, стоимости чувствительного элемента, протяженности необходимых линий связи и масштабов производства (крупносерийные изделия предпочтительнее).

Наконец, необходимо учитывать также фактор морального устаревания технических средств за промежуток времени между созданием проекта системы автоматизации и его воплощением, что вынуждает предъявлять более жесткие требования в отношении новизны и перспективности применяемых датчиков и других технических средств автоматизации [1,3].

### **Контрольные вопросы**

1. Какие основные требования предъявляются к приборам и средствам автоматизации?
2. Какой последовательностью действий необходимо руководствоваться при определении состава функциональной схемы?
3. Какие критерии используют при выборе датчиков?

### **План практического занятия**

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующие датчики и средства автоматизации.
2. Обосновать выбор типа и исполнения приборов и средств автоматизации.

### **Рекомендуемая литература**

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев]; Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.
2. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская, В.А. Бек и др.; Под общ. ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 817 с.: ил.
3. Справочник по средствам автоматики / [Б.И. Филиппович, А.П. Шорыгин, В.А. Царьков и др.]; Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – м.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.: ил.

### **Контрольные задания для СРС[1-3]**

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Сформулировать основные и дополнительные критерии при выборе типа и исполнения приборов и средств автоматизации.

### **Методические указания для выполнения практических занятий**

#### **Практическая работа № 1**

*В соответствии с ГОСТ 20.003–84 автоматизированные системы управления технологическими процессами предназначены для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления и представляют собой человеко-машинные системы, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием.*

*Технологический объект управления (ТОУ) — это совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим инструкциям или регламентам технологического процесса производства. В зависимости от уровня АСУ ТП в качестве ТОУ можно рассматривать: технологические агрегаты и установки, группы станков, отдельные производства (цехи, участки), реализующие самостоятельный технологический процесс; производственный процесс всего промышленного предприятия, если управление им заключается в рациональном выборе и согласовании режимов работы агрегатов, участков и производств.*

*Совместно функционирующие ТОУ и управляющая им АСУ ТП образуют автоматизированный технологический комплекс (АТК).*

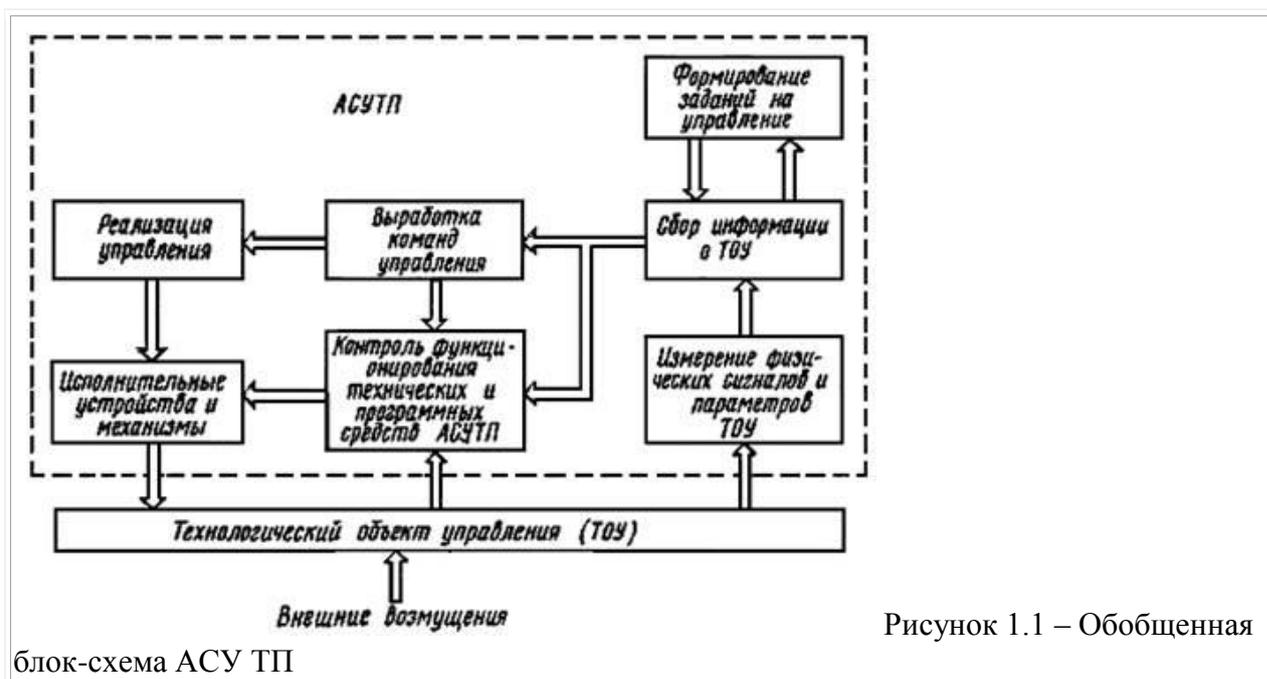
*АСУ ТП являются частным видом систем управления, которые представляют, в свою очередь, особый класс систем, характеризующихся наличием самостоятельных функций и целей управления и необходимой для реализации этого специальной системной орга-*

низацией. Степень достижения поставленных целей принято характеризовать с помощью *критерия управления*. Критерием может быть технико-экономический показатель, например себестоимость выходного продукта при заданном качестве, производительность ТОО при заданном качестве выходного продукта, технологические показатели — параметры процесса, характеристики выходного продукта и т. п.

Отметим, что определение АСУ ТП как системы отличается от классического определения системы управления из теории автоматического управления, согласно которому система автоматического управления — это совокупность объекта управления и регулятора. В этом смысле понятие АТК подпадает под классическое определение системы управления, где в роли объекта выступает ТОО, а в роли регулятора — АСУ ТП. Обобщенная блок-схема АСУ ТП изображена на рис.1.1.

Сформулированное выше определение подчеркивает, во-первых, наличие в составе АСУ ТП современных автоматических средств сбора и переработки информации (в первую очередь средств вычислительной техники); во-вторых, роль человека в системе как субъекта труда, принимающего содержательное участие в выработке решений по управлению; в-третьих, что АСУ ТП – это система, осуществляющая переработку технологической и другой информации.

Еще один важный признак АСУ ТП – это осуществление управления в темпе протекания технологического процесса, т. е. *в реальном масштабе времени*.



АСУ ТП как компонент общей системы управления промышленным предприятием (АСУП) предназначена для целенаправленного ведения технологических процессов и обеспечения смежных и вышестоящих систем управления оперативной и достоверной технико-экономической информацией. АСУ ТП, созданные для объектов основного и вспомогательного производства, представляют низовой уровень автоматизированных систем управления производством.

Перечень, форма представления и режим обмена информацией между АСУ ТП и другими взаимосвязанными с ней системами управления определяется в каждом конкретном случае в зависимости от специфики производства, его организации и структуры управления им.

Реализация целей в конкретных АСУ ТП достигается выполнением в них определенной последовательности операций и вычислительных процедур, в значительной степени типовых по своему составу и потому объединяемых в *комплекс типовых функций АСУ ТП*.

Функции АСУ ТП подразделяются на управляющие, информационные и вспомогательные.

*Управляющие функции* АСУ ТП — это функции, результатами которых является выработка и реализация управляющих воздействий на объект управления. К управляющим функциям АСУ ТП относятся: регулирование (стабилизация) отдельных технологических переменных; однократное логическое управление операциями или аппаратами; программное логическое управление группой оборудования; оптимальное управление установившимися или переходными режимами или отдельными стадиями процесса; адаптивное управление объектом в целом, например управление участком станков с ЧПУ.

*Информационные функции* АСУ ТП — это функции системы, содержанием которых является сбор, обработка и представление информации о состоянии АТК оперативному персоналу или передача этой информации для последующей обработки. К информационным функциям АСУ ТП относятся: централизованный контроль и измерение технологических параметров; косвенное измерение; вычисление параметров процесса (технико-экономических, внутренних переменных); формирование и выдача данных оперативному персоналу АСУ ТП или АТК; подготовка и передача информации в смежные системы управления; обобщенная оценка и проверка состояния АТК и его оборудования.

Отличительная особенность управляющих и информационных функций АСУ ТП — их направленность на конкретного потребителя (объект управления, оперативный персонал, смежные системы управления).

*Вспомогательные функции* АСУ ТП состоят в обеспечении контроля за состоянием функционирования технических и программных средств системы.

Развитие экономико-математических методов управления с широким использованием современной вычислительной техники позволило существенно облегчить работу оператора при управлении сложными технологическими объектами. В результате появились человеко-машинные системы управления технологическими процессами, в которых обработка информации и формирование оптимальных управлений осуществляются человеком с помощью управляющей вычислительной машины (УВМ). УВМ в этом случае является многоканальным информационно-управляющим устройством в системе автоматизированного управления технологическим процессом.

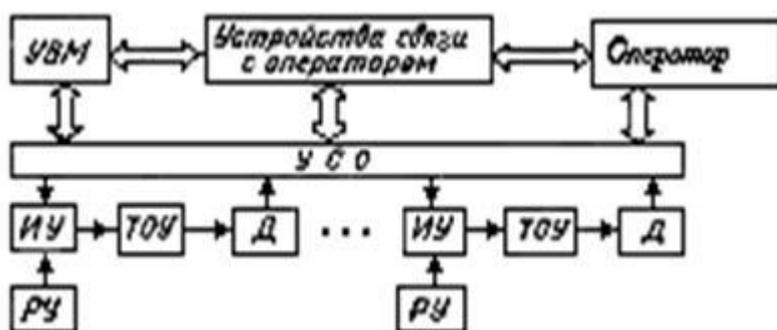


Рисунок 1.3 – Типовая структура централизованной АСУ ТП

В зависимости от распределения информационных и управляющих функций между человеком и УВМ, между УВМ и средствами контроля и регулирования возможны различные принципы построения АСУ ТП. Наибольшее распространение в промышленной практике нашли три принципа построения АСУ ТП: централизованные АСУ ТП, АСУ ТП с супервизорным управлением и децентрализованные распределенные АСУ ТП.

Типовая структура централизованной АСУ ТП (рис.1.3) включает в себя устройство связи с объектом (УСО) и УВМ, осуществляющую централизованное управление одним или несколькими технологическими процессами. Надежность всего комплекса определяется в этом случае надежностью УСО и УВМ, и при выходе их из строя нормальное функционирование технологического оборудования невозможно.

Характерным примером централизованной АСУ ТП является система, УВМ которой непосредственно вырабатывает оптимальные регулирующие воздействия и с помощью соответствующих преобразователей передает команды управления на исполнительные устройства (механизмы). Централизованные АСУ ТП, УВМ которых работают в таком режиме, называются системами с непосредственным или прямым цифровым управлением (ПЦУ).

В АСУ ТП с ПЦУ оператор должен иметь возможность изменять уставки, контролировать избранные переменные, варьировать диапазоны допустимого изменения переменных, изменять параметры настройки и иметь доступ к управляющей программе. Для обеспечения этих функций необходимо иметь сопряжение (человек-машина) в виде пульта оператора и средств отображения информации.

Применение УВМ в режиме ПЦУ позволяет строить программным путем системы регулирования по возмущению, комбинированные системы каскадного и многосвязного регулирования, учитывающие связи между отдельными частями объекта управления. ПЦУ позволяет реализовать не только оптимизирующие функции, но и адаптацию к изменению внешней среды и переменным параметрам объекта. В системах с ПЦУ упрощается реализация режимов пуска и остановки процессов, переключение с ручного управления на автоматическое, операции переключения исполнительных механизмов.

Главный недостаток систем с ПЦУ заключается в том, что при отказе в работе УВМ объект теряет управление. Несмотря на высокую надежность всех средств системы, отказы в УВМ возможны, и это обстоятельство необходимо особо учитывать при построении АСУ ТП с ПЦУ.

Более широкими возможностями и лучшей надежностью обладают АСУ ТП, в которых непосредственное регулирование объектами ТП осуществляют ЛР, а УВМ выполняет функции «советчика» в так называемом *супервизорном режиме*.

Типовая структура супервизорной АСУ ТП изображена на рис.1.4. По данным, поступающим от датчиков (Д) локальных подсистем через УСО, УВМ вырабатывает значение уставок в виде сигналов, поступающих непосредственно на входы систем автоматического регулирования.

Основная задача супервизорного управления – автоматическое поддержание процесса вблизи оптимальной рабочей точки. Кроме того, супервизорное управление позволяет оператору-технологу использовать плохо формализуемую информацию о ходе технологического процесса, вводя через УВМ коррекцию уставок, параметров алгоритмов регулирования в локальные контуры. Например, оператор вводит необходимые изменения в управление процессом при изменении сырья и состава вырабатываемой продукции. Это требует определения новых значений коэффициентов уравнений математической модели объекта управления, что может выполняться любой другой внешней ЭВМ или самой УВМ, если она не загружена.

Работа информационно-измерительной части системы супервизорного управления практически не отличается от рассмотренной выше системы. Функции оператора в этом случае сводятся лишь к наблюдению, а его вмешательство необходимо только в аварийных ситуациях.

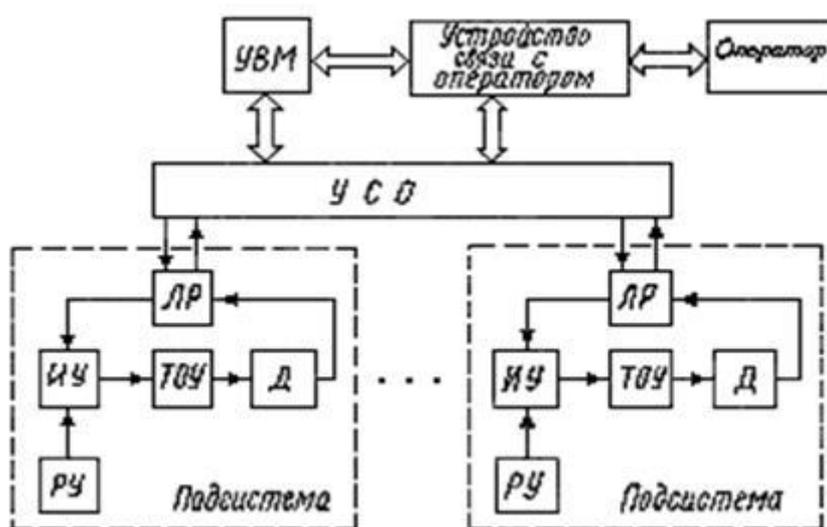


Рисунок 1.4 – Типовая структура АСУ ТП с супервизорным режимом работы УВМ

Достоинство системы супервизорного управления состоит в том, что УВМ в ней не только автоматически контролирует процесс, но и автоматически управляет им вблизи оптимальной рабочей точки. Рассматриваемая система управления технологическим процессом является многоканальной как в информационной части, так и на уровне оптимизации.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям АСУ ТП и АТК.

2. Опишите обобщенную блок-схему АСУ ТП и выполняемые системой типовые функции.
3. Опишите типовую структуру ЛСКРУ.
4. Опишите типовую структуру АСУ ТП с супервизорным режимом работы.

### **План практического занятия**

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующую структуру АСУ ТП.

### **Рекомендуемая литература**

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.
2. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. с.29-72.
3. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.22-27.

### **Контрольные задания для СРС [1-3]**

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития современных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

### **Практическая работа №2**

*Функционально-целевая децентрализация* – это разделение сложного процесса или системы на меньшие части – подпроцессы или подсистемы по функциональному признаку (например, переделы технологического процесса, режимы работы агрегатов и т.д.), имеющие самостоятельные цели функционирования.

*Топологическая децентрализация* означает возможность территориального (пространственного) разделения процесса на функционально-целевые подпроцессы. При оптимальной топологической децентрализации число подсистем распределенной АСУ ТП выбирается так, чтобы минимизировать суммарную длину линий связи, образующих вместе с локальными подсистемами управления сетевую структуру.

Технической основой современных распределенных систем управления, обусловившей возможность реализации таких систем, являются микропроцессоры и микропроцессорные системы.

Микропроцессорная система выполняет функции сбора данных, регулирования и управления, визуализации всей информации базы данных, изменения уставок, параметров алгоритмов и самих алгоритмов, оптимизации и т.д. Использование микропроцессоров (в том числе микроЭВМ) для решения перечисленных задач дает возможность достичь следующих целей:

а) заменить аналоговые технические средства на цифровые там, где переход к цифровым средствам повышает точность, расширяет функциональные возможности и увеличивает гибкость систем управления;

б) заменить технические средства с жесткой логикой на программируемые (с возможностью изменения программы) устройства, или *микроконтроллеры*;

в) заменить одну мини-ЭВМ системой из нескольких микроЭВМ, когда необходимо обеспечить децентрализованное управление производством или технологическим процессом с повышенной надежностью и живучестью или когда возможности мини-ЭВМ полностью не используются.

Микропроцессорные системы могут выполнять в подсистемах распределенной АСУ ТП все типовые функции контроля, измерения, регулирования, управления, представления информации оператору.

В распределенных АСУ ТП приняты в основном три топологические структуры взаимодействия подсистем: звездообразная (радиальная); кольцевая (петлевая); шинная (магистральная) или их комбинации. Организация связи с датчиками и исполнительными устройствами носит индивидуальный и преимущественно радиальный характер.

На рис.2.1 изображены варианты топологий распределенных АСУ ТП.

Радиальная структура взаимодействия подсистем (рис.2.1,а) отражает традиционно применявшийся способ соединения устройств с выделенными линиями связи и характеризуется следующими особенностями:

а) существуют отдельные, не связанные между собой линии, объединяющие центральную подсистему (ЦП) с локальными системами автоматики ЛА<sub>1</sub> ;

б) технически просто реализуются устройства сопряжения УС<sub>1</sub>—УС<sub>м</sub> локальной автоматики. Центральное устройство связи УСЦ представляет собой набор модулей типа УС<sub>1</sub> по числу линий либо достаточно сложное устройство мультиплексирования каналов передачи информации;

в) обеспечиваются максимальные скорости обмена по отдельным линиям при достаточно высокой производительности вычислительных устройств на уровне ЦП;

г) надежность подсистемы связи в значительной степени зависит от надежности и живучести технических средств ЦП. Выход из строя ЦП практически разрушает подсистему обмена, так как все потоки информации замыкаются через верхний уровень.

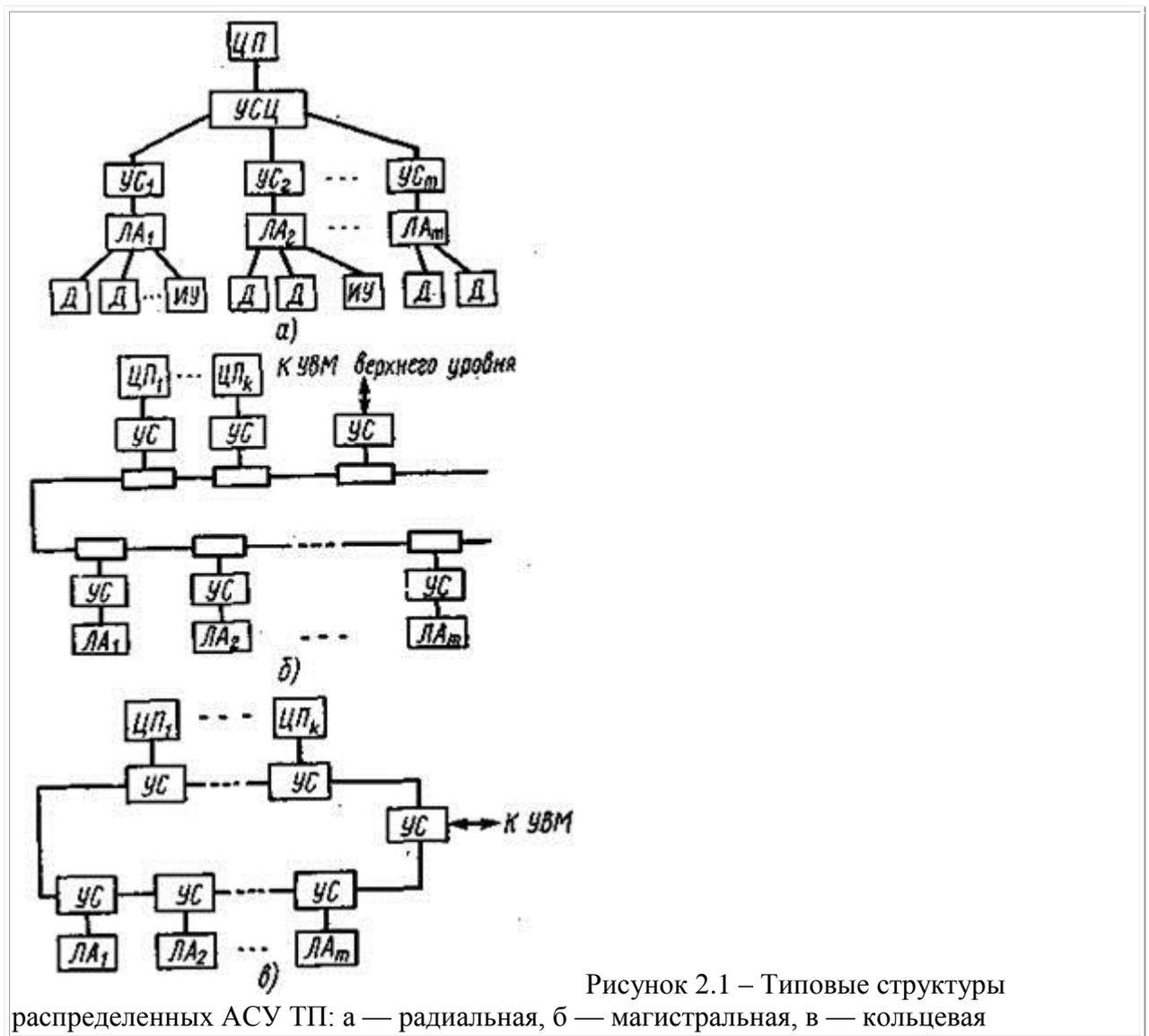


Рисунок 2.1 – Типовые структуры распределенных АСУ ТП: а — радиальная, б — магистральная, в — кольцевая

Распределенная система с радиальной структурой является двухуровневой системой, где на нижнем уровне в подсистемах реализуются необходимые функции контроля, регулирования, управления, а на втором — в ЦП координирующая микроЭВМ (или мини-ЭВМ) кроме координации работы микроЭВМ-сателлитов осуществляет оптимизацию задач управления ТОУ, распределение энергии, управляет технологическим процессом в целом, вычисляет технико-экономические показатели и т.п. Вся база данных в распределенной системе с радиальной структурой должна быть доступной координирующей микроЭВМ для прикладных программ управления на верхнем уровне. Вследствие этого координирующая микроЭВМ работает в режиме реального времени и должна управляться с помощью языков высокого уровня.

На рис.2.1 (б, в) изображены кольцевая и шинная топологии взаимодействия уровней. Эти структуры имеют ряд достоинств по сравнению с радиальной:

- а) работоспособность подсистемы связи, включающей в себя канал и устройства связи, не зависит от исправности технических средств на уровнях автоматизации;
- б) имеются возможности подключения дополнительных устройств и контроля всей подсистемы с помощью специальных средств;

в) необходимы значительно меньшие затраты кабельной продукции.

За счет обмена информацией между ЛА<sub>i</sub> через канал связи и УС («каждый с каждым») появляется дополнительная возможность динамического перераспределения функций координации совместной работы подсистем ЛА по нижним уровням в случае выхода из строя ЦП. Шинная (в меньшей степени кольцевая) структура обеспечивает широковещательный режим обмена между подсистемами, что является важным преимуществом при реализации групповых команд управления. Вместе с тем шинная и кольцевая архитектура предъявляет уже значительно более высокие требования к «интеллекту» устройств сопряжения, а следовательно, повышенные единовременные затраты на реализацию базовой сети.

Сравнивая кольцевую и шинную топологии подсистемы связи, следует отметить, что организация кольцевой структуры менее дорогостоящая, чем шинная. Однако надежность всей подсистемы с кольцевой системой связи определяется надежностью каждого устройства сопряжения и каждого отрезка линий связи. Для повышения живучести необходимо применение двойных колец или дополнительных линий связи с обходными путями. Работоспособность физического канала передачи для шинной архитектуры с трансформаторной развязкой не зависит от исправности устройств сопряжения, однако, как и для кольца, выход из строя любого устройства сопряжения в наихудшем случае приводит к полностью автономной работе отказавшего узла подсистемы, т. е. к потере функции управления от уровня ЦП автоматикой отказавшего узла.

Явным методом повышения живучести всей системы автоматики в случае отказа устройств согласования в подсистеме связи является дублирование устройств согласования в узлах подсистемы. В кольцевой структуре такой подход уже подразумевается при организации двойных колец и обходных путей. Если надежность непрерывного физического канала для нижней топологии не вызывает сомнений, то возможно дублирование только устройств сопряжения без применения резервного магистрального кабеля.

Более дешевым способом повышения надежности подсистемы связи является использование комбинированных структур, сочетающих в себе достоинства радиальных и кольцевых (магистральных) топологий. Для кольца число радиальных связей может быть ограничено двумя-тремя линиями, реализация которых дает простое и недорогое решение.

Оценка таких показателей распределенных АСУ ТП, как *экономические* (затраты на кабельную продукцию, трассировку кабеля, на разработку или приобретение сетевых средств, в том числе устройства связи и т. п.), *функциональные* (использование групповых операций передачи, интенсивность обмена, возможность обмена «каждый с каждым»), а также *показатели унификации и возможности эволюции* сети (возможность простого включения дополнительных узлов-абонентов, тенденции к применению в АСУ ТП) и показатели *надежности сети* (отказ канала связи и устройств связи или сопряжения), позволяет сделать следующие выводы:

- а) наиболее перспективной в смысле развития и использования является магистральная организация подсистемы связи;
- б) функциональные возможности магистральной топологии не уступают возможностям кольцевой и радиальной;
- в) надежность показатели магистральной структуры достаточно удовлетворительные;

г) магистральная топология распределенной АСУ ТП требует больших единовременных затрат на создание и внедрение канала связи и устройств сопряжения.

Во многом благодаря этим особенностям магистральной структуры и модульной организации аппаратных и программных средств в современных АСУ ТП *магистрально-модульный принцип* построения технического обеспечения нашел преимущественное распространение.

Применение микропроцессоров и микроЭВМ позволяет эффективно и экономно реализовать принцип функциональной и топологической децентрализации АСУ ТП. Тем самым можно значительно повысить надежность и живучесть системы, сократить дорогостоящие линии связи, обеспечить гибкость функционирования и расширить область применения в народном хозяйстве комплексов технических средств, основным элементом которых является микроЭВМ или микропроцессор. В таких распределенных системах управления большое значение приобретает *стандартизация интерфейсов*, т.е. установление и применение единых норм, требований и правил, гарантирующих информационное объединение технических средств в типовых структурах АСУ ТП.

Для последовательной передачи цифровых данных существует три формы связи:

А) *симплексная связь* предполагает наличие одного передатчика и одного приемника; информация передается в одном направлении, связь осуществляется через отдельную пару проводов;

Б) *полудуплексная связь* допускает двунаправленную передачу данных, но не одновременно; связь осуществляется по кабелю, состоящему из двух или четырех проводов;

В) *дуплексная связь* обеспечивает одновременную двунаправленную передачу данных, а связь осуществляется также по кабелю, состоящему из двух или четырех проводов.

Для каждой из указанных выше форм связи необходимо, чтобы приемное устройство было готово принять и идентифицировать каждый набор данных, переданный передатчиком. Существуют два способа решения этой задачи. При *асинхронной передаче* каждому пакету данных предшествует *старт-бит*, а по окончании передачи этого пакета данных следует *стоп-бит*. Таким образом, приемник четко определяет начало и конец сообщения. Однако из-за необходимости постоянной проверки старт- и стоп-битов скорость передачи при данном виде связи ограничена и, как правило, не превышает 1200 бит/с.

Асинхронная передача используется в условиях неуверенного приема и высокого уровня помех. *Синхронная передача* не требует старт- и стоп-битов, передатчик и приемник *синхронизированы*. Начало приема-передачи данных предварительно синхронизируется синхроимпульсом, а затем каждое слово пакета данных распознается как блок из семи или восьми бит. Синхронная передача данных может обеспечивать скорость более 1200 бит/с и наиболее часто применяется для передачи таких потоков данных, как программные файлы.

Современные интеллектуальные датчики и элементы управления наряду с традиционным *интерфейсом RS-232C* могут иметь также в своем составе подсистему последовательного ввода-вывода на базе *интерфейса RS-485*. Программируемые логические контроллеры большинства производителей в качестве средств организации территориально-распределенных систем сбора данных и управления содержат ту или иную реализацию интерфейсов *RS-422A/RS-485*.

*RS-232C* – широко распространенный стандартный последовательный интерфейс. Он может быть использован для синхронной передачи данных со скоростью до 20 000 бит/с на расстояние до 15 метров; на более длинные дистанции скорость передачи уменьшается. интерфейс *RS-449* – это более поздний стандарт, он обладает улучшенными по сравнению с *RS-232* характеристиками по скорости и расстоянию передачи; здесь достижима скорость до 10 000 бит/с на расстояние до 1 км. Уровни напряжения, соответствующие стандарту *RS-232*, составляют +12 В для логического “0” и –12 В для логической “1”. интерфейс *RS-232* является в настоящее время стандартным для *COM*-портов персональных компьютеров. Поскольку подавляющее большинство микропроцессоров построено на *ТТЛ-структуре* (транзисторно-транзисторная логика), где уровень логического нуля составляет 0 В, а логической единицы +5 В, то, очевидно, что уровни сигналов необходимо преобразовывать для согласования. Последнее достигается использованием интегральных микросхем – преобразователей уровня, таких как: *MC1488* для преобразования ТТЛ-уровней в уровни *RS-232* и *MC1489* для преобразования уровней *RS-232* в ТТЛ-уровни.

Интерфейс *RS-485 (EIA-485)* – один из наиболее распространенных стандартов физического уровня связи (канал связи + способ передачи сигнала).

Сеть, построенная на интерфейсе *RS-485*, представляет собой приемопередатчики, соединенные при помощи *витой пары* – двух скрученных проводов. В основе интерфейса *RS-485* лежит принцип *дифференциальной (балансной) передачи* данных. Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам. Причем по одному проводу (условно *A*) идет оригинальный сигнал, а по другому (условно *B*) – его инверсная копия. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов (рис. 2.2).

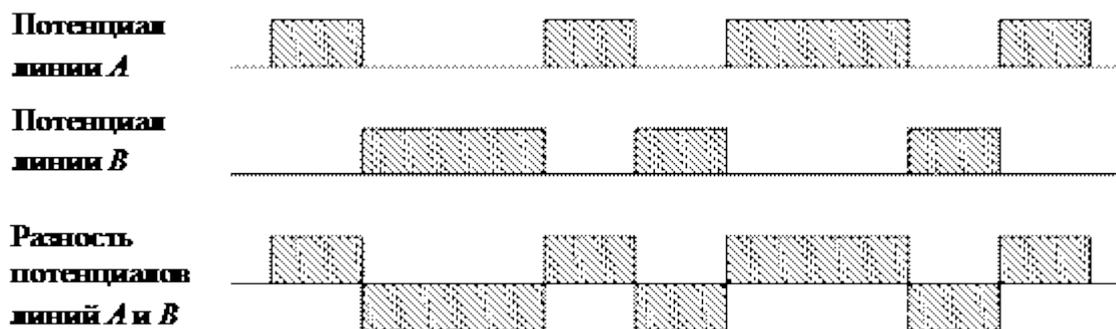


Рисунок 2.2

Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе, действующей на оба провода линии одинаково. Если сигнал передается потенциалом в одном проводе относительно общего, как в *RS-232*, то наводки на этот провод могут исказить сигнал относительно хорошо поглощающего наводки общего («земли»). Кроме того, на сопротивлении длинного общего провода будет падать разность потенциалов общих точек как дополнительный источник искажений. При дифференциальной передаче таких искажений не происходит, поскольку в витой паре наводка на оба провода одинакова. Таким образом, потенциал в одинаково нагруженных проводах

изменяется одинаково, при этом информативная разность потенциалов остается без изменений.

Аппаратная реализация интерфейса – микросхемы приемопередатчиков с дифференциальными входами/выходами (к линии) и цифровыми портами (к портам UART-контроллера). Существуют два варианта такого интерфейса: *RS-422* и *RS-485*.

*RS-422* – дуплексный интерфейс. Прием и передача обеспечиваются по двум отдельным парам проводов. На каждой паре проводов может быть только по одному передатчику.

*RS-485* – полудуплексный магистральный аналог интерфейса *RS-422*. Прием и передача выполняются по одной паре проводов с разделением во времени. В сети может быть много передатчиков, так как они могут отключаться в режиме приема.

Все устройства подключаются к одной витой паре одинаково: прямые выходы (*A*) к одному проводу, инверсные (*B*) - к другому.

Входное сопротивление приемника со стороны линии обычно составляет 12 кОм. Поскольку мощность передатчика не беспредельна, это создает ограничение на количество приемников, подключенных к линии. Согласно стандарта *RS-485*, с учетом согласующих резисторов, передатчик может вести до 32 приемников. Однако, применяя микросхемы с повышенным входным сопротивлением, можно подключать к линии значительно большее количество устройств (более 100 приборов). При этом приборы подключаются к линии параллельно, а контроллер (компьютер) должен быть снабжен дополнительным устройством – преобразователем последовательного порта *RS-485/RS-232*.

Максимальная скорость связи в *RS-485* может достигать 10 Мбит/сек, а максимальная длина линии связи – 1200 м. Если необходимо организовать связь на расстоянии, превышающем 1200 м, или подключить большее число устройств, нежели допускает нагрузочная способность передатчика, то применяют специальные повторители (*репитеры*).

Диапазон напряжений логических “1” и “0” в передатчика *RS-485* составляют, соответственно, +1,5...+6 В и –1,5...–6 В, а диапазон синфазного напряжения передатчика – (–1...+3 В).

Значения параметров определены таким образом, что любое устройство, входящее в состав измерительной информационной системы, сохраняет работоспособность при наличии на его клеммах, подключенных к линии связи, помехи общего вида, напряжение которой находится в диапазоне от –7 до +7 В.

Для параллельной передачи данных в измерительных информационных системах часто используется стандартный интерфейс *IEEE-488* (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), называемый также *HP-IB* (*Hewlett-Packard Interface Bus*) или *GPIB* (*General Purpose Interface Bus* – интерфейсная шина общего применения). Международная электротехническая комиссия (*МЭК*) рекомендовала данный стандарт в качестве международного, по этой причине на постсоветском пространстве он носит название *цифрового интерфейса МЭК*.

интерфейс *IEEE-488* был разработан для программируемых и непрограммируемых электронных измерительных приборов и преобразователей. Он рассчитан на асинхронный обмен информацией, ориентирован на сопряжение устройств, располагаемых относительно друг друга на расстоянии до 20 м, и обеспечивает работу в

ИИС приборов различной сложности, допускает прямой обмен информацией между ними, дистанционное и местное управление приборами. Описываемый интерфейс имеет магистральную структуру (рис.2.3).

Магистраль интерфейса состоит из 24 сигнальных линий, восемь из которых – линии заземления, а остальные линии разбиты на три группы. Первая группа, состоящая из восьми двунаправленных сигнальных линий, является *шиной данных*. Она предназначена для передачи данных и команд между различными приборами, присоединенными к интерфейсу. Другая группа из пяти сигнальных линий – *шина общего управления*, по ней передаются сигналы управления и состояния. Последняя группа из трех линий используется для управления передачей данных (*шина квитирования*).

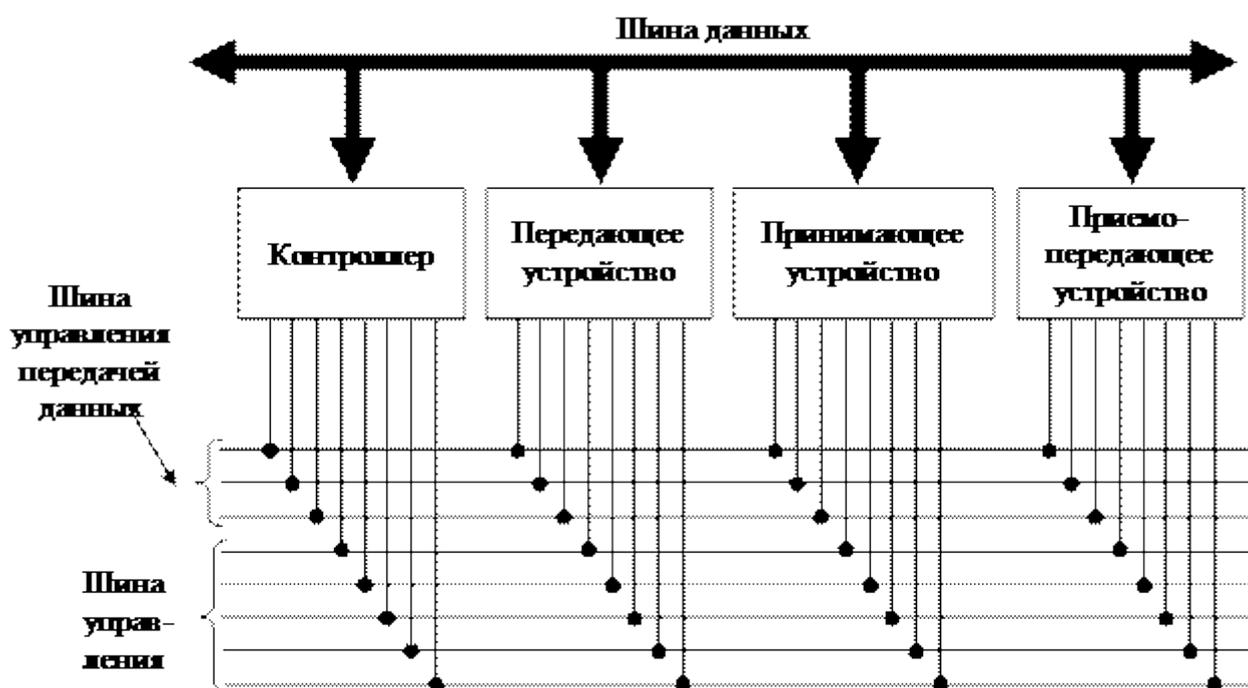


Рисунок 2.3 – Структура интерфейса IEEE-488

Приборы, подсоединенные к интерфейсу, могут работать как приемники либо источники сообщений. В каждый момент времени только одно устройство может быть источником информации, тогда как приемниками сообщений могут работать одновременно несколько устройств. Одно из устройств на магистрали является *контроллером* интерфейса.

Общее количество приемников и источников информации в IEEE-488 не должно превышать 31 при однобайтовой адресации, а число параллельно подключаемых приборов – 15 (включая управляющий контроллер).

В стандарте IEEE-488 высокому уровню сигнала в линии соответствует значение напряжения, равное или больше 2 В, а низкому уровню – значение, равное или меньше 0,8 В.

## **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятиям *децентрализация, интерфейс*.
2. Опишите известные вам варианты топологий распределенных АСУ ТП
3. Какие формы связи существуют для последовательной передачи цифровых данных?
4. В чем различие между асинхронной и синхронной передачей данных?
5. Дайте краткую характеристику последовательным интерфейсам АСУ ТП.
6. Дайте краткую характеристику параллельным интерфейсам АСУ ТП.

## **План практического занятия**

1. Для заданного преподавателем технологического объекта (производства) выбрать соответствующую структуру распределенной АСУ ТП и тип интерфейса.

## **Рекомендуемая литература**

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ.пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.
2. Справочник по средствам автоматики / [Б.И. Филиппович, А.П. Шорыгин, В.А. Царьков и др.]; Под ред. В.Э. Низэ и И.В. Антика. – м.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.
3. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. с.29-72.
4. Эм Г.А. Элементы систем автоматики: Учеб. пособие. – Караганда, КарГТУ, 2007. С.16-20, 27-31.

## **Контрольные задания для СРС [1-4]**

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Проанализировать современное состояние и перспективы развития интерфейсов систем автоматики.

## **Практическая работа №3**

**Цель работы:** освоение техники чтения функциональных схем автоматизации, получение практических навыков составления функциональных схем систем автоматического измерения, контроля, регулирования и управления.

### **Общие сведения**

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом, определяющим функциональную структуру и объем автоматизации технологических

установок, отдельных машин, механизмов и агрегатов, выполняющих технологический процесс.

Функциональная схема автоматизации представляет собой чертеж, на котором схематически, условными обозначениями изображены: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства, элементы телемеханики) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматизации. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, автоматические выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элементы, на функциональных схемах автоматизации не показываются.

Для сложных технологических процессов с большим объемом автоматизации схемы могут быть выполнены отдельно по видам технологического контроля и управления, т.е. отдельно выполняют схемы автоматического управления, контроля и сигнализации. Для объектов с несложными технологическими процессами и простыми системами контроля управления функциональные схемы автоматизации могут не составляться. Их заменяют перечнями систем контроля, регулирования, управления и сигнализации.

Прочитать функциональную схему автоматизации означает определить из нее:

- 1) параметры технологического процесса, которые подлежат автоматическому контролю и регулированию;
- 2) наличие защиты и аварийной сигнализации;
- 3) принятую блокировку механизмов;
- 4) организацию пунктов контроля и управления;
- 5) функциональную структуру каждого узла контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления;
- 6) технические средства, с помощью которых решается тот или иной функциональный узел контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления.

Чтобы прочесть функциональную схему автоматизации, необходимо знать принципы построения систем технологического контроля и управления и условные изображения технологического оборудования, трубопроводов, приборов и средств автоматизации, функциональных связей между отдельными приборами и средствами автоматизации, а также иметь представление о характере технологического процесса и взаимодействии отдельных установок и агрегатов технологического оборудования [1-3].

### **Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации на функциональных схемах**

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показывают в соответствии с действующим ГОСТ 21.404-85.

В отдельных случаях при отсутствии в стандартах необходимых изображений могут быть использованы нестандартные изображения, которые, выполняют на основе характерных признаков изображаемых устройств.

В ГОСТ 21.404-85 принята система обозначений по функциональному признаку, выполняемому данным прибором или средством автоматизации.

Первичные измерительные преобразователи, отборные и приемные устройства, встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы (бобышки, карманы, расширители и т.п.), на функциональных схемах автоматизации не показывают.

Ряд приемных устройств по своей конструкции и принципу действия не требуют непосредственного контактирования с измеряемой средой (радиоактивные устройства — коллиматоры, видеоприемные устройства и т.п.). Их устанавливают и соответственно изображают на функциональных схемах в непосредственной близости от объекта измерения.

Регуляторы прямого действия изображают как совокупность отборного устройства (или первичного преобразователя), линии связи и регулирующего органа (рис.3.1, а).

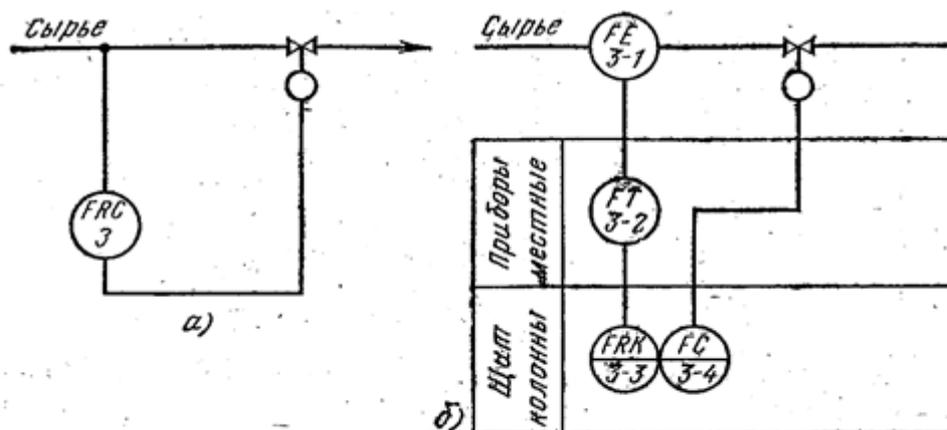


Рисунок 3.1 – Примеры изображения условных обозначений приборов и средств автоматизации упрощенным (а) и развернутым (б) способами

Изображение комплектов приборов и средств автоматизации на функциональных схемах может быть выполнено упрощенным или развернутым способом.

Упрощенный способ применяют в основном для изображения приборов и средств автоматизации на технологических схемах. При упрощенном способе на схемах не показывают первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру. Приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции (контроль, регулирование, сигнализацию и т.п.) и выполненные в виде отдельных блоков, изображают одним условным графическим обозначением.

Развернутый способ применяют для выполнения функциональных схем автоматизации, когда каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект, показывают отдельным условным графическим изображением.

**Пример 3.1.** На рис.3.1,а изображен участок технологического трубопровода, на котором упрощенным способом показан функциональный узел автоматического регулирования расхода технологического сырья. Первичный измерительный преобразователь (диафрагма или сопло) в данном случае не показан. Место установки первичного преобразователя обозначено пересечением линий технологического трубо-

*провода с линией, связывающей этот преобразователь с условным обозначением прибора, осуществляющего сложные функции. На рис.3.1,б изображен тот же узел, что и на рис.3.1,а, но только развернутым способом.*

В системах технологического контроля и управления часто применяют комбинированные и комплексные устройства, например комбинированные измерительные и регулирующие приборы, машины централизованного контроля, полупакеты телемеханики, устройства телевидения и т. п. Такие устройства обозначают прямоугольником произвольных размеров с указанием внутри прямоугольника типа устройства по документации завода-изготовителя.

Функциональные схемы автоматизации разрабатывают с большей или меньшей степенью детализации. Однако объем информации, представленной на схеме, как правило, обеспечивает полное представление о принятых основных решениях по автоматизации данного технологического процесса и возможность составления на стадии проекта заявочных ведомостей приборов и средств автоматизации, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов и изделий, а на стадии рабочей документации — всего комплекса проектных материалов, предусмотренных в составе проекта.

Функциональные схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами:

- 1) с изображением щитов и пультов управления при помощи условных прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в пределах которых указывают устанавливаемые на них средства автоматизации;
- 2) с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

При выполнении схемы по первому способу на ней показывают все приборы и средства автоматизации, входящие в состав функционального блока или группы, а также место их установки. Преимуществом этого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы и работу с проектными материалами.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них. К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулируемых величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики и т.п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Прямоугольники щитов и пультов располагают в такой последовательности, чтобы при размещении в их пределах обозначений приборов и средств автоматизации обеспечилась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи. В прямоугольниках могут быть даны номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают его наименование.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показывают в прямоугольнике «Приборы местные».

Для облегчения понимания существа автоматизируемого объекта и возможности выбора диапазона измерения и шкал приборов, а также уставок регуляторов на участках

линий связи над верхним прямоугольником («Приборы местные») указывают предельные рабочие (максимальные и минимальные) значения измеряемых или регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы. Эти значения дают в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений.

На схемах автоматизации с правой стороны чертежа приводят необходимые пояснения, например на основании каких документов разработаны схемы автоматизации, краткую техническую характеристику автоматизируемого объекта, таблицы, диаграммы и т.п.

Над основной подписью по ее ширине сверху вниз на первом листе схем в необходимых случаях помещают таблицу условных обозначений, не предусмотренных стандартами. В отдельных случаях таблицы нестандартизированных условных обозначений могут быть выполнены на отдельных листах формата А4.

Пояснительный текст располагают обычно над таблицей условных обозначений (или над основной надписью) или в другом свободном месте.

Контуры технологического оборудования на схемах автоматизации выполняют обычно линиями толщиной - 0,6...1,5 мм, трубопроводные коммуникации - 0,6...1,5 мм, приборы и средства автоматизации - 0,5...0,6 мм, линии связи - 0,2...0,3 мм, прямоугольники, изображающие щиты и пульты - 0,6...1,5 мм.

**Пример 3.2.** На рис.3.2 приведен пример схем автоматизации, выполненных по первому способу.

*В схеме двумя прямоугольниками обозначены «Приборы местные» и «Щит колонны». Линии связи между датчиками и отборными устройствами, установленными на технологическом оборудовании, и приборами и средствами автоматизации, установленными по месту и на щите колонны, выполнены с разрывами. На линиях связи над прямоугольником «Приборы местные» указаны предельные рабочие значения измеряемых и регулируемых параметров ( $m^3/ч$ , мм, МПа, ..., мг/л).*

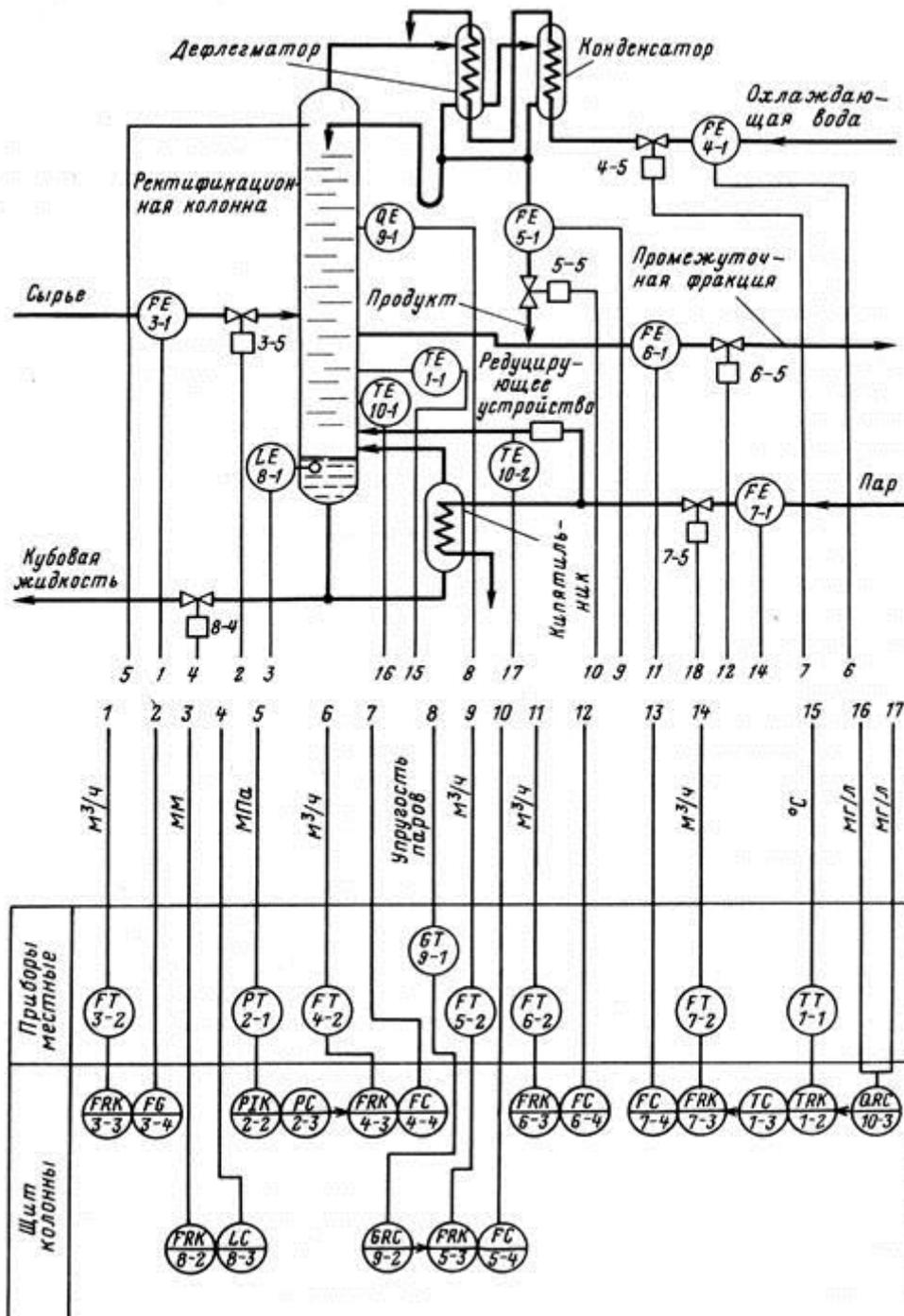


Рисунок 3.2 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по первому способу с изображением приборов по ГОСТ 21.404-85

Все комплекты аппаратуры контроля и автоматизации имеют цифровое позиционное обозначение. Например, регулирование расхода сырья осуществляется комплектом аппаратуры, состоящим из диафрагмы 3-1, бесикального дифманометра и регулирующего прибора для измерения расхода 3-3, снабженного станцией управления 3-4, установленной на щите, и исполнительного механизма 3-5. Комплекту присвоен номер 3, а его составным элементам через дефис — цифровые индексы 1-3, 5. Комплект для измерения давления в колонне имеет номер 2 и т. д.

В схеме двумя прямоугольниками обозначены «Приборы местные» и «Щит колонны». Линии связи между датчиками и отборными устройствами, установленными на

технологическом оборудовании, и приборами и средствами автоматизации, установленными по месту и на щите колонны, выполнены с разрывами.

При построении схем по второму способу, хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объема документации. При втором способе позиционные обозначения элементов схемы в каждом контуре регулирования выполняют арабскими цифрами, а исполнительные механизмы обозначения не имеют.

**Пример 3.3.** На рис.3.3 приведена схема автоматизации, выполненная по второму способу.

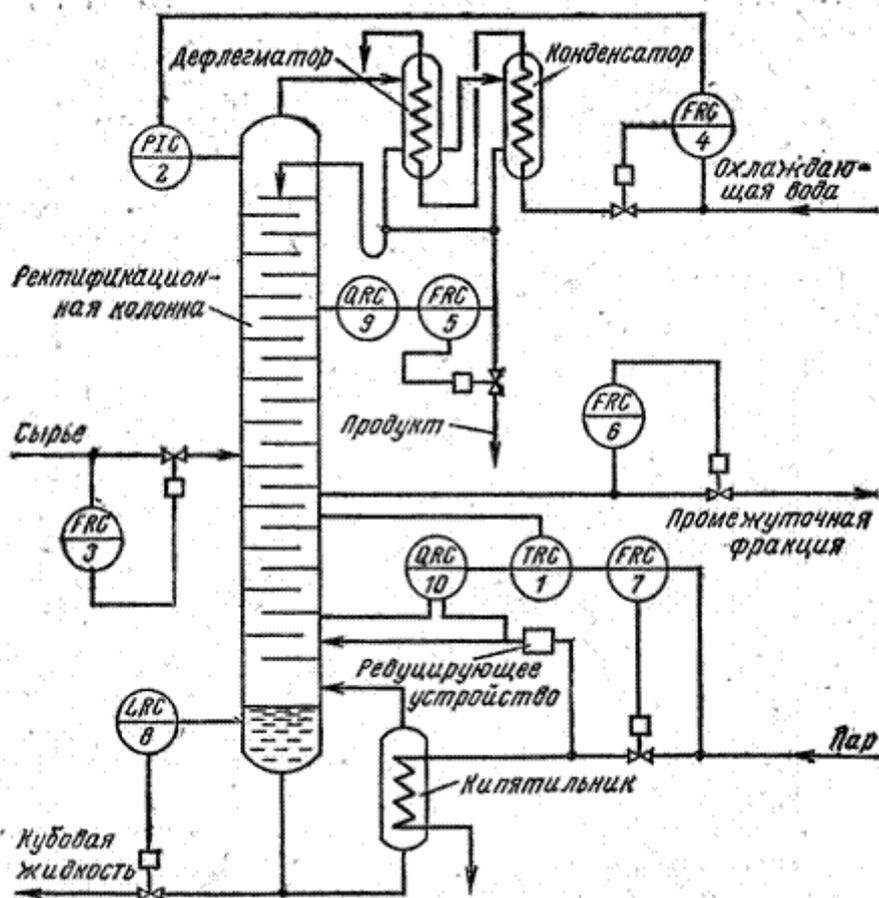


Рисунок 3.3 – Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по второму способу

Регулирующие устройства изображены на схеме технологического процесса вблизи отборных устройств и датчиков и обозначены соответствующими арабскими цифрами, которые проставлены в нижней части окружности, изображающей регулирующее устройство. Исполнительные механизмы и отборные устройства обозначений не имеют.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



по учебно-методическому  
комитету С. А. Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### МДК.01.02 Основы бережливого производства

Специальность

**15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Горной механики

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Макаров Н.В.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 09.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией  
факультета

ГМФ

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

УДК 65.011  
ББК 65.290-2я7  
В 994

**Рецензенты:**

**В. М. Козин**, доктор технических наук, профессор,  
заведующий лабораторией МД ФГБУН «Институт машиноведения  
и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук»;  
Секция НТС филиала ОАО «Авиационная холдинговая компания «Сухой»  
«Комсомольский-на-Амуре авиационный завод имени Ю.А. Гагарина»,  
секретарь НТС начальник НПО КнААЗ,  
главный научный сотрудник, кандидат технических наук,  
доцент **Р. Ф. Крупский**

**Вялов, А. В.**

В 994 Бережливое производство : учеб. пособие / А. В. Вялов. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014. – 100 с.  
ISBN 978-5-7765-1036-6

В учебном пособии даны основные понятия концепции «бережливое производство». Рассмотрены принципы, методы и инструменты бережливого производства. Представлены методы визуального управления и организации рабочих мест, система управления производством «Точно вовремя». Представлены сведения о системах общего производительного обслуживания и быстрой переналадки оборудования. Описаны система «Канбан», система бездефектного изготовления продукции, изложены основные понятия и сущность стандартизированной работы.

Предлагаемый материал может быть полезен студентам специальности «Самолёто- и вертолётостроение» при изучении курса «Основы бережливого производства», выполнении квалификационных и дипломных работ.

УДК 65.011  
ББК 65.290-2я7

ISBN 978-5-7765-1036-6

© ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»,  
2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	5
2. РАЗРАБОТКА ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ .....	12
3. СИСТЕМА «ТОЧНО ВОВРЕМЯ».....	23
3.1. Системы управления материальными потоками .....	23
3.2. Характеристика системы «Точно вовремя»... ..	26
4. СИСТЕМА 5S И ВИЗУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ.....	29
5. СИСТЕМА ВСЕОБЩЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ .....	35
5.1. Основные сведения и определения .....	35
5.2. Направления развертывания системы ТРМ .....	40
5.2.1. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования .....	40
5.2.2. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования .....	42
5.2.3. Система планового технического обслуживания оборудования.....	44
5.2.4. Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений.....	46
5.2.5. Система управления разработкой и внедрением нового оборудования и нового продукта .....	48
5.2.6.. Система обслуживания, ориентированная на качество	49
5.2.7. Система обеспечение безопасности при техническом обслуживании оборудования .....	50
5.3. Этапы развертывания и организационная структура системы ТРМ .....	52
5.3.1.. Этапы развертывания системы ТРМ	52
5.3.2.. Организационная структура продвижения ТРМ	53
6. СИСТЕМА БЫСТРОЙ ПЕРЕНАЛАДКИ.....	57
7. СИСТЕМА КАНБАН.....	63
8. СИСТЕМА БЕЗДЕФЕКТНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ.....	75
9. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ РАБОТА .....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	95
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА.....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА .....	100

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянного усложнения инженерно-технических программ по разработке новой продукции и роста наукоёмкости создаваемого изделия конкурентоспособными могут только те предприятия, которые ориентированы на работу в условиях стремительно меняющейся экономической ситуации. Такие предприятия должны быстро реагировать на возникающие запросы рынка за счет эффективного управления и владения отлаженными процессами проектирования, производства, поставки и поддержки своего продукта на рынке. Это достигается грамотным применением различных инструментов современного менеджмента и системного подхода.

В настоящее время в Российской Федерации в авиастроении, как наиболее приоритетной отрасли российской экономики, развернулась борьба за повышение качества выпускаемой продукции. Внедряются более эффективные методы управления, меняется технология производства, происходит реорганизация внешних экономических связей.

Обеспечение конкурентоспособности авиационной промышленности требует построения как более рациональной структуры, так и повышения его технологического уровня. Для этого современному российскому авиационному предприятию предстоит изыскать и привести в действие как новые, так и нераскрытые внутренние резервы эффективной организации управления, более полного использования всех видов ресурсов, задействовать методы стимулирования труда. Решению этих задач может помочь опыт освоения передовых методов управления производством развитых промышленных стран.

В настоящее время для повышения эффективности предприятий применяются следующие основные подходы:

- 1) Бережливое производство.
- 2) Шесть сигм.
- 3) Тотальная оптимизация производства.
- 4) Система «20 ключей».
- 5) Теория ограничений.

В данном учебном пособии рассматривается подход «бережливое производство». Применение данного подхода позволило предприятиям Японии обеспечить производство продукции с высоким качеством и с относительно низкой себестоимостью.

В учебном пособии рассматриваются основные понятия, принципы, методы и инструменты бережливого производства.

Предлагаемый материал может быть использован при изучении дисциплины «Основы бережливого производства» и традиционных дисциплин, связанных с изучением организации производства.

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Бережливое производство* – направление менеджмента, обеспечивающее конкурентоспособность предприятия за счет выпуска продукции (оказания услуг) в количестве необходимом заказчику, с высоким качеством, минимальными затратами ресурсов и низкой себестоимостью.

Концепция бережливого производства начала формироваться в Японии, после Второй мировой войны. Основателем концепции считается Тайити Оно, начавший работу в компании Toyota Motor Corporation в 1943 г. В середине 1950-х гг., изучив и применяя опыт передовых мировых промышленных стран, он начал выстраивать систему организации производства, получившую название **Производственная система Toyota** (TPS – Toyota Production System). В процессе развития системы TPS японскими учеными и специалистами были разработаны и использованы новые методы организации производства и обеспечения качества продукции. Значительный вклад в развитие теории бережливого производства внес Сигео Синго. Система TPS развивалась и совершенствовалась около 30 лет.

В 1980-е гг. интерес к производственной системе TPS появился в США: американские автоконцерны столкнулись тогда с серьезной конкуренцией на собственном рынке. Японские автомобили служили дольше и требовали меньше ремонта.

В западных странах концепция TPS получила название **Lean production**. Lean в переводе на русский язык означает тощий (худой, стройный). Термин Lean production был предложен Джоном Крафчиком, научным сотрудником Массачусетского института.

В русскоязычной литературе и отечественными специалистами в области организации производства используются термины Лин-технологии (Lean-технологии), экономное производство и др.

В Российской Федерации в настоящее время все большее применение находит термин «бережливое производство».

Сначала опыт Toyota был сконцентрирован в отраслях с дискретным типом производства, прежде всего в автомобилестроении. Затем концепция была адаптирована к условиям непрерывного производства, позднее стала применяться в торговле, сфере услуг и даже коммунальном хозяйстве, здравоохранении, Вооруженных силах и государственном секторе.

Используя опыт Toyota, развитые промышленные страны стали разрабатывать свои производственные системы. В США методы бережливого производства используются в автомобилестроении, авиастроении (производственная система Боинга – BPS) и других областях деятельности.

Результаты применения методов бережливого производства в автомобилестроении представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

## Показатели применения методов бережливого производства

Показатели	Дженерал Моторс	Тойота
Фактическое время обработки на один автомобиль, ч	40,7	18,0
Число дефектов сборки на один автомобиль, шт.	130	45
Производственная площадь на один автомобиль, кв. фут	8,1	4,8
Период реализации материально-технических запасов (в среднем)	2 недели	2 ч

Внедрение и применение концепции «бережливое производство» позволяет:

- снизить стоимость продукции на 50 %;
- сократить продолжительность производственного цикла на 50 %;
- сократить трудозатраты на 50 % при одновременном сохранении или повышении производительности;
- увеличить производственные мощности на 50 % при тех же площадях;
- сократить складские запасы на 80 %;
- повысить качество продукции;
- увеличить прибыль;
- создать гибкую производственную систему, позволяющую быстро реагировать на изменение запросов потребителей.

Цели бережливого производства достигаются за счет **снижения** или **устранения потерь** в процессе производства изделий.

Потерями считаются все действия, что не создают **ценности** для потребителя. При изготовлении продукции ценность для потребителя создается только непосредственно при **обработке** и **сборке** изделий, все остальные действия, например, хранение, транспортировка и другие, снижают ценность.

На японском языке потери называются словом «муда» (muda). Тайити Оно выделил семь видов потерь **муда**:

1) *Потери из-за перепроизводства* – производство изделий, которые не пользуются спросом; производство продукции в большем объеме раньше или быстрее, чем это требуется на следующем этапе процесса.

2) *Потери времени из-за ожидания* – перерывы в работе, связанные с ожиданием людей, материалов, оборудования или информации.

3) *Потери из-за излишней обработки* – дополнительная обработка изделия из-за низкого качества инструмента, ошибок проектирования и др.

4) *Потери из-за лишних движений при выполнении операций* – любое перемещение людей, инструмента или оборудования, которое не добавляет ценность конечному продукту.

5) *Потери из-за лишних запасов* – любое избыточное поступление продукции в производственный процесс, будь то сырье, полуфабрикат или готовый продукт.

6) *Потери при транспортировке* – ненужные перемещения или перемещения на большие расстояния материалов, деталей, продукции.

7) *Потери из-за выпуска дефектной продукции* – продукции, требующей проверки, сортировки, утилизации, замены или доработки.

В настоящее время добавляют еще один вид потерь: *потери из-за неиспользованного потенциала персонала* – потери времени, идей, навыков, возможностей совершенствования и приобретения опыта сотрудников.

Различают *муда первого рода* – виды действий, от которых нельзя отказаться немедленно и *муда второго рода* – виды действий, которые можно устранить немедленно.

Примером муда первого рода является необходимость выполнения операций дополнительной обработки изделий в процессе изготовления. Пример муда второго рода – многочисленные перемещения материалов и изделий между стадиями обработки и сборки.

Кроме того, имеется еще две разновидности потерь, которые называются «мури» и «мура».

**Мури** (*muri*) – «напряженность работы», означает напряженные условия как для сотрудников и оборудования, так и для процессов. Мури заставляют работать на пределе возможностей. Перегрузка людей угрожает их безопасности и вызывает проблемы с качеством продукции. Перегрузка оборудования ведет к сбоям и поломкам.

**Мура** (*mura*) – «неравномерность работы», появляется тогда, когда нарушается ритм работы, поступления деталей или нарушается производственный график.

Муда, мура и мури во многих случаях взаимосвязаны и устранение одного вида потерь ведет к устранению других видов.

Основными принципами бережливого производства являются:

1) *Определение ценности продукта* – понимание того, что является ценностью для потребителя.

2) *Определение потока создания ценности для данного продукта* – анализ работы действующей системы производства и выявление потерь.

3) *Обеспечение непрерывного потока создания ценности продукта* – создание производственного потока, обеспечивающего непрерывное движение от сырья до готовой продукции.

4) *Использование системы вытягивания продукта* – организация производства изделий так, чтобы операции на предыдущей стадии выполнялись по запросу с последующей стадии обработки.

5) *Непрерывное совершенствование* – постоянное улучшение деятельности с целью увеличения ценности и уменьшения потерь.

Принципы реализуются с помощью методов и инструментов.

К методам бережливого производства относятся:

- *система организации рабочего места* (система 5S) – система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины на рабочем месте;

- *картирование потока создания ценности* – составление карт с описанием всех видов действий, выполняемых в ходе создания ценности продукта или семейства продуктов. Составляются карты текущего состояния процесса с указанием потерь. Затем разрабатываются карты будущего состояния с учетом применения мероприятий по снижению потерь;

- *организация единичного производственного потока* – метод работы, при котором станок или процесс (например, проектирование, принятие заказа или производство) обрабатывает не больше одного изделия одновременно;

- *визуальное управление и контроль* – способы и технические устройства, информирующие о том, как должна выполняться работа, или позволяющие оценить текущее состояние процесса – норма или отклонение;

- *система быстрой переналадки оборудования* (SMED – Single Minute Exchange of Dies) – правила и процедуры, позволяющие выполнить переналадку (например, смену пресс-форм) производственного оборудования за минимальное время;

- *система всеобщего обслуживания оборудования* (TPM – Total Productive Maintenance) – комплекс мероприятий, направленных на то, чтобы технологическое оборудование постоянно находилось в работоспособном состоянии, обеспечивался выпуск качественной продукции, выполнялись требования безопасной работы, снижалось влияние на окружающую среду;

- *использование системы «точно вовремя»* (JIT – Just-in-time) – системы, обеспечивающей поставку предметов труда в требуемое время и в требуемом количестве по мере необходимости;

- *стандартизированная работа* – работа с применением документов (стандартных операционных процедур) с точным описанием каждого действия для каждого процесса и исполнителя;

- *система бездефектного изготовления продукции* – использование методов и устройств, предотвращающих появление дефектов;

- *система непрерывного совершенствования* (кайдзен – kaizen) – принципы и методы, обеспечивающие непрерывное, постоянное улучшение деятельности предприятия.

**Стратегия кайдзен** требует непрерывного принятия мер по совершенствованию с участием всех сотрудников данной организации – в равной степени и менеджеров, и рабочих.

Понятие кайдзен появилось в Японии. Оно образовано двумя словами: (кай) – изменение и (дзен) – к лучшему. Непрерывное изменение малыми шагами, которые не требуют значительных вложений – вот смысл, который включает в себе понятие кайдзен. Термин кайдзен предложил Масааки Имаи – основатель концепции непрерывного совершенствования.

Различные авторы выделяют разное количество ключевых принципов, на которых основывается кайдзен. При этом обычно в их число включают следующие принципы:

- *фокусирование на клиентах* – для компании, использующей кайдзен, более всего важно, чтобы их продукция (услуги) удовлетворяла потребности клиентов;

- *непрерывные изменения* – принцип, характеризующий саму суть кайдзен, то есть непрерывные малые изменения во всех сферах организации: снабжении, производстве, сбыте, взаимоотношениях и т.д.;

- *открытое признание проблем* – все проблемы открыто выносятся на обсуждение;

- *пропаганда открытости* – малая степень обособленности между отделами и рабочими местами;

- *создание рабочих команд* – каждый работник становится членом рабочей команды и соответствующего кружка качества;

- *управление проектами при помощи межфункциональных команд* – ни одна команда не будет работать эффективно, если она действует только в одной функциональной группе. С этим принципом тесно связана присутствующая японскому менеджменту ротация персонала;

- *формирование «поддерживающих взаимоотношений»* – для организации важны не только и не столько финансовые результаты, сколько вовлечённость работников в ее деятельность и хорошие взаимоотношения между работниками, поскольку это неизбежно (пусть и не в данном отчётном периоде) приведет организацию к высоким результатам;

- *развитие самодисциплины* – умение контролировать себя и уважать как самого себя, так и других работников и организацию в целом;

- *информирование каждого сотрудника* – весь персонал должен быть полностью информирован о своей компании.

Отличительная особенность Кайдзен состоит в том, что деятельность по улучшению планируется и выполняется непосредственно на рабочих местах. В связи с этим Кайдзен служит инструментом вовлечения персонала в деятельность по постепенному изменению облика производства.

Одной из форм привлечения работников к постоянному совершенствованию производства является кайдзен-блиц (штурм-прорыв).

*Кайдзен-блиц* – это командная работа, направленная на быстрое применение методов бережливого производства и сокращение потерь в производственном процессе.

Чтобы провести кайдзен-блиц, требуется выбрать конкретный производственный участок, на котором будут выполнены действия по улучшению производственного процесса, определить текущую проблему и подход к её решению, поставить цель и установить критерии оценки достижения этой цели. Нужно также отобрать участников и лидеров, установить сроки проведения. Обычно Кайдзен-блиц проводится на протяжении недели. В некоторых случаях продолжительность может составлять день-два, иногда – полдня.

Кайдзен-блицы могут быть самыми разнообразными: от внедрения системы 5S на конкретном рабочем месте и разработки средств визуального управления на отдельном участке до улучшения производственного процесса на всем предприятии.

***Инструментами*** бережливого производства являются:

- доски с информацией;
- использование красных ярлычков;
- подвесные знаки;
- звуковая сигнализация;
- карточки КАНБАН;
- пять вопросов «Почему?» и один «Как?»;
- листок «Урок по одному вопросу»;
- датчики, фотоэлементы, устройства от «ошибок».
- таблицы, например «Таблица анализа перепроизводства»;
- схемы, например «Схема технологического процесса»;
- карты, например «Карта технологического процесса»;
- карта потока создания ценности;
- диаграмма «спагетти» и др.

Внедрение бережливого производства на предприятии следует проводить поэтапно. Рассмотрим основные этапы и их содержание.

Этап 1. Решение руководства предприятия о переходе к бережливому производству. При этом следует понять и объяснить персоналу причины этого решения, выбрать кратко-, средне- и долгосрочные цели, найти лидера и сформировать команду, которая будет координировать все работы, наметить план и предусмотреть ресурсы для выполнения работ.

Этап 2. Выбор первоначального объекта (объектов) внедрения методов бережливого производства – формирование *пилотного* проекта. Реализация бережливого производства требует существенных изменений в су-

шествующей на предприятии производственной системе, поэтому внедрение начинают с 1 – 3 процессов. Обычно выбирают не самые сложные, с минимальным количеством «узких» мест производства.

Этап 3. Обучение персонала. Обучение должны пройти все участники развертывания бережливого производства. Цель обучения – понимание поставленных целей и средств их достижения. Обучение должны проводить внешние консультанты, специалисты в области организации бережливого производства.

Этап 4. Построение карты текущего состояния потока создания ценностей выбранного процесса «как есть».

Этап 5. Определение характеристик процесса и выявление потерь.

Этап 6. Разработка мероприятий по снижению и устранению потерь.

Этап 7. Построение карты будущего состояния потока создания ценностей выбранного процесса «как должно быть».

Этап 8. Привлечение необходимых ресурсов и реализация проекта.

Этап 9. Организация системы сопровождения хода внедрения бережливого производства (информация о результатах должна быть доступна персоналу организации).

Этап 10. Анализ результатов реализации проекта.

Этап 11. Создание и внедрение планов непрерывного улучшения по системе «кайдзен».

Этап 12. Распространение опыта развертывания бережливого производства, полученного в пилотном проекте, на другие процессы предприятия.

Эффективность внедрения технологий бережливого производства зависит от активного участия всех работников предприятия, начиная от высшего руководства и заканчивая непосредственно исполнителями на рабочих местах.

## **Контрольные вопросы**

- 1. Дайте определение понятию «бережливое производство».*
- 2. Чем вызвана необходимость применения концепции «бережливое производство»?*
- 3. Назовите основные виды потерь.*
- 4. Дайте определения и примеры муда первого и второго рода.*
- 5. Поясните сущность видов потерь мура и мури.*
- 6. Назовите основные методы бережливого производства.*
- 7. Перечислите основные инструменты бережливого производства.*
- 8. Назовите основные этапы внедрения бережливого производства на предприятии.*
- 9. В чем заключается сущность системы «Кайдзен»?*

## 2. РАЗРАБОТКА ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ

Вся концепция бережливого производства основана на создании ценностей и минимизации потерь. Один из важных инструментов создания такой ценности в бережливом производстве звучит так: «поток создания ценности» (Value Stream). Это процесс преобразования продукции, например, от сырья до готовой продукции согласно требованиям потребителей; от получения заказа до его выполнения; от разработки концепции новой продукции до выпуска опытной партии. Поток создания ценности включает деятельность как добавляющую, так и не добавляющую ценность. Работы, не создающие ценность, – это работы, не преобразующие части и материалы в готовые изделия.

*Управление потоком создания ценности (VSM – Value Stream Management)* – это планирование и преобразование процессов с целью минимизации использования имеющихся ресурсов, таких, как материальные ресурсы, время и трудозатраты. Внедрение VSM осуществляется командой, в которую должны входить от трех до семи специалистов из различных подразделений (чаще все производственных, технологических и финансовых). На практике программа реализации VSM включает восемь шагов. Причем основополагающая организационная работа заключается в реализации трех первых шагов программы: ответственность руководства, выбор области применения и обучение.

Шаг 1. *Постановка целей*, которые позволят определить область для улучшения в соответствии со стратегией развития бизнеса и с текущей проблематикой, и выделение ресурсов, необходимых для реализации решения.

Шаг 2. *Выбор области применения*. Выбор области применения сводится к выбору процесса, который будет описан и улучшен с использованием VSM. На этом этапе в более выгодной ситуации будет находиться организация, уже определившая и описавшая процессы, например, при разработке системы менеджмента качества в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001:2011.

Первоначально рекомендуется применять VSM только к одному процессу. Это даст возможность получить необходимый опыт, который можно будет использовать для совершенствования других процессов. В дальнейшем применять VSM рекомендуется не более чем к трем процессам одновременно (или в течение короткого промежутка времени). Изменение более чем трех процессов одновременно связано с трудностями в согласовании изменений и может привести к выходу изменений из управляемого состояния.

Шаг 3. *Обучение персонала*. Обучение может проходить как вне предприятия, так и на предприятии. Весь задействованный персонал дол-

жен понимать поставленные цели и задачи, основные положения VSM, используемую терминологию и условные обозначения. Участники команды должны хорошо разбираться в рассматриваемых процессах, а также понимать используемые методы. К работе команды может быть привлечен эксперт, имеющий успешный опыт реализации VSM.

Шаги 4 – 6. *Картирование процесса* «как есть и как должно быть». Картирование потока создания ценности (Value Stream Mapping) – это описание процесса с использованием системы стандартных обозначений VSM. Картирование потока создания ценности включает в себя два этапа: первый – графическое отображение каждого элемента процесса в материальных и информационных потоках от начала процесса до его окончания (как есть); второй – графическое представление процесса в будущем (как должно быть).

Шаги 7 – 8. *Создание и внедрение планов по методологии «кайдзен»*. Проекты по методологии «кайдзен» выполняются командой и являются составной частью VSM. Продолжительность выполнения каждого проекта не более пяти дней. Цели для выполнения проектов кайдзен устанавливаются на шагах 4 – 6 Картирование процесса «как есть и как должно быть».

Проекты, которые должны быть выполнены, вносятся в календарный план. Такой план составляется на несколько месяцев вперед и включает сроки выполнения проектов кайдзен, а также распределение ответственности и полномочий. Оценка выполнения проектов кайдзен и поощрение проводятся после закрытия этапа работ.

*Определение потока создания ценностей* – комплекс действий по проектированию, оформлению заказа и производству: от возникновения концепции до запуска в производство, от заказа до доставки, от добычи сырья до создания готового изделия. Все действия, которые составляют поток создания ценности, делятся на три категории:

- 1) действия, *создающие ценность*, как, например, выполнение и изготовление деталей, выполнение сборочных работ и испытаний;
- 2) действия, *не создающие ценность*, но неизбежные в силу ряда причин, например, такие как проверка качества изготовления или сборки (муда первого рода);
- 3) действия, *не создающие ценность*, которые можно немедленно *исключить* из процесса (муда второго рода).

Подход, который предлагается в рамках концепции бережливого производства для определения наличия потерь в производстве и их устранения, основан на обязательном, всестороннем и подробном понимании механизма создания потребительской ценности выпускаемой продукции. С этой целью на первом шаге следует составить подробное описание всего производственного процесса. Если производство сложное, то весь процесс может быть разбит на подпроцессы, которые описываются и анализируют-

ся отдельно. Для описания производственных процессов используется наглядное схематическое представление, получившее название *карты потока создания ценности*.

Последовательность действий по устранению потерь следующая:

- 1) Построение схемы процесса.
- 2) Детальное описание процесса.
- 3) Разработка карты текущего состояния потока создания ценности процесса.
- 4) Разработка контрольных листков, помогающих выявить причины потерь на каждом этапе процесса.
- 5) Сбор статистических сведений о времени создания ценности и времени потерь, а также любой другой информации, свидетельствующей о наличии потерь, при помощи разработанных контрольных листков.
- 6) Анализ причин потерь и устранение процедур, не создающих ценность готового изделия.
- 7) Построение карты будущего состояния потока создания ценности (без потерь).
- 8) Разработка плана внедрения потока создания ценности.
- 9) Реализация плана внедрения потока создания ценности.
- 10) Стандартизация новых рабочих процедур и использование их в других аналогичных процессах.
- 11) Совершенствование движения потока создания ценности.

**Карта потока создания ценности.** Карта потока создания ценности представляет собой подробное описание процесса производственной деятельности. Для того чтобы карта потока создания ценности получилась максимально точной, необходимо строго соблюдать этапы выполнения работ. При составлении карты не следует упускать даже мелких и на первый взгляд незначительных деталей. Если движение материальных ценностей управляется системой документооборота, то следует отобразить на карте виды и траектории оформляемых документов. Зачастую именно нерациональность документооборота служит причиной потерь времени или накопления запасов.

При создании карты потока создания ценности следует использовать принцип *генти генбуцу* – чтобы разобраться в ситуации, надо своими глазами увидеть всё происходящее и использовать данные, которые проверил сам.

В производстве выделяют следующие виды потоков:

- материальный поток (описывает перемещение материалов внутри производства);
- информационный поток (сообщает каждому процессу, что производить или что делать дальше);
- поток людей или процессов.

При анализе текущего состояния оценка выполняется по основным факторам.

**Ресурсы:**

- определение номенклатуры выполняемых работ;
- определение количества задействованного персонала;
- определение количества задействованного оборудования.

**Расстояние:**

- определение всех перемещений;
- определение последовательности выполнения операций;
- замер расстояния каждого перемещения.

**Время:**

- хронометраж операций;
- хронометраж перемещений;
- хронометраж всего потока создания ценности.

Основными технологическими характеристиками потока являются: время цикла (В/Ц); время переналадки оборудования; размер производственной партии (РПП); количество персонала; готовность (надежность) процесса; доступное рабочее время, размер упаковки, процент брака.

При построении карты потока создания ценности необходимо использовать понятные символы. Символьное обозначение не только обеспечивает визуализацию, но и позволяет на этапе построения проводить анализ описываемых процессов.

Для наглядности следует выделить на карте потока создания ценности особым образом (другим цветом) места возможного образования любой из перечисленных выше потерь (склады, транспортировку, очереди и т.п.).

Разработка карт потоков создания ценности выполняется для текущего состояния «как есть» и будущего состояния «как должно быть». Карта будущего состояния потока создания ценности строится после применения методов и инструментов бережливого производства.

Пример карты текущего состояния потока создания ценности представлен на рис. 2.1.

При построении карты использовались специальные обозначения (см. приложения 1 – 2), отображающие движение материальных и информационных потоков, процессы, запасы и др.

Под ячейками процессов и треугольниками с указанием запасов выполняется построение **линии времени** для определения длительности производственного цикла, которое составляет время, необходимое для прохождения одной деталию всего маршрута в производственном цехе, начиная с этапа поступления сырья до этапа отгрузки заказчику

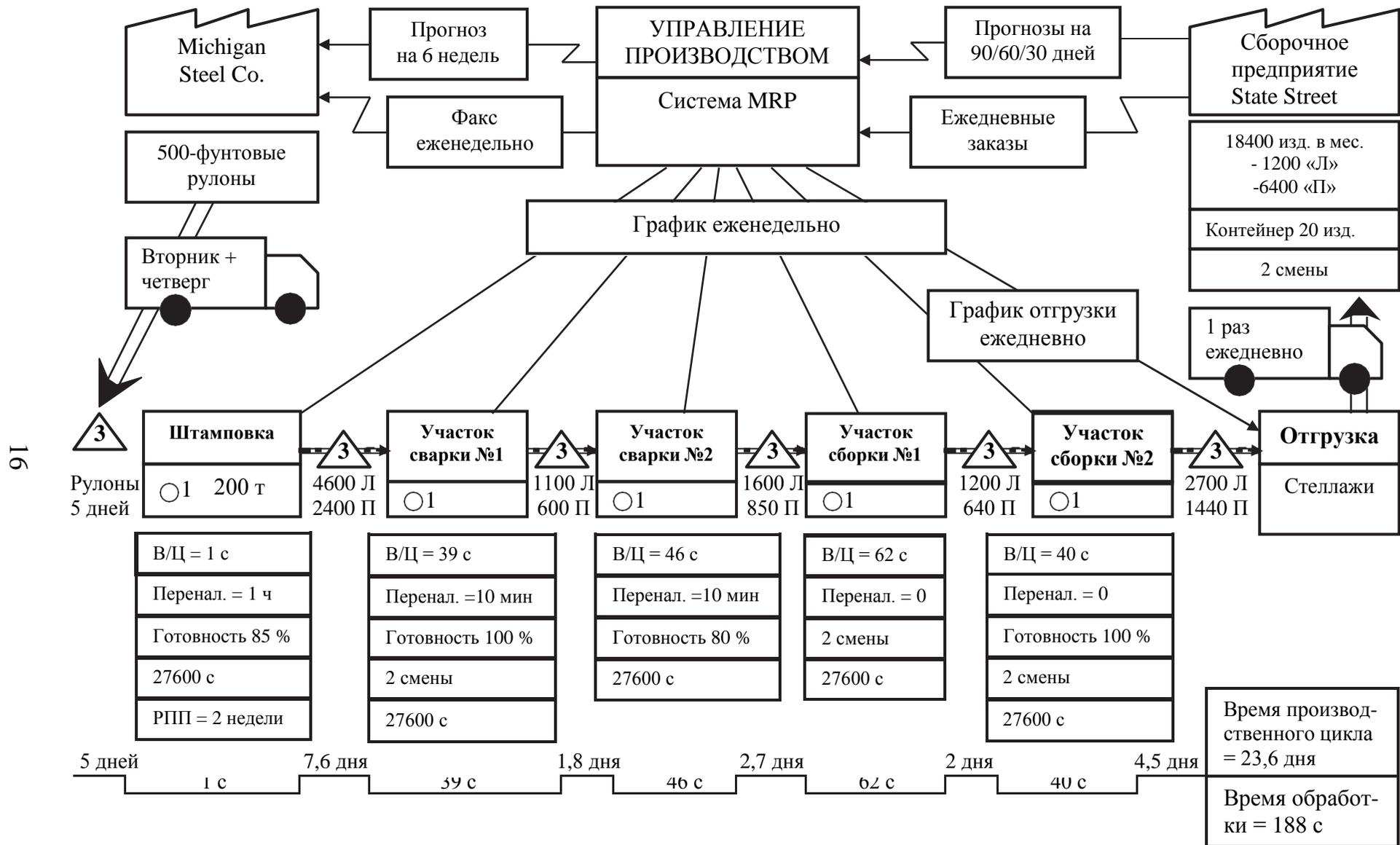


Рис. 2.1. Пример карты текущего состояния потока создания ценности

Построение карт следует выполнять с учетом следующих рекомендаций.

Всегда самостоятельно собирайте информацию о текущем состоянии, двигаясь по фактическим путям материальных и информационных потоков.

Сначала быстро пройдите вдоль всего пути потока создания ценности в цехе, чтобы получить ощущение потока и понять последовательность процессов. После быстрого прохождения этого пути идите назад и собирайте информацию там, где выполняется каждый процесс.

Начинайте с конечной стадии (отгрузки) и идите вверх по потоку; не начинайте с получения сырья (и далее вниз). Таким образом, вы начнете с процессов, которые имеют наиболее тесные связи с потребителем и которые должны определять темп для других процессов выше по потоку.

Возьмите секундомер, а лучше включите его в видеокамере. Не полагайтесь на стандарты времени или не полученную лично вами информацию. Цифры в документах редко отражают реальное текущее состояние.

Карту всего потока создания ценности стройте сами, даже если в процесс вовлечены несколько человек. Смысл построения карты состоит в понимании потока создания ценности как единого целого. Если разные люди строят различные сегменты, то никто не сможет осмыслить целое.

Всегда выполняйте построение карты вручную с помощью карандаша. Начните делать черновой набросок непосредственно в цехе, когда проводите анализ текущего состояния. Рисование от руки означает, что вы концентрируете свое внимание на понимании анализируемого потока, а не на использовании компьютера.

Для построения карты будущего состояния потока создания ценности следует выполнить анализ текущего состояния, выявить потери и разработать мероприятия для сокращения или устранения потерь.

При анализе текущего состояния потока создания ценности используются различные инструменты: контрольные карты, технологические схемы, планы размещения оборудования и запасов и др.

Контрольные листки служат первичным документальным свидетельством, отражающим результаты наблюдения за выполнением той или иной производственной операции. Заполнение контрольных листов следует возложить на независимых наблюдателей, чтобы исключить субъективную составляющую наблюдений. Более того, в наиболее критических точках наблюдения следует поручить нескольким независимым контролерам. Это позволит получить состоятельную статистическую выборку результатов наблюдений. В процессе наблюдений контролеры должны делать записи, характеризующие особенности выполнения той или иной операции, а также записи, свидетельствующие о возможном наличии одного из видов потерь. На основе анализа контрольных листов принимается решение о

наличии или отсутствии потерь на операции и составляется карта потока создания ценности, учитывающая желаемое состояние потока.

Для анализа перемещений используют диаграмму «спагетти».

**Диаграмма «спагетти»** (spaghetti chart) – документ с графическим отображением траектории, которую описывает продукт, двигаясь по потоку создания ценности на заводе, работающем по технологии массового производства. Название возникло потому, что эта траектория обычно совершенно хаотична и похожа на тарелку со спагетти.

Анализ диаграммы «спагетти» позволяет выявить нерациональные перемещения продукции и работников в процессе производства и разработать рекомендации по улучшению потока создания ценности.

При организации движения потока соблюдают следующие рекомендации:

- размещение рабочих центров по потоку;
- расположение оборудования, позволяющее одному рабочему обслужить несколько станков;
- организация перемещения изделий против часовой стрелки.

При организации потока также используются метод вытягивания, уменьшение размера партии и формирование потока единичных изделий.

**Вытягивание** – каскадная система производства, при которой поставщик (внутренний поставщик), находящийся выше по потоку, ничего не делает до тех пор, пока потребитель (внутренний потребитель), находящийся ниже, об этом ему не сообщит (заказ покупателя - сборка - выпуск деталей - заказ поставщику). Вытягивание позволяет снизить запасы почти до нуля.

**Поток единичных изделий** (single-piece flow) – метод работы, при котором станок или процесс обрабатывает не больше одного изделия одновременно (создание однопредметного потока). В отличие от метода «партий и очередей».

Преимущества потока единичных изделий:

1) *Встраиваемое качество*. Поток единичных изделий значительно упрощает встраивание качества. Каждый оператор одновременно является контролёром и старается решить проблему на месте, не передавая её на следующую стадию. Даже если он пропустил дефекты, и они прошли дальше, их обнаружат очень быстро и проблема будет выявлена.

2) *Подлинная гибкость*. Если оборудование становится частью производственной линии, возможности использовать его для других целей сократятся. Время выполнения заказа сокращается до предела, а значит, можно более гибко реагировать на запросы потребителя, изготавливая то, что ему действительно нужно. Гибкость производства повышается, переход на новый ассортимент продукции, которого требует изменение потребительского спроса, осуществляется при этом более быстро.

3) *Повышение производительности.* Когда работа распределена по отделам, то максимальная производительность оценивается по загрузке людей и оборудования. На самом деле трудно определить, сколько людей требуется для изготовления заданного количества единиц продукции при крупносерийном производстве, поскольку производительность не оценивается с точки зрения работы, добавляющей ценность. Если существует ячейка для потока единичных изделий, то работа, не добавляющая ценности, вроде перемещения материалов, сводится к минимуму и сразу видно, кто перегружен, а кто остался без дела.

4) *Высвобождение площадей в цехе.* Когда оборудование распределено по участкам, значительные площади между ними пропадают и часто заняты залежами запасов.

5) *Повышение безопасности.* Поток единичных изделий автоматически приведёт к повышению безопасности благодаря уменьшению количества материала, который нужно перемещать по заводу.

6) *Повышение морального духа.* Поток единичных изделий ведёт к тому, что большую часть времени люди заняты созданием добавленной ценности и могут быстро увидеть плоды своего труда, а, видя свои успехи, чувствуют удовлетворение.

7) *Сокращение запасов.*

Реализация потока единичных изделий выполняется посредством производства в ячейках.

**Производство в ячейках** (cells) – расположение оборудования и/или операторов во взаимосвязи в пределах ограниченного участка. Это способ компоновки различных типов оборудования, позволяющий выполнять обработку изделий в соответствии с технологическим процессом без перерывов.

Компоновка ячейки должна быть организована таким образом, чтобы оборудование, инструменты, рабочие инструкции и материалы обеспечивали наиболее эффективное выполнение работ.

При организации работы в ячейке используется метод чаку-чаку.

*Чаку-чаку* (chaku-chaku) – метод реализации непрерывного потока единичных изделий, при котором оператор, передвигаясь в ячейке от станка к станку, забирает готовую деталь с одного станка и загружает её в следующий, и так далее. На японском языке буквально это означает «грузи-грузи».

Размещение оборудования следует выполнять с использованием принципа *фронтальной загрузки* (fron loading) – подачи и отгрузки материалов или деталей на линии производства или обслуживания со стороны лица оператора. Это исключает необходимость выполнения разворотов для взятия и перемещения деталей.

Обычно используется U – образная конфигурация производственной ячейки – расположение оборудования в виде буквы U (рис. 2.2). Такое рас-

положение способствует организации непрерывного потока единичных изделий и гибкому распределению работников (организации многостаночного обслуживания).

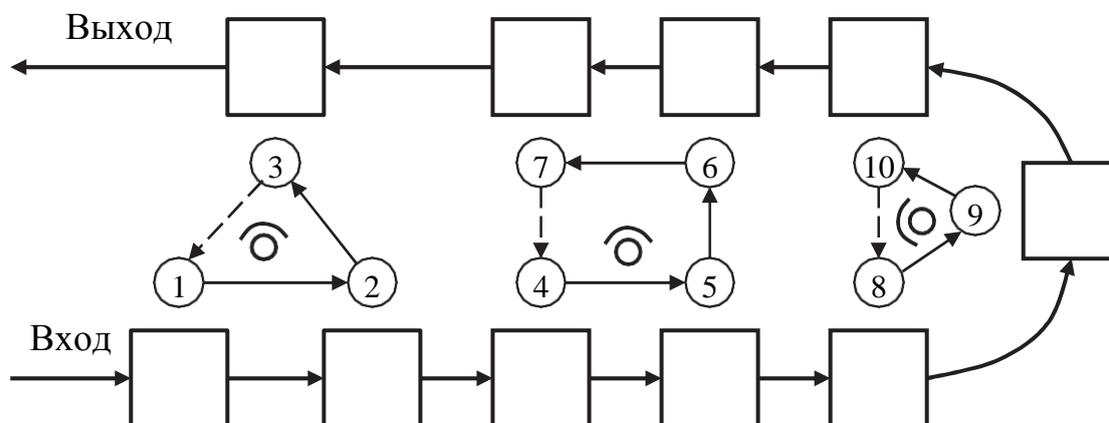


Рис. 2.2. Пример U-образного размещения оборудования

*Многостаночное обслуживание* (multi-machine working) – работа, при которой один оператор может обслуживать несколько станков разного типа. Для этого каждый оператор должен иметь навыки и соответствующую квалификацию, что обеспечивается системой обучения персонала.

Производство в ячейках требует использования оборудования иного типа, чем при выпуске продукции крупными партиями, лучше всего использовать небольшие и более медленные станки. Применение такого типа станков позволит быстро перемещать оборудование при изменении конфигурации ячейки и регулировать скорость изготовления продукции в соответствии со спросом. Желательно также использовать универсальные станки, которые можно легко регулировать и переналаживать для выпуска широкого ассортимента продукции. Вследствие этого при организации потока создания ценности определенные проблемы могут создавать технологическое оборудование и процессы, называемые монументами.

*Монумент* (monument) – любой объект (станок) или процесс, масштаб (размер) которого таков, что поступающие на вход детали, проекты или заказы вынуждены ждать обработки в очереди. Монумент, как правило, обслуживает более чем один поток создания ценности и работает с большими партиями изделий.

После создания производственной ячейки все проблемные операции становятся очевидными. Если одни операции выполняются быстрее, а другие медленнее, то на стыке этих операций возникают «узкие места», где скапливаются запасы.

После разработки мероприятий по совершенствованию производства выполняется построение карты будущего состояния потока создания ценности (рис. 2.3).

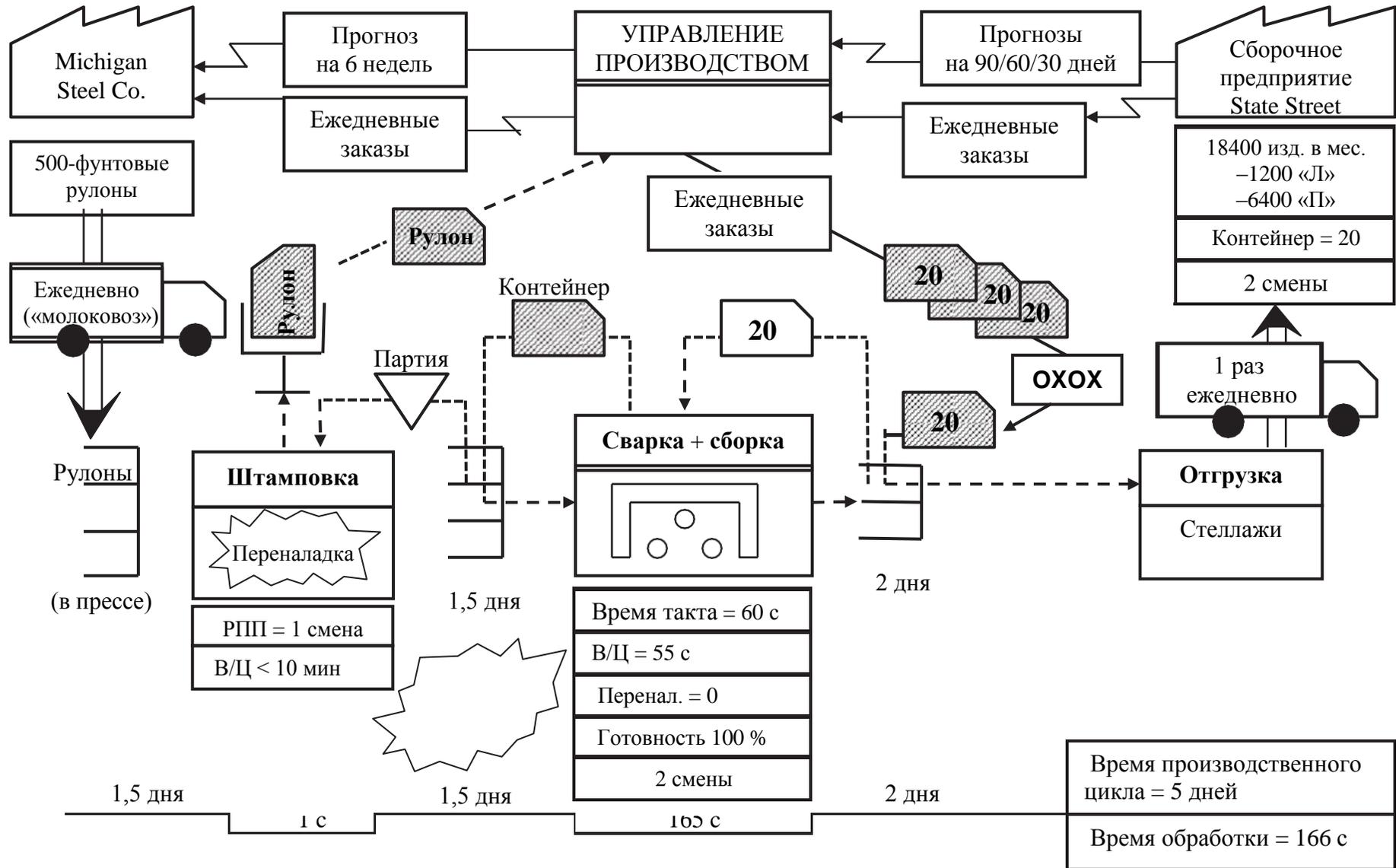


Рис. 2.3. Пример карты будущего состояния потока создания ценности

При разработке потока создания ценности также используют *систему «шодзинка»* – систему регулирования объемов выпуска продукции путем упорядочения и перераспределения *рабочей силы*.

Гибкая перестановка рабочих на производственной линии позволяет изменять такт потока (изменяя длину передвижений рабочего и количество обслуживаемых станков) в соответствии со спросом на продукцию фирмы (обычно эти изменения – на предстоящий месяц) за счет рационального размещения станков, наличия достаточного производственного персонала – хорошо подготовленных рабочих – многостаночников, постоянной оценки и периодического пересмотра последовательности выполнения технологических операций, отражаемых в карте трудовых процессов, постоянного обучения рабочих на рабочих местах, в «кружках качества», за счет ротации.

Карта будущего состояния потока создания ценности никогда не внедряется сразу. Обычно на это отводится определенное время (от шести месяцев до полутора лет).

Организация потока создания ценности требует непрерывного совершенствования, корректировки действий и др.

Группа по разработке потока создания ценности должна отвечать за результаты своей работы: за улучшение показателей эффективности потока создания ценности и улучшение финансовых показателей. Число работников, занятых в потоке создания ценности, должно быть не менее 25 и не более 150 человек.

### **Контрольные вопросы**

1. *Дайте определение понятию «управление потоком создания ценности».*
2. *Назовите шаги разработки потока создания ценности.*
3. *Каково назначение карты потока создания ценности?*
4. *Что отображается на карте текущего состояния потока создания ценности?*
5. *Что отображается на карте будущего состояния потока создания ценности?*
6. *В чем заключается сущность принципа генти генбуцу?*
7. *Назовите основные факторы оценки текущего состояния потока создания ценности.*
8. *Каково назначение диаграммы «спагетти»?*
9. *Объясните сущность метода вытягивания.*
10. *Назовите преимущества создания потока единичных изделий.*
11. *Назовите преимущества U-образного размещения оборудования.*

### 3. СИСТЕМА «ТОЧНО ВОВРЕМЯ»

#### 3.1. Системы управления материальными потоками

Одной из главных функций системы управления производством является управление материальными потоками, которое осуществляется в основном двумя способами: с помощью выталкивающей системы управления и с помощью вытягивающей системы управления.

**Выталкивающая** (толкающая) **система управления** – система управления материальными потоками, в которой предметы труда подаются с предыдущей технологической операции на последующую операцию в соответствии с заранее сформированным *жестким* производственным графиком.

План выпуска продукции разрабатывается для каждого цеха и выполнение контролируется. Центральная система управления контролирует не только конечное звено, но и промежуточные звенья технологической цепи. Система используется на предприятиях с традиционными методами организации производства. В настоящее время широко используются автоматизированные системы управления предприятием различного уровня реализующие принцип толкающей системы. К таким системам относятся система планирования потребности в материалах (MRP – Material Requirements Planning) и другие, более современные системы.

Схема выталкивающей системы управления представлена на рис. 3.1.

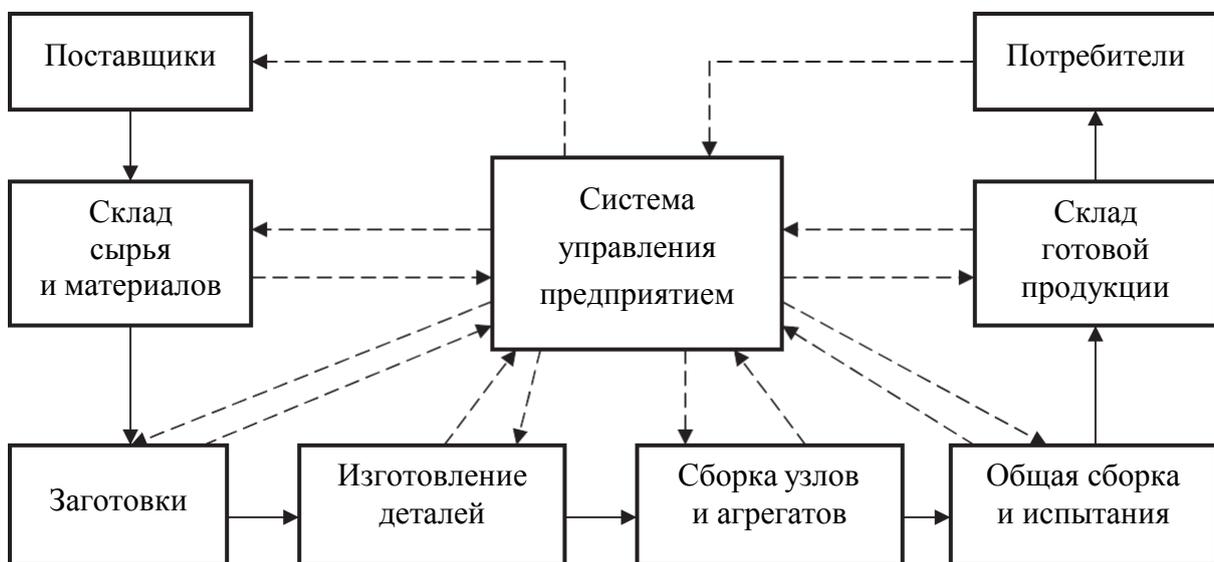


Рис. 3.1. Схема выталкивающей системы управления

На схеме материальные потоки изображены сплошной линией, информационные – штриховой.

Общий недостаток выталкивающей системы – недостаточное отслеживание спроса с обязательным созданием страховых запасов.

**Вытягивающая** (тянущая) **система управления** – система управления материальными потоками, в которой предметы труда подаются с *предыдущей* стадии производственного процесса на *последующую* только тогда, когда в них возникает *потребность*.

При данном способе организации производства центральная система не вмешивается в обмен материальными потоками между участками предприятия, не устанавливает для них текущие производственные задания. Производственная программа отдельного технологического звена определяется размерами заказа последующего звена. Центральная система управления контролирует конечное звено производственной цепи.

Примером вытягивающей системы является система производства «точно вовремя» (JIT – Just-in-time).

Схема вытягивающей системы управления представлена на рис. 3.2.

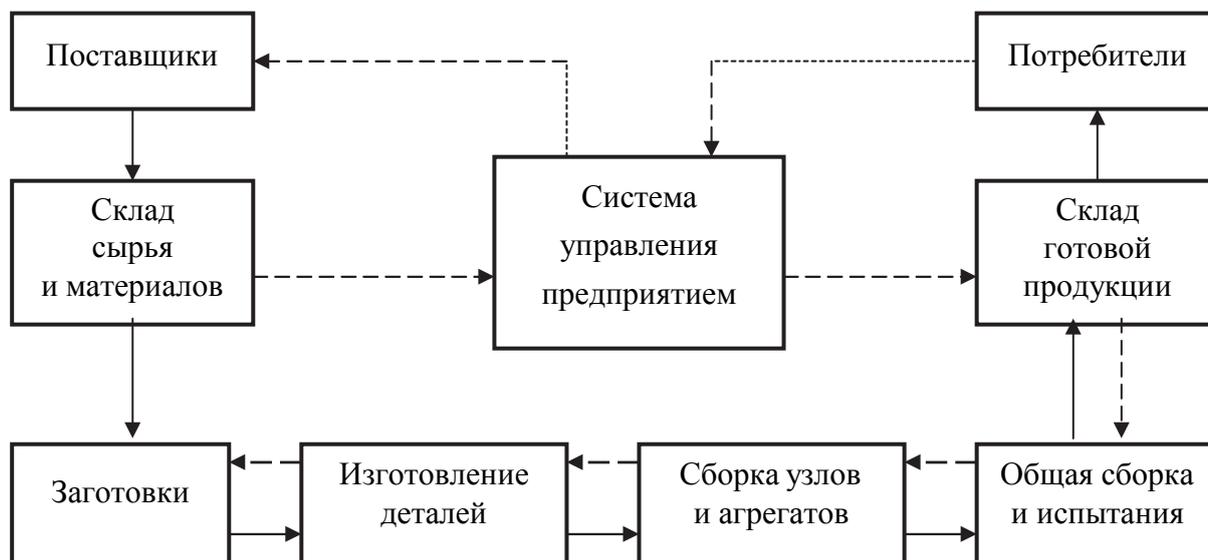


Рис. 3.2. Схема вытягивающей системы управления

Применение вытягивающей системы управления позволяет организовать систему гибкого производства, обеспечивающего выпуск требуемого количества изделий в нужное время в соответствии с изменением спроса потребителей.

Сравнение вытягивающей и выталкивающей систем управления материальными потоками представлено в табл. 3.1.

Таблица 3.1

## Сравнение систем управления материальными потоками

Показатели	Вытягивающая система	Выталкивающая система
1	2	3
1. Закупочная стратегия (снабжение)	Ориентирована на небольшое число поставщиков, поставки частые, небольшими партиями, строго по графику	Ориентация на значительное число поставщиков, поставки в основном нерегулярные, крупными партиями
2. Производственная стратегия	Ориентация производства на изменение спроса, заказов	Ориентация на максимальную загрузку производственных мощностей. Реализация концепции непрерывного производства
3. Планирование производства	Начинается со стадии сборки или распределения	Планирование под производственные мощности
4. Оперативное управление производством	Децентрализованное. Производственные графики составляются только для стадии сборки. За выполнением графиков других стадий наблюдает руководство цехов	Централизованное. Графики составляются для всех цехов. Контроль осуществляется специальными отделами (плановыми, диспетчерскими бюро)
5. Стратегия управления запасами	Запасы в виде незадействованных мощностей (станков)	Запасы в виде излишков материальных ресурсов (сырье)
5.1. Управление страховыми запасами	Наличие страховых запасов говорит о сбое в производственном процессе, т.к. складские площади почти не предусмотрены	Страховой запас постоянно поддерживается на определенном уровне
5.2. Управление операционными заделами (запасы на рабочих местах)	Операционный задел минимален за счет синхронизации производства	Операционный задел не всегда минимален из-за несинхронности смежных операций, различной пропускной способности оборудования, его плохой расстановки, неэффективного выполнения транспортно-складских работ
5.3. Управление запасами готовой продукции	Запасы практически отсутствуют из-за быстрой отправки готовой продукции заказчику. Излишних запасов не бывает, т.к. размер партии готовых изделий сориентирован на заказ	Запасы могут быть большими: <ul style="list-style-type: none"> <li>- из-за несвоевременности изготовления продукции;</li> <li>- несвоевременности отправки готовой продукции;</li> <li>- размер партии готовых изделий сориентирован на годовую программу без учета колебаний спроса</li> </ul>
6. Использование оборудования и его размещение	Универсальное оборудование, которое размещено по кольцевому или линейному принципу	Специализированное оборудование, размещенное по участкам, а также частично универсальное оборудование, расположенное линейно

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
7. Кадры	Высококвалифицированные рабочие-многостаночники (универсалы)	Узкоспециализированные рабочие, но есть и рабочие-многостаночники
8. Контроль качества	Поставка качественных материальных ресурсов, компонентов, изделий. Сплошной контроль качества осуществляет поставщик	Сплошной или выборочный контроль на всех стадиях производства, что удлиняет производственный процесс
9. Распределительная стратегия	Размер партии готовых изделий равен размеру заказа. Ориентация на конкретного потребителя. Изготовление с учетом специфических требований заказчика. Организация послепродажного обслуживания	Размер партии готовой продукции соответствует плановому выпуску. Ориентация на «усредненного потребителя». Организация послепродажного обслуживания

Кроме систем управления выталкивающего и вытягивающего типов используются и другие, например системы, ориентированные на «узкие места» производства. В качестве «узких» мест рассматриваются операции, оборудование или стадии производственного процесса, которые сдерживают производство, поскольку они имеют меньшую пропускную способность, чем остальные. Для борьбы с «узкими» местами производства разработаны несколько методов. Этот подход был предложен Э. Голдраттом и получил название «теория ограничений» (ТОС – Theory of constraints). Использование принципов ТОС позволяет существенно снизить запасы незавершенного производства, сократить производственный цикл, увеличить производительность, повысить степень своевременности и полноты выполнения заказов.

### 3.2. Характеристика системы «Точно вовремя»

Система «Точно вовремя» (JIT) является основной составляющей концепции «бережливое производство».

Отдельные элементы системы JIT были предложены Г. Фордом и использовались на предприятиях США в 20-х гг. прошлого столетия. Термин «Точно вовремя» впервые применил Кийтиро Тоёда в 1930 г. и использовал систему при производстве автомобилей для устранения излишних запасов материалов и покупных изделий. Широкое применение системы JIT началось в начале 1950-х гг. на предприятиях компании Toyota. Большой вклад в развитие системы JIT внесли Тайити Оно и Сигео Синго.

При организации производства по принципам JIT используется система управления материальными потоками *вытягивающего* типа.

Цель системы JIT – выпускать только те изделия, которые нужны для потребителя точно в *нужное* время и в *необходимом* количестве с минимальными затратами ресурсов.

Применение системы JIT позволяет выпускать продукцию с высоким качеством и низкой себестоимостью, сократить сроки производства изделий и производственные площади.

Эти результаты достигаются за счет:

- обеспечения непрерывного потока создания ценности;
- обеспечения высокой гибкости – изменения объема выпуска продукции в соответствии с изменением спроса потребителей;
- сокращения времени переналадки оборудования;
- производства мелкими партиями;
- сквозного контроля качества продукции;
- высокого уровня организации рабочих мест;
- низкого уровня запасов материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой продукции;
- синхронизации производственных процессов;
- высокой производительности и эффективности использования оборудования;
- активного участия персонала в решении производственно-технологических проблем;
- обучения персонала;
- непрерывного улучшения процессов;
- хороших отношений с поставщиками и др.

Практическая реализация системы JIT возможна в результате освоения предприятием следующих методов и инструментов бережливого производства:

1) *Вытягивание* – способ организации производства «от конца к началу» по такту, ориентированному на ежедневный темп спроса на продукцию.

2) *Канбан* – инструмент, обеспечивающий информационное и физическое управление выпуском определенного количества продукции на каждом этапе в соответствии со спросом.

3) *Выравнивание производства* – сбалансированное по объему и номенклатуре производство продукции с максимальной подстройкой непрерывного процесса создания ценности под конкретный спрос.

4) *Система 5S* – система организации рабочих мест;

5) *Быстрая переналадка (SMED)* – сокращение времени переналадки оборудования для обеспечения максимальной гибкости производства.

6) *Производство в ячейках* – используется для многостаночного обслуживания рабочими-универсалами и эффективного взаимодействия персонала при выполнении технологических операций.

7) *Визуальное управление и контроль* – наглядное представление состояния производственного процесса (количества и качества выпускаемой продукции, работы оборудования и персонала, уровня запасов).

8) *Система TPM* – обеспечение работоспособного состояния оборудования.

9) *Система бездефектного изготовления продукции* – обеспечение встроенного контроля качества выпускаемой продукции и автоматической остановки оборудования при возникновении проблем.

10) *Стандартизированная работа* – разработка наилучших действий и оптимального времени выполнения операций для повышения эффективности производства.

Существует много отличительных черт системы ЛТ, которые проявляются на практике в любом виде деятельности, в компании любой формы собственности, в производственном или непроизводственном секторах экономики.

Необходимые условия реализации концепции ЛТ:

1) наличие в экономической системе надежных поставщиков;  
2) использование систем обмена информацией о требуемых материальных ресурсах;

3) высокая скорость физической доставки материальных ресурсов, в том числе за счет сокращения времени промежуточного хранения и ожидания грузопереработки;

4) точная информация о текущем состоянии производства, точные прогнозы на ближайшее будущее. Для этого при организации и оперативном управлении производственных процессов должны использоваться надежные телекоммуникационные системы и информационно-компьютерная поддержка.

5) высокий уровень доверия между работниками, поставщиками и потребителями.

## **Контрольные вопросы**

1. *В чем заключается сущность толкающей системы управления материальными потоками, ее достоинства и недостатки?*

2. *В чем сущность тянущей системы управления материальными потоками, ее достоинства и недостатки?*

3. *Объясните схему толкающей системы управления.*

4. *Объясните схему тянущей системы управления.*

5. *Опишите теорию ограничений.*

6. *Назначение и сущность системы «Точно вовремя».*

7. *Назовите основные методы реализации системы «Точно вовремя».*

8. *Назовите условия реализации системы «Точно вовремя».*

## 4. СИСТЕМА 5S И ВИЗУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

*Система 5S* – это комплекс мероприятий по организации рабочего места, состоящий из пяти этапов, обеспечивающих создание комплексной качественной рабочей среды, способствующей повышению производительности, качества продукции и безопасности труда.

Система 5S получила свое название от первых букв пяти японских слов Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke и их английских аналогов: Sorting, Simplifying, Sweeping, Standardizing, Sustaining, что на русский язык можно перевести как «сортировка», «самоорганизация», «систематическая уборка», «стандартизация», «совершенствование». Имеется несколько вариантов перевода терминов и трактовок определений этапов системы 5S.

Цели системы 5S:

- снижение числа несчастных случаев;
- повышение уровня качества продукции, снижение количества дефектов;
- создание комфортного психологического климата, стимулирование желания работать;
- повышение производительности труда.

Рассмотрим этапы реализации системы 5S.

*Сортировка.* Все материалы делятся на следующие группы:

- *нужные* – материалы, которые используются в работе в данный момент;
- *неиспользуемые* – материалы, которые могут использоваться в работе, но в данный момент не востребованы;
- *ненужные/непригодные* – брак, который необходимо вернуть поставщикам либо уничтожить.

*Соблюдение порядка.* Расположение предметов отвечает требованиям:

- безопасности;
- качества;
- эффективности работы.

Четыре правила расположения вещей:

- на видном месте;
- легко взять;
- легко использовать;
- легко вернуть на место.

*Содержание в чистоте.* Рабочая зона должна поддерживаться в идеальной чистоте.

Порядок действий:

- разбить линию на зоны, создать схемы и карты с обозначением рабочих мест, мест расположения оборудования и т. п.
- определить специальную группу, за которой будет закреплена зона для уборки.
- определить время проведения уборки:
- утренняя: 5 – 10 мин до начала рабочего дня;
- обеденная: 5 – 10 мин после обеда по окончании работы: после прекращения работы, во время простоев.

*Стандартизация.* Этот шаг подразумевает поддержание состояния на рабочем месте после выполнения первых трёх шагов.

Необходимо создать рабочие инструкции, содержащие описание пошаговых действий по поддержанию порядка, а также вести разработку новых методов контроля и вознаграждения отличившихся сотрудников.

*Совершенствование/Формирование привычки.* Выработка привычки ухода за рабочим местом в соответствии с уже существующими процедурами.

Важные моменты:

- вовлечение всех работников; работа в команде;
- наблюдение за работой оборудования, за рабочим местом, чтобы облегчить их обслуживание;
- использование фотографий ДО/ПОСЛЕ для сравнения того, что было, и конечного результата;
- организация аудитов, чтобы оценить эффективность внедрения программы 5S.

На основе принципов 5S разработана отечественная система «Упорядочение».

**Визуальное управление** – практика наглядного представления производственного процесса с отражением прошлого, настоящего и будущего состояний.

*Визуализация* – это использование любых средств, информирующих о том, как должна выполняться работа. Это такое размещение инструментов, деталей, тары и других индикаторов состояния производства, при котором каждый с первого взгляда может понять состояние системы – норма или отклонение.

Использование визуального управления позволяет достичь двух основных целей:

- 1) сделать проблемы видимыми, постоянно владеть ситуацией на рабочем месте (Gemba);
- 2) сделать ясными задачи по улучшению (установить визуальный целевой показатель). При этом всегда одновременно видны как текущие результаты, так и цели.

Визуальное управление может осуществляться следующими основными методами: с помощью *андонов*, *ключевых показателей* (индикаторов), *фотографий* и *разметки*.

Наиболее часто используемые способы визуализации:

- 1) Оконтуривание.
- 2) Цветовая маркировка.
- 3) Метод дорожных знаков.
- 4) Маркировка краской.
- 5) Метод «Было» – «стало».
- 6) Графические рабочие инструкции.

**Оконтуривание** – это хороший способ показать, где должны храниться инструменты и сборочные приспособления. Оконтурировать – значит обвести контуром сборочные приспособления и инструменты там, где они должны постоянно храниться. Когда нужно будет вернуть инструмент на место, контур укажет место хранения этого инструмента.

**Цветовая маркировка** указывает, для чего конкретно используются те или иные детали, инструменты, приспособления и пресс-формы. Например, если какие-то детали нужны при производстве определенного изделия, они могут быть окрашены в одинаковый цвет и находиться в месте хранения, окрашенном в такой же цвет.

**Метод дорожных знаков** использует принцип указания на предметы, находящиеся перед работником (*что, где и в каком количестве*). Есть три основных вида таких знаков:

- указатели на предметах, обозначающие, где должны находиться предметы;
- указатели на местах, сообщающие, какие именно предметы должны находиться тут;
- указатели количества, сообщающие, сколько предметов должно находиться в этом месте.

**Маркировка краской** – это метод, который используется для выделения местонахождения чего-либо на полу или в проходах. Маркировку краской применяют также для обозначения разделительных линий между рабочими зонами или транспортных проездов.

**Метод «Было» – «стало»** – изображение рабочего места/участка/цеха «до» и «после» изменений – наглядно демонстрирует произошедшие изменения, повышает мотивацию работников и поддерживает новый стандарт.

**Графические рабочие инструкции** в максимально простой и визуальной форме описывают рабочие операции и требования по качеству на каждом рабочем месте. Графические рабочие инструкции находятся непосредственно на рабочем месте и стандартизируют оптимальный способ выполнения работ, обеспечивая универсализацию рабочих и соблюдение стандартов.

**Андон** («лампа») – инструмент визуализации контроля текущего состояния хода производства, который уведомляет о проблеме качества или процесса. В качестве информационных средств при этом способе визуализации применяют сигнальные лампы, световое табло, информационные панели (доски), мониторы.

Сигнальные лампы работают следующим образом:

- если технологический процесс выполняется нормально, горит *зеленая* лампа;
- если в процессе возникают несерьезные проблемы, включается *желтая* лампа;
- при возникновении серьезной проблемы, требующей остановки процесса, включается лампа *красного* цвета.

Рабочие не должны бояться остановить процесс для устранения причины сбоя. На японских предприятиях каждый рабочий по крайней мере один раз за смену останавливает конвейер. Если при работе включается небольшое количество ламп желтого цвета, считают, что что-то в производстве выполняется не так, как надо.

На световых табло обычно указывают количество деталей, которые нужно изготовить по плану, и количество действительно изготовленных деталей.

Преимущества использования андонов:

- быстрое обнаружение проблем;
- быстрая реакция на проблемы;
- устранение повторяющихся проблем благодаря раннему их обнаружению, что позволяет применить надежные контрмеры;
- наделение работников полномочиями остановить процесс при возникновении проблемы;
- предотвращение неконтролируемости процесса;
- процесс становится более управляемым.

**Ключевые показатели** (или индикаторы) представляют собой график или таблицу с изображением заданного и фактического значений показателя (дневная выработка, количество дефектов и т. п.). Они размещаются на информационных досках, которые находятся на каждом участке.

**Информационная доска.** При размещении информации на доске следует постараться избежать лишней (это не всегда просто, поскольку информация достаточно разнообразна), поэтому нужно отображать только ту, которая необходима на участке:

- показатели исполнения (результаты работы за месяц, выраженные в экономических категориях). Они являются основой для ежемесячного собрания сотрудников;

- показатели производительности (фактическая выработка по отношению к плановой, проблемы качества и т.д.). Эта информация является основой для ежедневного пятиминутного обсуждения;

- общая информация (распоряжения, объявления и т. п.).

Следует периодически избавляться от ненужной или устаревшей информации, а также использовать небольшое количество используемых показателей. Информация должна размещаться в легкодоступных местах и быть понятной без комментариев. Наличие информации о требуемой и фактической выработке дает обратную связь сотрудникам, которые на ее основании могут регулировать темп работы.

В начале рабочей смены все собираются на 5 мин, в течение которых руководитель обращает внимание сотрудников на достигнутые вчера результаты (значения показателей) по каждому сотруднику, выясняются причины успеха сотрудников, показавших лучшие значения, а также причины неудач тех, у кого результаты оказались ниже ожидаемых, даются рекомендации по использованию опыта лучших. В конце смены выделяется 5-10 мин на уборку своего рабочего места, в течение которых руководитель заносит достигнутые сегодня результаты на информационную доску.

**Фотографии.** Намного проще сделать фотографию рабочего места, стеллажа и т.п., чем составить аккуратное описание в текстовом виде («картинка стоит тысячи слов»). Например, если расположение папок в офисном шкафу стандартизовано (и есть фотография), то отсутствие какой-либо папки сразу становится заметным. Наличие полоски на каждой папке позволяет размещать их в нужном порядке.

**Разметка** (оконтуривание) показывает, как должны двигаться материальные потоки, где должно стоять оборудование и т.п. Четко установленные места, например для тележек на складе, позволяют не тратить время на их поиск. Для разделения упакованного товара для отгрузки по разным филиалам давно используется цветной скотч, применение которого тоже является визуальным управлением.

Для отображения положения при выполнении производственного процесса используются световые или электронные андоны. Световые андоны могут быть разного цвета, и включение андона красного цвета сигнализирует о возникшей проблеме на рабочем месте. Электронный андон может отображать плановые и фактические показатели выполнения технологического процесса.

Хорошим инструментом по визуализации перемещения служит диаграмма «спагетти». Это наглядный инструмент, который позволяет визуализировать перемещения работников, продукции, транспорта, инструментов или сырья по предприятию. Название связано с тем, что сама диаграмма зачастую выглядит как тарелка спагетти.

Сущность метода заключается в нанесении на план-схему траектории движения сотрудников, транспорта или других объектов. На схему цеха или участка наносятся все фактические (не плановые или предполагаемые) перемещения оператора. Это одна схема. Она используется при решении задачи по сокращению перемещений оператора. Для сокращения движений продукта составляется другая диаграмма, в которой отражается перемещение материалов.

Диаграмма «спагетти» дает возможность оценить потери на все перемещения, понять, какие маршруты самые длинные и часто повторяющиеся и, соответственно, требуют обратить на них внимание.

Этот инструмент бережливого производства универсален, его можно использовать для анализа перемещений в производстве, в офисе, на складе и даже в электронном пространстве.

На предприятиях, где в процессе производства выполняются хаотичные движения, сотрудник в течение дня проходит по 3 – 5 км. При скорости движения человека 4 – 5 км/ч оказывается, что сотруднику оплачивается хождение по цеху (до 1 ч из 8 ч рабочих). Таким образом, работник ходит по предприятию 2 – 4 смены в месяц, а это 10 – 15 % его зарплаты. То же касается и всех работников

От движений работника и материала зависит скорость производства конечной продукции, поэтому важно поместить ресурсы в места их использования.

Визуальное управление помогает определить проблемы и указать на несоответствие между целями и реальностью. При всей своей простоте оно дает возможность улучшить производительность и качество работы через визуализацию уже достигнутых целей и постановку новых.

Средства визуального контроля – мощное средство поддержки бережливого управления. Визуальный контроль отражает степень производственной активности людей и их фокусирования на процессе. Он соединяет работников с их процессами и в то же время отражает приверженность процессу (или ее отсутствие). Средства визуального контроля помогают преобразовывать абстрактное понятие дисциплины в бережливом управлении в конкретные директивы, требующие точного соблюдения.

### **Контрольные вопросы**

- 1. В чем заключается сущность и цели системы 5S?*
- 2. Назовите и объясните этапы системы 5S.*
- 3. Как осуществляется визуальное управление?*
- 4. Назовите инструменты визуального управления.*
- 5. В чем сущность способа разметки?*
- 6. Какие показатели отражаются на информационной доске?*

## 5. СИСТЕМА ВСЕОБЩЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

### 5.1. Общие сведения и определения

Состояние оборудования, степень использования его возможностей в условиях современного механизированного и автоматизированного производства в значительной мере определяют уровень качества продукции и эффективности производства. В связи с этим вопросам оценки состояния оборудования и поддержания его в работоспособном состоянии всегда уделялось серьезное внимание.

После Второй мировой войны в промышленности всех стран используется система производства, при которой оператор занимается изготовлением продукции, а обслуживание оборудования осуществляет специальный персонал – наладчики и механики-ремонтники. Для обеспечения работоспособного состояния оборудования применялась система планово-предупредительных ремонтов (обслуживания). В рамках этой системы составлялись планы технических осмотров, мелких, средних и капитальных ремонтов оборудования, которые выполнялись персоналом ремонтных служб цехов и предприятия в соответствии с заранее составленными планами. Осмотры и ремонты часто производились без учета действительной потребности в их выполнении. С ростом сложности технологического оборудования наладчики и механики не успевали выполнять все увеличивающийся объем работ. Названные и другие причины приводили к увеличению времени простоя оборудования и затрат на поддержание оборудования в рабочем состоянии.

Предприятия Японии использовали системы обслуживания и ремонта оборудования на основе систем, применяемых в США. Для устранения проблем, вызванных применением традиционных систем обслуживания и ремонта оборудования, в конце 1960-х – начале 1970-х гг. на фирме «Ниппон Дэнсо», поставщике электрооборудования для фирмы Toyota, была разработана **система всеобщего производительного обслуживания оборудования** (TPM – Total Productive Maintenance), которая является одним из основных элементов бережливого производства.

Используются также названия «всеобщая эффективность оборудования», «всеобщее продуктивное обслуживание оборудования», «всеобщая эксплуатационная система» и другие варианты перевода на русский язык.

*Система TPM* – система обслуживания оборудования, позволяющая обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала.

Цель использования системы TPM – совершенствование деятельности предприятия за счет повышения эффективности оборудования, процес-

сов производства, а также улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности.

Средством достижения цели ТРМ служит создание механизма, который ориентирован на предотвращение всех видов потерь и достижения «нуля поломок», «нуля несчастных случаев», «нуля брака» на протяжении всего жизненного цикла производственной системы.

«Нуль поломок» достигается в ТРМ за счет поэтапного, систематического и непрерывного осуществления пяти групп мероприятий:

- 1) создания базовых условий для нормальной работы оборудования;
- 2) соблюдения условий эксплуатации оборудования;
- 3) восстановления естественного износа;
- 4) устранения конструктивных (обусловленных проектом) недостатков оборудования;
- 5) повышения мастерства операторов, специалистов по ремонту и обслуживанию, инженеров-проектировщиков.

Система ТРМ оставалась секретной разработкой до 1980 г., когда было опубликовано первое её описание на английском языке. С. Накадзима, сотрудник японского института технического обслуживания предприятий, впервые определил концепцию ТРМ и наблюдал процесс её внедрения на предприятиях в Японии. В начале 1990-х гг. система ТРМ в различных вариантах получила распространение во всем мире.

С начала возникновения система ТРМ совершенствовалась. В настоящее время рассматривают три поколения системы ТРМ.

Система ТРМ первого поколения была предназначена для повышения эффективности оборудования, ориентирована на устранение и предотвращение всех потерь, возникающих на рабочих местах вследствие поломок, выпуска бракованной продукции и т. д. Система состояла из пяти направлений деятельности.

Система ТРМ второго поколения направлена на оптимизацию всего производственного процесса, поэтому в нее включено дополнительное направление – улучшение работы обеспечивающих подразделений и качества планирования производственной деятельности.

Третье поколение системы ТРМ характеризуется введением еще двух дополнительных направлений: улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности.

В системе ТРМ выделяют 16 видов потерь, которые подразделяются на три группы.

1) *Потери времени функционирования оборудования:*

- потери, вызванные поломками машин и механизмов;
- потери из-за наладки оборудования;
- потери из-за замены инструмента;
- потери при запуске оборудования;

- потери из-за кратковременной остановки оборудования и его работы на холостом ходу;

- потери производительности;
- потери из-за дефектов и необходимости доработки продукции;
- потери из-за запланированных остановок оборудования.

2) *Потери рабочего времени:*

- потери из-за некачественного менеджмента;
- потери из-за нерациональной работы транспорта;
- потери из-за недостатков в организации работы производства;
- потери из-за низкого уровня автоматизации производства;
- потери из-за недостатков производственного мониторинга.

3) *Потери энергии, сырья, материалов и времени из-за ремонта инвентаря:*

- потери готовой продукции;
- потери энергии;
- потери из-за необходимости ремонта производственного инвентаря.

Основные направления развертывания системы ТРМ:

1) Отдельные улучшения для повышения производительности оборудования.

2) Создание системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами.

3) Создание системы планового технического обслуживания оборудования.

4) Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений.

5) Создание системы управления разработкой и внедрением нового оборудования и продукта.

6) Создание системы обслуживания, ориентированного на качество.

7) Создание системы охраны труда и окружающей среды.

8) Создание системы повышения эффективности работы управленческих и обслуживающих подразделений.

Развертывание системы ТРМ позволяет:

- рациональнее использовать имеющееся оборудование;
- составить более реальный план модернизации оборудования и технического перевооружения предприятия, что позволит эффективнее использовать финансовые средства;

- снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования;
- снизить количество слесарей-ремонтников;
- увеличить качество выпускаемой продукции;
- снизить уровень текучести кадров;
- сократить время простоя оборудования;

- сократить сроки пусконаладочных работ;
- сократить затраты на капитальный ремонт;
- повысить производительность труда;
- повысить безопасность труда и др.

Для оценки эффективности работы оборудования в системе ТРМ используется не коэффициент загрузки оборудования, а коэффициент общей эффективности оборудования (ОЕЕ – Overall Equipment Effectiveness), который выражается в процентах и рассчитывается по формуле:

$$OEE = K_1 K_2 K_3 ,$$

где  $K_1$  – коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования;  $K_2$  – коэффициент использования технических возможностей оборудования;  $K_3$  – коэффициент годной продукции.

Коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования определяется как отношение фактического времени работы оборудования к времени производственного цикла. Коэффициент характеризует потери, связанные с поломками, переналадками и регулированием оборудования, заменой инструмента и т. д.

Коэффициент использования технических возможностей оборудования определяется как отношение текущей выработки к запланированной, характеризует потери из-за приостановок и холостого хода, из-за снижения скорости обработки.

Коэффициент годной продукции определяется как отношение количества качественных изделий к общему числу изготовленных изделий, характеризует потери из-за брака и переделок, при запуске оборудования.

Целью определения ОЕЕ является не оценка работы оператора, а улучшение функционирования оборудования или совершенствование выполнения процессов. Информацию, необходимую для расчета коэффициентов, собирают операторы, заполняя таблицы для сбора данных. Затем выполняются расчеты коэффициентов и значения ОЕЕ. Выполнять расчет ОЕЕ имеет смысл только в том случае, когда сбор данных и вычисление показателей производится регулярно. Измерение ОЕЕ в заданные промежутки времени позволяет выявить закономерности появления потерь и разработать программу улучшения функционирования оборудования. Для хранения данных и вычисления ОЕЕ разработано программное обеспечение. Результаты расчета в виде различных графиков должны быть доступны всем участникам процесса для того, чтобы выявить проблемы, разработать мероприятия по их устранению и увидеть результаты работы по улучшению использования оборудования.

Перед развертыванием на предприятии системы ТРМ коэффициент общей эффективности оборудования обычно составляет 40...60 %. Когда этот показатель повышается до 85 % или выше, то даже на существующих

производственных мощностях объем производства увеличивается в 1,5 – 2,0 раза. Или, при постоянстве объема выпуска продукции, производство можно осуществить на 1/2 – 2/3 имеющегося оборудования.

Для внедрения ТРМ следует:

- перед началом развертывания ТРМ реализовать на предприятии систему организации рабочего места 5S, которая позволяет повысить эффективность деятельности от 3 до 5 %;
- провести анализ состояния существующей на предприятии системы планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания (ППР и ТО) оборудования;
- разработать систему сбора и регистрации данных для расчета ОЕЕ;
- разработать или использовать готовое специальное программное обеспечение для фиксации данных, расчетов ОЕЕ и визуального отображения полученных результатов;
- разработать план развертывания системы ТРМ;
- провести обучение работников предприятия;
- выполнить оценку готовности предприятия к развертыванию системы ТРМ.

Оценка готовности к развертыванию системы ТРМ выполняется в три этапа.

Этап 1. Проводится опрос руководителей верхнего уровня, чтобы установить степень их осведомленности о системе ТРМ. Результаты опроса количественно выражаются в баллах.

Этап 2. По специально разработанной методике оцениваются полнота и качество технологической документации. Считается, что чем лучше и детальнее проработана технологическая документация, тем больше потенциальный эффект от внедрения системы ТРМ. Дается балльная оценка состояния оборудования, на котором будут отрабатываться навыки самостоятельного обслуживания и отдельные улучшения.

Этап 3. Проводится групповой опрос руководителей среднего уровня для оценки их компетентности в вопросах освоения системы ТРМ. Оценка степени их осведомленности и готовности осваивать систему ТРМ выражается в баллах.

При необходимости дополнительно проводится оценка качества менеджмента, степени эффективности оборудования, качество проводимого ремонта, а также наличие возможностей для обучения персонала методам освоения системы ТРМ. Итоговая оценка степени готовности предприятия к развертыванию системы ТРМ дается в баллах от 1 до 100. Она может учитываться руководством предприятия при выборе подразделений, в которых систему ТРМ следует развернуть в первую очередь.

Движущей силой ТРМ считают деятельность так называемых малых групп, в состав которых входят разные категории сотрудников предприятия. Именно участие всего персонала – от руководителей до рядовых работников обеспечивает эффективность внедрения системы ТРМ. Для объединения усилий и скоординированного их приложения следует организовать рабочую группу, которая будет отвечать за планирование деятельности и контроль результатов выполнения намеченных мероприятий.

Важным фактором является оценка стоимости внедрения ТРМ. Опыт внедрения системы ТРМ за рубежом показывает: в течение двух первых лет на 10 – 20 % возрастут расходы на обучение и примерно на 15 % увеличатся затраты на обслуживание оборудования при условии, что за первый год будет охвачено 10 % оборудования предприятия (и 20 % – за второй год).

Оценить стоимость работ по развертыванию системы ТРМ можно по коэффициенту общей эффективности оборудования для наиболее ответственных процессов. Разница между текущим значением в 55 % и желаемым 85 – 90 % может быть рассчитана как дополнительная мощность. Можно оценить затраты по потерям рабочего времени, обусловленными организационными причинами, простоями, снижением скорости работы оборудования, энергии и материалов.

Отдача от вложений в развертывание системы ТРМ может быть вычислена за пятилетний период с ожидаемым сокращением затрат на обслуживание на 25 – 30 % и производственных затрат на 20 – 30 % .

Особенность методологии ТРМ состоит в том, что на ее основе возможна плавная и плановая трансформации существующей системы обслуживания и эксплуатации оборудования к более совершенной. С этой целью путь внедрения ТРМ удобно представить в виде последовательности этапов, каждый из которых преследует вполне определенные цели и, главное, дает вполне ощутимый эффект.

Внедрение системы ТРМ в зависимости от степени готовности предприятия может быть осуществлено за период от 3 до 10 лет.

## **5.2. Направления развертывания системы ТРМ**

### ***5.2.1. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования***

Первым направлением развертывания системы ТРМ является проведение отдельных улучшений.

***Отдельные улучшения*** – это действия, выполняемые в соответствии с тематикой улучшений проектными командами (группами) на модельном оборудовании для выявления потерь и разработки мероприятий по повышению эффективности производственной системы.

Все работы по этому направлению на предприятии координирует тематическая группа «Отдельные улучшения». В зависимости от состояния производства совет ТРМ утверждает долгосрочный (около трех лет) план работы этой группы.

Направлениями работы тематической группы могут быть:

- оптимизация использования помещений;
- повышение эффективности использования энергетического оборудования и снижение расхода энергоресурсов;
- составление процедуры работы с подрядными организациями;
- проведение отдельных улучшений в производственных цехах и ремонтно-технических службах;
- разработка системы подачи и реализации предложений по проведению улучшений.

Наибольший объем работ по отдельным улучшениям обычно связан с совершенствованием и функционированием оборудования. Вначале эти работы на модельном оборудовании выполняют проектные и модельные группы. Затем их опыт используют рабочие группы. Причем свою деятельность в этом направлении рабочая группа также начинает с модельного оборудования на своем участке. Затем эта деятельность распространяется на все оборудование, закрепленное за рабочей группой.

Выполнение отдельных улучшений проводится в следующей последовательности:

- 1) выбор модельного оборудования или модельной производственной линии;
- 2) формирование команды проекта, состоящей из нескольких человек, возглавляемой линейным руководителем, ответственным за модельное оборудование;
- 3) выявление потерь;
- 4) установление тематики улучшений и целей: определить тематику улучшений, установить время и определить действия по устранению потерь, распределить обязанности между участниками;
- 5) внесение предложений по политике в области улучшений: составить план действий по проведению анализа улучшений, внесению предложений и проведению оценки высшим руководством;
- 6) развитие системы улучшений: демонстрация использования методов и методик и накопленного опыта в области улучшений, обеспечение достижения цели по развитию системы улучшений, мотивация участия персонала в улучшениях посредством оценки высшим руководством;
- 7) внедрение улучшений;
- 8) подтверждение результатов (расчет ОЕЕ до и после внедрения улучшений);

9) стандартизация улучшений, осуществленных на модельном оборудовании;

10) распространение результатов работы на остальное оборудование для повышения общей эффективности оборудования.

### **5.2.2. Создание системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами**

Ключевым направлением развертывания системы ТРМ является система самостоятельного обслуживания оборудования операторами (СООО). При традиционных методах организации производства оператор занимается изготовлением продукции, а обслуживание оборудования осуществляют наладчики, механики-ремонтники, то есть функционально эти два вида деятельности разграничены. При этом ремонты оборудования носят планово-предупредительный характер, а действительная потребность в ремонте не учитывается. Наладчики не успевают выполнять все увеличивающийся объем работы. Все это ведет к увеличению времени простоя оборудования и увеличению затрат на поддержание оборудования в рабочем состоянии.

Самостоятельное обслуживание оборудования в системе ТРМ – это такой порядок работы, при котором оператор, помимо выпуска продукции, осуществляет чистку, смазку, проверку и затяжку соединений, устранение мелких неисправностей закрепленного за ним оборудования.

При переходе на самостоятельное обслуживание оборудования первым шагом является обучение операторов способам и видам обслуживания оборудования. Далее для всех типов оборудования, которые переводятся на самостоятельное обслуживание, определяются виды и периодичность работ по обслуживанию и мелким ремонтам, передаваемым операторам.

По этим работам разрабатываются и размещаются на рабочих местах наглядные карты, схемы, инструкции. Для выполнения работ оператор оснащается необходимыми инструментами и материалами.

Внедрение системы СООО осуществляется за семь шагов:

Шаг 1. *Чистка и уборка, совмещаемые с проверкой.* Полная чистка оборудования, удаление мусора, пыли и грязи, а также смазка, затягивание болтов, обнаружение и устранение неполадок оборудования. При выполнении следует использовать методику *красных ярлычков* – отмечать проблемные места ярлычками красного цвета. После устранения неполадки ярлычок снимать, по мере устранения неисправностей количество ярлычков будет сокращаться.

Шаг 2. *Принятие мер по источникам загрязнений, труднодоступным и сложным местам.* Преобразование источников загрязнения и способов борьбы с распространением загрязнений, а также труднодоступных

для чистки и смазки мест в целях сокращения продолжительности этих процессов.

Шаг 3. *Подготовка норм чистки, смазки, проверки.* Разработка норм, направленных на сокращение продолжительности и поддержание регулярности работ по чистке, смазке и затягиванию болтов (в нормах указывается время работ).

Шаг 4. *Общая инспекция.* Обучение проверке оборудования с помощью руководств по проведению проверок; обнаружение и устранение мелких неполадок оборудования в ходе общей проверки.

Шаг 5. *Самостоятельная инспекция.* Разработка и внедрение проверочного листа для проведения операторами самостоятельных проверок оборудования.

Шаг 6. *Стандартизация.* Провести стандартизацию всех видов проверок на рабочем месте и добиться полной систематизации поддерживающего контроля: стандарты на чистку, смазку, проверку оборудования; стандарты на движение материалов на рабочих местах; стандартизация регистрации данных; стандартизация контроля оснастки, инструмента и др.

Шаг 7. *Самостоятельное управление и самореализация.* Осуществление модернизации оборудования на основе анализа среднего времени между отказами оборудования, устранение неравномерности деятельности по совершенствованию производительного обслуживания оборудования.

Шаги 1 – 3 относятся к системе 5S.

При внедрении и реализации системы СООО используют методику пять вопросов «Почему?» (5W – 5Why?) .

Методика используется для выявления основной причины проблемы и заключается в том, чтобы многократно задавать вопросы «Почему появляется эта проблема?» при анализе проблемной ситуации.

Для того чтобы установить основную причину проблемы, обычно хватает пяти вопросов. Для получения полной и точной информации необходимо правильно формулировать вопросы.

Рассмотрим пример применения данной методики.

*Вопрос 1.* Проблема: почему на полу машинное масло?

*Ответ.* Причина: потому что масло вытекло через шток цилиндра.

*Вопрос 2.* Проблема: почему случилась протечка?

*Ответ.* Причина: потому что уплотнительное кольцо пришло в негодность.

*Вопрос 3.* Проблема: почему уплотнительное кольцо пришло в негодность?

*Ответ.* Причина: потому что шток поврежден.

*Вопрос 4.* Проблема: почему шток поврежден?

*Ответ.* Причина: потому что грязь, попавшая в масло, разъедает поверхность штока.

*Вопрос 5.* Проблема: почему грязь попадает в масло?

*Ответ.* Причина: потому что крышка масляного бака не закрывается герметично.

К методике пять вопросов «Почему?» часто добавляют вопрос «Как?» (How?). Вопрос «Как решить проблему?» требует конкретного предложения для устранения основной причины.

При выполнении шага 1 используют методику «красных ярлыков» – отмечают на технологическом оборудовании проблемные места ярлычками (стикерами, ленточками) красного цвета, которые снимают после устранения конкретной неполадки.

Широко используются контрольные листки ТРМ. Контрольные листки ТРМ – это инструкция (памятка) для выполнения работы, например проверки оборудования, где зафиксированы основные объекты, параметры проверки, рекомендации в виде рисунков, таблиц, текстов.

### **5.2.3. Система планового технического обслуживания оборудования**

Работами по совершенствованию ППР и ТО оборудования на предприятии руководит соответствующая тематическая группа. Содержание этих работ должно быть определено генеральным планом развертывания системы ТРМ и планом мероприятий по внедрению, утвержденным советом ТРМ предприятия. Эти работы могут выполняться по следующим направлениям:

- 1) Определение концепции ППР и ТО.
- 2) Информационное обеспечение ППР и ТО.
- 3) Обеспечение процесса технического ремонта и обслуживания в условиях системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами.
- 4) Анализ ремонтпригодности оборудования.
- 5) Обеспечение и организация поставки запасных частей.
- 6) Приобретение нового оборудования для замены морально и физически устаревшего.

Работы по этим этапам проводятся параллельно. Рассмотрим основные задачи и пути их решения для названных направлений.

**Выбор и обоснование системы ППР и ТО.** В зависимости от сложности используемого оборудования, наличия и числа узких мест, квалификации операторов, возможностей замены изношенного оборудования, характера производства система ППР и ТО может быть ориентирована на ППР или ТО, или быть смешанной. Смешанная система подразумевает, что одна часть ремонтного персонала постоянно находится в производственных цехах для оперативного решения возникающих проблем (сменный персонал по техническому обслуживанию), а другая – объединена в

централизованную службу, технический персонал которой постоянно работает под управлением отдела планово-предупредительного ремонта и выполняет работы по ППР и модернизации оборудования. В условиях СООО численность ремонтного персонала, закрепленного за цехом, может быть существенно уменьшена, но их квалификация должна быть повышена. Как правило, нужны универсальные специалисты (электронщики, которые могут выполнять функции электриков и т. п.). Такие специалисты работают группами по два человека и способны устранить любую неисправность. Бригадой ремонтников в цехе (примерно шесть человек) должен руководить опытный инженер, хорошо знающий закрепленное оборудование.

Перед формированием бригад ремонтников в каждом цехе должен быть выполнен анализ неисправностей, характерных для оборудования в данном цехе, и с учетом этого выбраны состав и численность бригады.

Перед формированием централизованной службы ППР должен быть выполнен анализ работ по ППР и модернизации оборудования и с учетом этого также определены состав и численность персонала службы, ее оснащение. Загруженность такой службы обычно неравномерна, поэтому в моменты пика работ могут привлекаться сотрудники сторонних специализированных организаций. Целесообразно, чтобы группой таких сотрудников руководил штатный сотрудник централизованной службы. Это повышает эффективность работы привлеченных специалистов.

Все сотрудники ремонтных служб должны постоянно повышать свою квалификацию и проходить аттестацию.

**Информационное обеспечение системы ППР и ТО.** Работы по этому направлению должны решить следующие задачи.

1) Создание информационно-технического центра службы ППР и ТО. В центре должны быть собраны техническая документация, государственные стандарты и регламенты, справочники, паспорта оборудования, инструкции, технологические схемы производственных линий. Центр должен быть компьютеризован.

2) В рамках автоматизированной системы управления предприятием организация компьютерного учета и анализа всех видов простоев оборудования, брака продукции и их причин, отклонений от плана производства.

3) Разработка и освоение методики планирования ремонтов обслуживания оборудования, потребности в комплектующих и материалах с учетом данных анализ причин брака и простоев.

**Обеспечение процесса технического ремонта и обслуживания в условиях самостоятельного обслуживания оборудования операторами.** Для всех видов оборудования, которые переводятся на СООО, должны быть определены виды и периодичность работ по обслуживанию и мелким ремонтам, передаваемым операторам. По этим работам должны быть раз-

работаны наглядные карты, схемы, инструкции и размещены на рабочих местах. Для выполнения работ по ремонту и обслуживанию рабочие места должны быть оснащены необходимым инструментом. Оператор должен иметь возможность получать необходимые материалы, некоторые инструменты и комплектующие на складе.

*Анализ ремонтпригодности оборудования.* Рабочие группы, закрепленные за оборудованием, совместно с инженерно-техническим персоналом службы ППР и ТО ведут постоянный учет и анализ функционирования оборудования, условий и эффективности его обслуживания и ремонта. Для этого могут использоваться как рабочие журналы для каждого вида оборудования, так и вычислительная техника. На основании этих данных разрабатываются отдельные улучшения оборудования и методов его обслуживания и ремонта.

*Обеспечение и организация поставки запасных частей.* По результатам компьютерного анализа работы оборудования сотрудники планового отдела центральной службы ППР и ТО выполняют прогноз потребности в запасных частях и материалах. Они должны заказываться и поступать на склад центральной службы ППР и ТО с учетом планов ремонта и обслуживания оборудования.

*Приобретение нового оборудования для замены существующего.* Заявки на приобретение нового оборудования при организации производства новой продукции формирует обычно в машиностроении служба главного технолога. При замене морально и физически устаревшего оборудования в действующем производстве большую роль играют технологи цехов. В этом случае инициатива может исходить от тематических или рабочих групп. Во всех случаях заявки желательно согласовывать со службой ППР и ТО, которая владеет информацией об эксплуатационных свойствах оборудования различных фирм-производителей.

#### **5.2.4. Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений**

Система ТРМ требует обучения сотрудников, как в начале развертывания, так и в процессе реализации системы. Поэтому обучение и повышение квалификации операторов станков и персонала ремонтных подразделений является важным фактором при развертывании системы ТРМ. Персонал имеет разный уровень подготовки и не все могут иметь необходимые знания по эксплуатации, проверке и устранению неисправностей оборудования.

В процессе обучения должны быть изучены инструменты для выявления потерь и получены навыки их применения. Должны изучаться документы по конструкции и обслуживанию оборудования, требования и ин-

струкции по технике безопасности; передовые методы эксплуатации, обслуживания и ремонта оборудования; методы контроля состояния оборудования, продукции и пр.

Для реализации системы СООО операторы должны быть обучены методам обслуживания оборудования, проверки работоспособности оборудования. Операторы должны понимать, в каких случаях неисправность можно устранить самостоятельно, имея соответствующие навыки, а в каких случаях – вызвать работников ремонтных служб.

С большой эффективностью при реализации направлений ТРМ используется методика «Урок на одном листе» (On Point Lesson – OPL). Суть методики: каждый вопрос, предназначенный для самостоятельного изучения в течение 10 – 15 мин, излагается на одном листе.

Методика «Урок на одном листе» позволяет:

- передавать информацию – знания и навыки обслуживания оборудования, а также сведения по вопросам его обслуживания и улучшения;
- расширять область знаний и приобретать навыки в короткие сроки, когда это необходимо;
- повышать уровень осведомленности о производственном процессе.

Листки в зависимости от своего назначения делятся на три вида:

1) *листок, содержащий базовые знания*: сведения, необходимые для ежедневной производственной деятельности или для развертывания ТРМ;

2) *листок с примером устранения причины проблемной ситуации*: в нем рассматривается практический опыт устранения какой-нибудь неисправности (поломки, случая брака и т. д.) и даются рекомендации, что нужно ежедневно делать, чтобы ситуация не повторялась;

3) *листок с примером улучшения*: информация о принимаемых решениях, мерах и результатах практического улучшения систем и объектов в целях применения на аналогичных производственных участках.

Основной принцип методики – научить слушателей мыслить, самостоятельно выполнять задания и уметь разъяснять их содержание другим участникам рабочих групп, поддерживать обсуждение и делать его более ясным.

Применение методики позволяет делать учебные материалы менее громоздкими. Материалы должны разрабатываться специалистами, непосредственно занятыми в производстве.

Для разработки программ обучения должны быть созданы рабочие группы. Их участники должны определить тематику и структуру тренингов. К подготовке тренингов привлекаются технологи и механики, предоставляющие необходимую для обучения информацию. В процессе подготовки тренингов принимают участие и операторы производственных линий. При организации обучения применяют каскадный метод, метод пере-

дачи знаний и навыков по цепочке «координаторы – кураторы – лидеры – члены рабочих групп ТРМ».

### **5.2.5. Система управления разработкой и внедрением нового оборудования и нового продукта**

Состояние технологического оборудования влияет на эффективность работы системы «Точно вовремя». Для производства необходимы станки, которые функционируют тогда, когда требуется. Если на предприятии внедрена вытягивающая система производства «Точно вовремя», то поломка станка или нарушение хода производственного процесса может иметь катастрофические последствия, так как запасы незавершенной продукции минимальны. Ненадежные станки и механизмы требуют изготовления изделий партиями, ведут к росту незавершенного производства и затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Конструкция оборудования должна обеспечивать быструю регулировку, смену инструмента и оснастки для осуществления быстрого перехода на выпуск новых изделий, в соответствии с полученным заказом.

Поэтому одним из факторов улучшения деятельности предприятия при использовании системы ТРМ является повышение эффективности использования имеющегося оборудования за счет его непрерывного улучшения и проектирования нового оборудования с учетом полного жизненного цикла с последующим выводом его в кратчайшие сроки на полную проектную мощность.

В этих целях, с учетом перехода на самостоятельное обслуживание оборудования оператором, переосмысливаются задачи планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования. Обновленные (сокращенные, но обладающие более высокой квалификацией) ремонтные службы предназначаются для ведения среднего и капитального ремонтов, модернизации оборудования, а также для устранения серьезных аварий. Усиливается информационное обеспечение, предполагающее консолидацию технической документации, компьютерный учет и анализ всех видов простоев оборудования и их причин.

Большинства возникающих при производстве продукции проблем можно было бы избежать, если правильно сконструировать или выбрать оборудование, легкое в эксплуатации и обслуживании, и разработать изделие, легкое в изготовлении.

Все проекты, связанные с разработкой новой продукции, классифицируют следующим образом:

- *инновационные проекты* (представляют собой разработки новых технологий или видов продукции);

- *реновационные проекты* (направлены на изменение существующих видов продукции);
- *проекты, связанные с продуктивностью* (реализуются для повышения эффективности работы или снижения себестоимости продукции без изменения ее качества). К проектам такого типа относится, например, поиск новых поставщиков с более выгодными условиями поставки или сокращение времени перехода от производства изделий одного вида, на изделия другого вида.

### **5.2.6. Система обслуживания, ориентированная на качество**

Цель этого направления – обеспечение высокого качества продукции и оборудования и достижение «нуля брака».

Всеобъемлющий контроль качества в рамках системы ТРМ разворачивается после того, как будет реализован четвертый шаг внедрения направления СООО – общая инспекция, предназначенная для поддержания таких производственных условий, при которых становится возможным выпускать 100 % качественной продукции. На этом этапе проверке подвергаются все узлы оборудования, кроме того, проверяется затяжка болтов и гаек, регулярно проводится смазка оборудования. Результатом подобного контроля станут уменьшение числа сбоев в работе оборудования и повышение его надежности. Для обеспечения выпуска качественных изделий должна быть внедрена система контроля за точностью работы оборудования. Необходима также система контроля материалов и полуфабрикатов в ходе производственного процесса. При выполнении данных работ применяются измерительные устройства, статистические методы, контрольные листки и пр. Должна быть разработана система проверки и корректировки документации с описанием технологических процессов, например, в случае изменения параметров или при применении нового оборудования.

Высокий уровень качества изготовления изделий обеспечивается реализацией метода *дзидока* – *автономизации*. Есть две составляющие системы дзидока. Первая состоит в том, чтобы разделить человека и машину. Вместо наблюдения за одной машиной оператор должен был наблюдать за двумя, следить, чтобы обе работали. Так было с тремя, четырьмя и большим количеством машин. Вторая часть дзидока – концепция создания стопроцентного качества в любое время на протяжении всего процесса, без необходимости дальнейшего контроля. Это значит, что должен быть такой процесс, ключевые составляющие которого можно было контролировать в любое время. Для исключения ошибок операторов и других участников производственного процесса используются устройства от ошибок *пока-ёкэ*. Это различные технические устройства, позволяющие обнаружить ошибки

оператора или нарушение нормальной работы станка и сигнализировать с помощью светового (звукового) средства или остановить станок.

### **5.2.7. Система обеспечения безопасности при техническом обслуживании оборудования**

Система ТРМ не должна вступать в противоречие с нормами техники безопасности, охраны труда и экологии. Исходя из этих соображений, следует наметить общие направления совершенствования системы ТРМ и следовать им при определении задач для отдельных участков и подразделений. Техническое обслуживание оборудования охватывает самые разнообразные виды работ. Это и принятие мер в случае внезапных аварийных отказов оборудования, и периодические проверки, и ремонт, и модернизация оборудования в целях повышения его технических возможностей и продления срока службы и др.

Для обеспечения безопасности труда во время проведения работ по техническому обслуживанию оборудования следует учитывать все факторы, потенциально опасные для здоровья человека. Предотвращение несчастных случаев – одна из целей ТРМ.

Несчастные случаи возникают в соответствии с принципом Генриха (Heinrich) – 1:29:300. Этот принцип означает, что на 1 несчастный случай приходится 29 случаев мелкого травматизма (по той же причине) и 300 происшествий, не повлекших травм (по той же причине). Другими словами, если не происходит инцидентов, нельзя из этого факта делать вывод, что охрана труда на высоте: они отсутствуют по чистой случайности и могут произойти в любой момент, поскольку на данном участке скопилось огромное количество факторов, которые при определенном стечении обстоятельств могут привести к несчастному случаю. Этими причинами являются мелкие дефекты, которые часто не выявляются или им не уделяют внимания. Фирма DuPont приводит такие данные, полученные статистическими методами, по разным отраслям промышленности: на 1 смертельный исход приходится 30 тяжелых травм, 300 легких травм, 3 тыс. оказания первой помощи и 30 тыс. небезопасных действий и условий труда. Только устранив эти 30 тыс. возможностей, можно избежать тяжелых травм и травм со смертельным исходом.

В целях обеспечения безопасности при осуществлении технического обслуживания оборудования следует выполнять следующие правила:

- 1) обезопасить подходы и место для работы по обслуживанию;
- 2) выяснить, является ли простой схема разборки-сборки;
- 3) определить, насколько удобно производить замену деталей в случае поломки и других неисправностей;
- 4) установить, насколько технологична смазка оборудования;

5) знать, обладает ли персонал, производящий техническое обслуживание, требуемыми знаниями и квалификацией;

б) выполнить работу по прогнозированию возникновения опасности и мест, источников опасности.

Значительного повышения уровня техники безопасности можно получить за счет *системы взаимной ответственности* – каждый работник обязуется отвечать за безопасность двух коллег. Чаще всего в такие группы из трех человек объединяются сотрудники одного отдела или цеха.

Для выявления возможности появления опасности при обслуживании оборудования применяют технику обучения персонала прогнозированию опасности.

Обучение прогнозированию опасности (KYT – Kiken Yobou Toreningu) выполняется с помощью методики 4R, которая осуществляется в четыре приема. Методика 4R подразумевает применение фотоснимков объектов и подготовку соответствующих иллюстраций. Такое обучение ориентировано на формирование навыков обнаружения опасных факторов, скрытых в оборудовании и приемах работы. Оно позволяет научиться выработать соответствующие меры.

Методика 4R реализуется в следующем порядке:

1R: Какая здесь кроется опасность?;

2R: Опасные факторы;

3R: Что бы вы сделали?;

4R: Мы сделаем так.

Эту технику необходимо применять в ходе поэтапного развертывания работы по организации охраны труда вместе с методикой *красных ярлыков*.

Работа по организации системы охраны труда будет еще более эффективной, если в ней применить три инструмента командной работы в малой группе.

Тремя инструментами активизации работы по организации системы охраны труда являются:

1) рабочая (информационная) доска;

2) методика «Урок на одном листе»;

3) деятельность по прогнозированию опасности (KYK – Kiken Yobou Katsudou).

На рабочей доске отражаются содержание и результаты текущей работы по организации системы охраны труда.

На рабочей доске может отображаться следующая информация.

1) Политика высшего руководства:

- плановые задания;
- мероприятия.

2) Показатели развития:

- план;
- реальные достижения.

3) Достигнутые успехи:

- достигнутый коэффициент общей эффективности оборудования;
- результаты СООО и пр.

4) Предстоящие задачи:

- проекты по отдельным улучшениям;
- проекты в области СООО и т. д.

5) Результаты самооценки продвижения.

6) Листы «Урок на одном листе».

Листы «Урок на одном листе» позволяют легко понять, каковы ключевые факторы системы охраны труда. По ним можно изучать примеры несчастных случаев. Лучше всего их использовать на утренних планерках.

Деятельность по прогнозированию опасности (КΥК) является следующим шагом после развития системы КΥТ. Ее цель – привнесение безопасности в работу, и заключается она в прогнозировании и принятии мер в отношении безопасности в повседневной деятельности.

### **5.3. Этапы развертывания и организационная структура системы ТРМ**

#### **5.3.1. Этапы развертывания системы ТРМ**

При внедрении системы ТРМ важен процесс её развертывания. Если процесс развертывания организован неправильно, то ожидаемый эффект будет минимальным. Поэтому в ТРМ повышенное внимание уделяется выработке последовательности действий и формированию организационной структуры по продвижению этой системы.

Развертывание ТРМ выполняется за 4 этапа (12 шагов):

Этап I. **Подготовка.** Этап состоит из пяти шагов:

1) Провозглашение высшим руководством решения о внедрении системы ТРМ.

2) Обучение персонала методам внедрения ТРМ.

3) Создание организационной структуры для продвижения ТРМ и утверждение предварительного регламента деятельности.

4) Определение политики и целей ТРМ.

5) Разработка генерального плана продвижения ТРМ.

Этап II. **Начало.** Этап состоит из одного шага:

6) Объявление о начале внедрения ТРМ.

Этап III. **Внедрение.** Этап состоит из пяти шагов:

7) Создание системы повышения эффективности производственного сектора:

- отдельные улучшения.
- самостоятельное обслуживание.
- плановое обслуживание.
- повышение мастерства эксплуатации и обслуживания.

8) Создание системы управления оборудованием на начальном этапе его работы и системы разработки новой продукции.

9) Создание системы обеспечения качества.

10) Создание системы повышения эффективности функционирования непромышленных подразделений.

11) Создание системы поддержания благоприятной окружающей среды и безопасных условий труда.

Этап IV. **Закрепление.** Этап состоит из одного шага:

12) Завершение внедрения ТРМ, подъем ТРМ на новый уровень.

### **5.3.2. Организационная структура продвижения ТРМ**

Развертывание ТРМ на предприятии начинается с формирования организационной структуры её продвижения.

На высшем уровне организационной структуры располагается Совет ТРМ, на уровне крупных подразделений – малые советы ТРМ, на каждом уровне создаются малые группы, области деятельности которых частично пересекаются. Методическую помощь по развертыванию системы ТРМ на предприятии должны оказывать внешние консультанты, имеющие опыт внедрения и использования системы на практике.

Продвижение системы ТРМ осуществляется с помощью структуры управления, в которой взаимодействие «по горизонтали» осуществляется между малыми группами одного уровня, а «по вертикали» – между соподчиненными подразделениями в иерархически организованной структуре предприятия.

**Совет ТРМ** – высший орган продвижения этой системы. В его состав входят руководители предприятия и подразделений, менеджеры и специалисты. Руководит деятельностью Совета ТРМ избираемый председатель, которым обычно становится представитель высшего руководства предприятия. Численность Совета ТРМ зависит от общего числа сотрудников предприятия. Руководителями малых советов ТРМ являются руководители подразделений, в состав входят руководители и специалисты среднего звена.

Советом ТРМ вырабатывается и уточняется политика предприятия в области развертывания системы ТРМ, цели и задачи ее продвижения, принимаются решения по текущим вопросам, контролируется их выполнение. Заседания Совета ТРМ проводятся ежемесячно.

Командная работа в рамках малых групп, в которые организован весь персонал предприятия, является основой работы по ТРМ.

**Малые группы** формируют в каждом подразделении предприятия, на всех организационных уровнях. Лидер каждой группы, являясь одновременно членом группы более высокого уровня, выполняет функцию соединительного звена между ними.

В малых группах обсуждаются планы деятельности групп, ставятся цели, распределяется ответственность за их достижение, осуществляется текущий контроль деятельности. Участники малых групп вырабатывают модели самостоятельного обслуживания оборудования операторами, участвуют в осуществлении отдельных улучшений и ведут другие работы, предусмотренные типовой процедурой развертывания системы ТРМ. Собрания малых групп проводятся раз в неделю.

Малые группы в зависимости от организационного уровня и вида выполняемых работ могут быть проектными, модельными, тематическими и рабочими.

**Проектные группы** создаются для того, чтобы руководители верхнего и среднего уровня осуществили мероприятия по СООО и отдельным улучшениям на выбранном (модельном) оборудовании. Оборудование выбирается в соответствии с техническим состоянием, затратами на ремонт, с учетом планов по техническому перевооружению предприятия. Результаты работы проектных групп в виде конкретных инструкций, предложений, опыта реализации СООО, анализируются и используются в работе модельных групп. Главный результат проектных групп – показать принципиальную возможность достижения целей ТРМ. Проектные группы завершают свою работу до объявления о начале внедрения системы ТРМ.

**Модельные** группы создаются в каждом производственном подразделении для реализации и отработки мероприятий, полученных проектными группами. В состав модельных групп входят руководители среднего звена, специалисты, представители ремонтных служб и некоторые операторы. Перед началом работы модельных групп все участники должны пройти обучение навыкам продвижения системы ТРМ. Помощь в освоении системы ТРМ должны оказывать кураторы из числа членов модельных групп. Для каждой группы выбирается модельное оборудование. Навыки и результаты по развертыванию системы ТРМ, полученные при работе модельных групп, должны использоваться участниками рабочих групп.

**Тематические группы** ведут деятельность по продвижению системы ТРМ по отдельным направлениям. Они состоят из менеджеров и специали-

стов предприятия, разрабатывающих планы развертывания системы ТРМ и приводящих эти планы в жизнь.

Тематические группы создаются для того, чтобы осуществить в масштабах всего предприятия по каждому направлению анализ текущего состояния, постановку ближайших и долгосрочных целей, планирование деятельности, помощь участникам рабочих групп и контроль достижения намеченных целей.

Например, цель деятельности тематической группы по направлению самостоятельного обслуживания оборудования операторами – обеспечить самостоятельное содержание операторами собственного оборудования в работоспособном состоянии, тематической группы по направлению отдельных улучшений – повышение эффективности использования ресурсов всех видов за счет рационализации и снижения или сведения к нулю потерь всех видов и т. д.

Участники тематических групп должны регулярно отчитываться о проделанной работе на заседаниях Совета ТРМ.

**Рабочие группы** создаются на низовом организационном уровне, на производственных участках. Лидером группы является бригадир (звеньевой), участниками – операторы станков. Участники рабочих групп реализуют все разработанные мероприятия по системе ТРМ на конкретном оборудовании, которое используется при изготовлении продукции. Методическую помощь в работе оказывают кураторы из числа участников модельных групп. Деятельность операторов контролируется представителями тематических групп.

Ключевым элементом организационной структуры продвижения системы ТРМ является **секретариат Совета ТРМ**. Руководитель секретариата избирается членами Совета ТРМ или назначается руководством предприятия. В состав секретариата входят несколько человек из числа членов Совета ТРМ.

Секретариат ТРМ выполняет следующие функции:

- обеспечивает работу Совета ТРМ и малых групп;
- организует обучение навыкам освоения системы ТРМ на каждом уровне организации;
- поддерживает деятельность малых групп на всех уровнях предприятия;
- проводит информационные кампании с использованием досок объявлений, раздаточных материалов, плакатов, лозунгов и пр.;
- организует разработку базовых принципов, целей и генерального плана развертывания ТРМ, осуществляет контроль продвижения системы ТРМ;
- информирует о продвижении ТРМ с использованием внутрифирменных средств коммуникаций и бюллетеней ТРМ;

- готовит график проверок состояния дел на предприятии высшим менеджментом и программу освоения системы СООО;
- взаимодействует с внешними консультантами по правилам ТРМ, оценивает результаты выполненной работы и подает заявку на участие в конкурсе на присвоение звания «Лауреат ТРМ» или получения премии ТРМ.

Секретариат также отвечает за продвижение системы ТРМ в тех направлениях, для которых не созданы тематические группы.

### **Контрольные вопросы**

1. *Дайте определение понятию «Система всеобщего производительного обслуживания оборудования» (ТРМ).*
2. *Назовите виды потерь в системе ТРМ.*
3. *Назовите направления развертывания системы ТРМ.*
4. *Объясните структуру коэффициента общей эффективности оборудования (ОЕЕ).*
5. *Назовите условия для внедрения системы ТРМ.*
6. *Назовите факторы повышения эффективности от внедрения системы ТРМ.*
7. *Какие работы выполняются на этапе отдельных улучшений производительности оборудования?*
8. *В чем заключается сущность системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами?*
9. *Какие мероприятия выполняются при реализации направления «Система планового обслуживания оборудования»?*
10. *Раскройте сущность методики пять вопросов «Почему?».*
11. *В чем сущность принципа Генриха?*
12. *Опишите методику 4R.*
13. *В чем заключается сущность системы взаимной ответственности?*
14. *Опишите методику «Урок на одном листе».*
15. *Назовите этапы развертывания системы ТРМ.*
16. *Приведите организационную структуру продвижения ТРМ.*
17. *Какие работы выполняют проектные группы?*
18. *Назовите цели работы модельных групп.*
19. *Назовите цели деятельности тематических групп.*
20. *На каком организационном уровне создаются рабочие группы, назовите цели и задачи их деятельности.*
21. *Назовите функции секретариата ТРМ.*

## 6. СИСТЕМА БЫСТРОЙ ПЕРЕНАЛАДКИ

*Система быстрой переналадки оборудования* – это инструмент бережливого производства, представляющий собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования.

Следует подчеркнуть, что практически во всех случаях применение данной системы позволяет значительно сократить время переналадки, однако она не может гарантировать сокращение времени всех процессов наладки до десяти минут и менее. В свою очередь, сокращение времени переналадки дает предприятию и её рабочим множество преимуществ.

Быстрая переналадка оборудования – это русская интерпретация термина SMED (Single Minute Exchange of Dies – быстрая замена штампов). Изначально эта система была разработана для того, чтобы оптимизировать операции замены штампов и переналадки соответствующего оборудования, однако принципы быстрой переналадки можно применять ко всем типам процессов.

Разновидности SMED:

- *single-digit setup* – однозарядная переналадка. Переоснастка оборудования за время, не превышающее 10 мин;
- *one touch exchange of die* (OTED) – смена штампа в одно касание. Буквально – смена штампа одним движением, например, нажатием кнопки; в более широком смысле – очень простая процедура проведения переналадки.

Быстрая переналадка демонстрирует действительно новый взгляд на процесс переналадки. Ее создатель, Сигео Синго, посещая производства и наблюдая, что и как рабочие делают во время переналадки оборудования, понял, что все необходимые при переналадке действия можно и нужно производить за короткие отрезки времени.

Система SMED основывается как на теории, так и на многолетней экспериментальной практике. Она представляет собой научный подход к сокращению времени переналадки, который можно применить на любом предприятии и любом оборудовании

*Переналадка* – процесс подготовки оборудования к переходу от производства одного вида продукции к другому (например, штамповочного прессы, машины для литья или конвейера) путем замены деталей, пресс-форм, матриц, зажимных приспособлений и т.п.

*Время переналадки* – это промежуток между завершением производства последнего изделия предыдущей партии до выхода из производства первого годного изделия после переналадки.

Существует два фундаментально различных типа операций переналадки: внутренние и внешние.

*Внутренние операции по переналадке* – это операции, которые можно производить только на отключенном оборудовании (установка и снятие штампов).

*Внешние операции по переналадке* – это действия, которые можно выполнять без отключения оборудования (доставка новых штампов к прессу, подготовка элементов крепления и пр.).

Обычно процедуры переналадки представляются как бесконечно разнообразные, зависящие от операции и типа используемого оборудования. Однако, если проанализировать эти процессы с другой точки зрения, то можно увидеть, что все операции переналадки состоят из некоторой последовательности шагов.

При традиционном способе переналадки распределение времени обычно соответствует следующему соотношению (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Операции и их доли времени при переналадке

Операция	Доля времени, %
1. Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т. д.	30
2. Установка и снятие инструмента, заготовок и т. д.	5
3. Измерения, установка параметров, калибровка	15
4. Пробные прогоны и корректировки	50

Применение системы быстрой переналадки позволяет значительно сократить время выполнения операций переналадки.

Рассмотрим каждую операцию переналадки подробнее.

*1) Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т. д.*

На данном этапе идет проверка наличия в нужном месте и пригодности к работе всех материалов и инструмента. В этот этап также включается период после обработки, в ходе которого изделия снимают с оборудования и перевозят на место хранения, время на чистку оборудования и т. д.

*2) Установка и снятие инструмента, заготовок и т. д.*

На этом этапе выполняют операции снятия изделий и инструмента после завершения обработки и установки деталей и инструмента для следующей партии.

*3) Измерения, установка параметров, калибровка*

Выполняются все измерения и калибровки, которые надо производить для выполнения производственной операции – центровка, разметка и т. д.

*4) Пробные прогоны и корректировки*

Данные процедуры производятся во время обработки пробного изделия. Частота и длительность пробных прогонов и корректировки опреде-

ляются квалификацией инженера-наладчика. Самые большие сложности в операциях переналадки заключаются в правильной регулировке оборудования. Самая большая доля времени пробных прогонов связана с такими проблемами регулировки.

Подход к рационализации процесса переналадки оборудования, предлагаемый бережливым производством, представляет собой поэтапный процесс.

Этапы внедрения системы быстрой переналадки представлены на рис. 6.1.

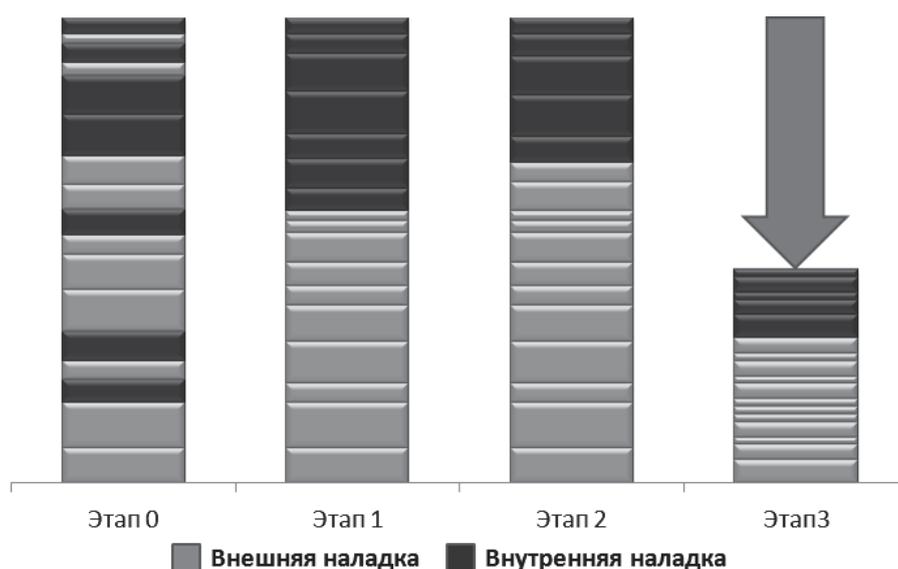


Рис. 6.1. Этапы внедрения системы быстрой переналадки

Рассмотрим подробнее каждый из этапов внедрения.

**Этап 0.** Внутренние и внешние операции явно не выражены.

При проведении переналадки по традиционной схеме внешние и внутренние операции не различаются. То, что могло бы производиться как внешняя операция, производится как внутренняя.

При внедрении системы быстрой переналадки надо очень тщательно изучать все операции на рабочем месте. Одним из подходов изучения будет непрерывный анализ производства, выполняемый с секундомером в руках.

Другая возможность – исследование фактических условий в цехе путем интервьюирования рабочих.

Лучший метод – видеосъемка всего процесса переналадки. Он будет чрезвычайно эффективен, если запись показать рабочим сразу по завершении переналадки. Если дать рабочим высказаться, то это часто дает четкое, полезное понимание проблем. Во многих случаях такое новое понимание удастся применить на практике немедленно.

Хотя многие консультанты выступают за глубокий анализ производства с целью улучшения процесса переналадки, на самом деле неофициального наблюдения и обсуждения с рабочими часто вполне достаточно.

#### Этап 1. *Разделение процедур внутренней и внешней переналадки.*

Наиболее важный шаг при внедрении данного инструмента – провести различия между внутренними и внешними действиями по переналадке. Очевидно, что подготовка деталей, обслуживание и т. д. необязательно производить с отключением оборудования. Тем не менее, удивительно, насколько часто делается именно так.

Если же провести специальные исследования по переводу как можно большего числа операций с внутренних на внешние, то время внутренних операций, выполняемых при отключенном оборудовании, обычно удается сократить на 30 – 50 %. Таким образом, четкое понимание *различий* между *внутренними* и *внешними* действиями – суть системы быстрой переналадки.

#### Этап 2. *Преобразование внутренних действий во внешние.*

На втором этапе необходимо проверить все операции с целью выяснить, не воспринимаются ли какие-либо действия ошибочно как внутренние, найти способы преобразования этих операций во внешние. Сюда можно отнести, например, операцию подогрева, которая ранее производилась только после начала переналадки, и операцию центровки, которую можно выполнить до начала производства.

Этап 3. *Упростить все элементы операции переналадки.* Хотя иногда, путем простого преобразования внутренних действий во внешние, удается уложиться менее чем за 10 мин, но в большинстве случаев это невозможно. Именно поэтому нужно сначала приложить целенаправленные усилия по упрощению всех элементарных внутренних и внешних операций. Таким образом, на этапе 3 нужен подробный анализ каждой элементарной операции.

Произвести упрощение возможных процедур переналадки можно, применив различные организационные и технологические решения.

К таким решениям относятся:

- снижение или устранение регулировочных работ;
- применение быстросъемных фиксаторов, функциональных зажимов, снижение или полное устранение крепежа;
- применение стандартного инструмента и операций;
- применение параллельных операций;
- использование дополнительных приспособлений;
- использование числовых установочных параметров;
- применение средств механизации.

Необходимо также отметить, что для более успешного внедрения системы SMED необходимо на предварительном этапе создать рабочую группу по внедрению, куда должны входить представители всех заинтере-

сованных служб предприятия, а на завершающем этапе необходимо произвести стандартизацию полученных результатов, разработать стандартные операционные процедуры для повсеместного внедрения данного инструмента на предприятии.

Появление и совершенствование технологии быстрой переналадки неразрывно связано с развитием концепции бережливого производства, а точнее Производственной системы компании Toyota. Именно на заводах этой компании в 1969 г. были предприняты первые радикальные шаги по сокращению времени переналадки оборудования.

Чтобы сократить время переналадки, необходимо не только разделить её процедуры на внутренние и внешние, но и попытаться преобразовать как можно *больше* работ по внутренней переналадке во *внешнюю*. Именно это решение позволяет существенным образом повысить эффективное время использования оборудования путем сокращения его простоев на переналадку.

Сущность технологии быстрой переналадки гораздо глубже, чем чисто техническое решение по быстрой смене инструмента или оснастки, так как именно она лежит в основе высокой гибкости и клиентской ориентированности организации, следующей принципам бережливого производства и способной без потерь производить продукцию малыми партиями.

С уменьшением удельных затрат на переналадку снижаются затраты, связанные с хранением запасов, и объем партии изделий. Чтобы понять эту взаимосвязь, обратимся к рис. 6.2.

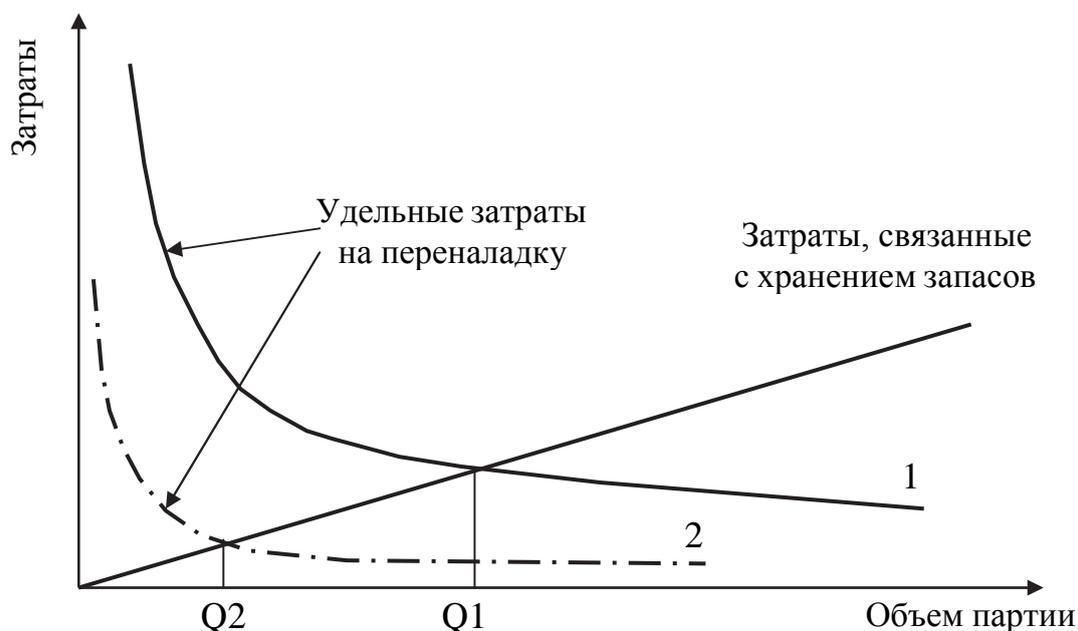


Рис. 6.2. Изменение экономически целесообразного объема партии в зависимости от затрат на переналадку

Если уровень удельных затрат на переналадку лежит в пределах кривой 1, то экономически обоснованная партия продукции находится в области пересечения этой кривой с функцией затрат на хранение запасов и равна  $Q_1$ .

В случае, если удастся сократить время на переналадку до уровня кривой 2, экономически целесообразная партия продукции станет существенно меньшей и будет располагаться в области  $Q_2$ .

Таким образом, освоение технологии быстрой переналадки имеет следующие преимущества:

1) позволяет стереть грани между мелкосерийным и крупносерийным производством (с точки зрения затрат времени на переналадку в расчете на одно изделие);

2) обеспечивает гибкость и ориентированность производства на заказ клиента;

3) сокращает такие потери, как:

- перепроизводство (запасы полуфабрикатов и готовой продукции);
- транспортировка и перемещение избыточных запасов;
- ожидания (простои оборудования и операторов при переналадке);
- выпуск брака (при переналадке и регулировке оборудования);
- поиски (инструмента, оснастки);

4) дает возможность повысить эффективность производства за счет:

- сокращения потерь;
- выпуска продукции мелкими партиями, т. е. «под заказ»;
- сокращения потребности в высококвалифицированных наладчиках;
- развития и использования творческого потенциала сотрудников.

## **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятию «система быстрой переналадки (SMED)».

2. Кто разработал теоретические основы и применил на практике систему быстрой переналадки оборудования?

3. Дайте определения понятий «внешние» и «внутренние» операции по переналадке оборудования.

4. Назовите этапы реализации системы SMED.

5. Какие решения применяются для снижения времени переналадки оборудования?

6. Как связаны удельные затраты на переналадку, затраты на хранение запасов с объемом партии изделий?

7. Назовите преимущества использования системы SMED.

## 7. СИСТЕМА «КАНБАН»

Система «Канбан» – это система управления, реализующая основной принцип производственной системы «Точно вовремя» – производить только необходимую продукцию в требуемом количестве и в нужное время.

На японском языке слово «канбан» обозначает «бирка» или «знак». Канбаном называется контрольная *карточка*, используемая при вытягивающем производстве. Это своеобразный наряд-заказ на выполнение работы, который сопровождает любое изделие. Каждая такая карточка прикрепляется к детали или узлу, информируя о том, откуда поступила та или иная деталь и куда она должна быть перемещена дальше.

Канбан является средством информационной системой, которая объединяет завод в единое целое, устанавливает связи между различными процессами и координирует поток создания ценности в соответствии с потребительским спросом.

Канбан содержит информацию, которая может быть разделена на три категории:

- информация о получении продукции;
- информация о транспортировке;
- информация о самой продукции.

Таким образом, можно выделить следующие функции канбан:

- 1) Предоставляет информацию о месте и времени получения и транспортировке продукции.
- 2) Предоставляет информацию о самой продукции.
- 3) Предотвращает перепроизводство и использование лишнего транспорта.
- 4) Используется в качестве заказа на работу.
- 5) Предотвращает производство дефектной продукции, выявляя, на каком именно этапе появляются дефекты.
- 6) Обнаруживает существующие проблемы и помогает контролировать объемы производства.
- 7) Является средством предоставления информации, которая связывает предыдущий и последующий процессы на каждом уровне.

Существует два вида системы «Канбан»: тарный и бумажный.

1) Тарный канбан представляет из себя единицу тары, на которой находится бирка канбан. Бирка на контейнере закреплена жестко и имеет следующее содержание:

- наименование детали;
- номер детали;
- количество деталей;
- адрес получателя детали;
- адрес отправителя детали.

Недостаток тарного канбана – требуется дополнительное количество тары на каждую единицу детали или комплектующего изделия при создании склада.

2) Бумажный канбан представляет из себя карточку, на которой указываются:

- адрес отправителя детали;
- наименование детали, номер детали, количество деталей или комплектующих изделий, необходимое для поставки по адресу получателя;
- адрес получателя детали.

На карточке может быть помещен штрих-код для считывания или автоматического выставления счета.

Карточки, в зависимости от назначения, могут иметь различную окраску.

Помимо карточек в роли канбан могут выступать треугольные металлические таблички, цветные шары, электронные сигналы или любые другие средства, способные передать требуемую информацию и защищающие её от искажения.

Независимо от формы, канбан выполняют в производстве две функции. С помощью канбан получают указания на производство или перемещение изделий.

В первом случае используется канбан *производства* (канбан изготовления или канбан производственного заказа). Во втором – канбан *отбора* (канбан перемещения или канбан изъятия).

*Канбан производства* (Production Kanban) сообщает предыдущему процессу вид и количество продукции, которую надо изготовить для следующего процесса. В простейшем виде канбан обозначает один контейнер деталей, который предыдущий процесс изготовит для супермаркета изделий, нужных последующему процессу.

*Канбан отбора* (Withdrawal Kanban) дает разрешение на передачу изделий следующему процессу. Часто этот вид канбан принимает две формы:

- *внутренний* канбан, или *межпроцессный* канбан (для изъятия изделий из внутренних процессов);
- канбан *поставщика* (для изъятия материалов или комплектующих изделий у внешнего поставщика).

На рис. 7.1 представлен пример карточки отбора. В карточке отбора указываются вид и количество изделий, которые должны поступить с предшествующего участка.

Супермаркет Шифр 337-40 Стеллаж №21 изделия		Предшествующий участок  <b>ПЦВК</b>  Последующий участок  <b>Участок сборки</b>
Код 337.1111055-20 детали		
Наименование кулачковый вал детали		
Вместимость тары	Код тары	
4	7456-4132	20

Рис. 7.1. Пример карточки отбора

На рис. 7.2 представлен пример карточки производственного заказа. В карточке производственного заказа (карточка заказа) указаны вид и количество продукции, которая должна быть изготовлена на предшествующей технологической стадии.

Супермаркет Шифр 337-40 Стеллаж №21 изделия		<b>Продуктовый центр кулачковый вал</b>
Код 337.1111055-20 детали		
Наименование кулачковый вал детали		
Объем партии	20	

Рис. 7.2. Пример карточки производственного заказа

В случае изготовления изделий крупными партиями используется *сигнальный* канбан, который прикрепляется к контейнеру с партией изделий.

Если детали из контейнера взяты до уровня, обозначенного прикрепленной карточкой, то начинает действовать заказ на их пополнение.

Существует два типа сигнальных карточек: *треугольная* (рис. 7.3) и *прямоугольная* (рис. 7.4).

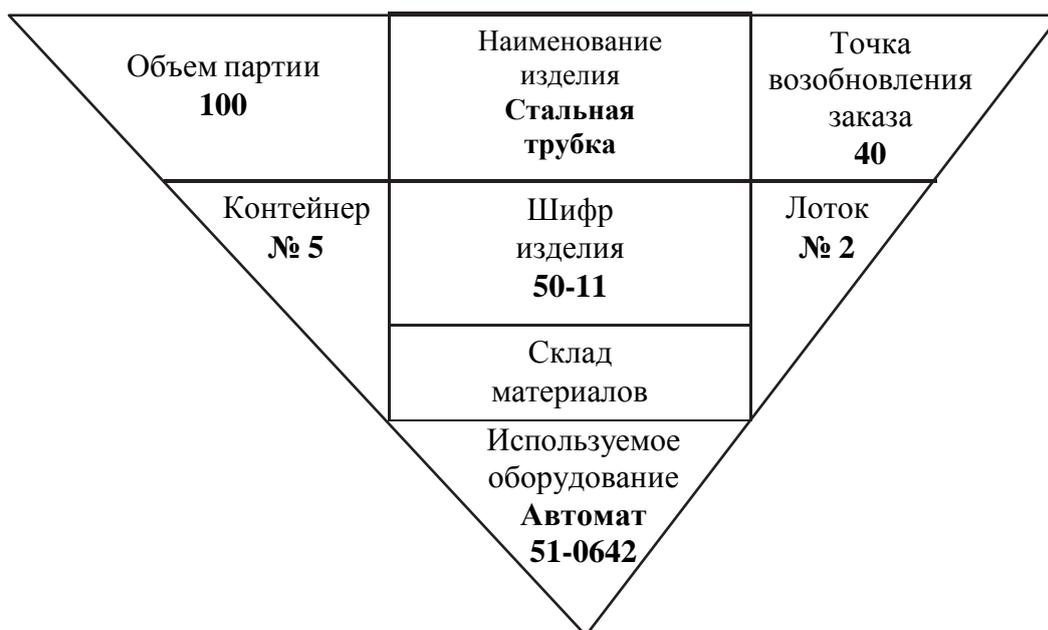


Рис. 7.3. Треугольная карточка – сигнальный канбан

Сигнальные карточки сигнализируют о возобновлении заказа. Треугольные сигнальные карточки используются для заказа деталей, с помощью четырехугольной делаются заявки на материалы.

Предшествующий участок	Склад материалов	⇒	Автомат 51-06442	Последующий участок
Шифр изделия	Ст 45		Наименование изделия	Трубка
Размер изделия	2000×40×6		Емкость лотка	20
Объем партии	100		Номер контейнера	5

Рис. 7.4. Сигнальный канбан на отпуск материалов

Сигнальные треугольные карточки используются совместно с обычными четырехугольными карточками заказа. В этом случае к каждому контейнеру с деталями полагается своя карточка заказа, и одновременно треугольные карточки размещаются в ячейках на пункте возобновления заказа.

Карточки «канбан-экспресс» применяются в том случае, если ощущается нехватка какой-то детали. Хотя известные карточки отбора и заказа решают ту же проблему, экспресс-карточка вводится в действие только при чрезвычайных обстоятельствах, например, когда надо доукомплектовать отбракованные узлы, при поломке станков, необходимости временно увеличить объем производства. Этот вид карточек может быть оформлен как карточки отбора или карточки заказа. Карточки изымаются сразу после доставки необходимых деталей.

Если две или более операции связаны между собой настолько, что могут рассматриваться как единая технологическая стадия, то необходимость обмениваться карточками канбан между ними отпадает. В подобном случае для этих процессов применяется единая карточка канбан, которую называют *сквозной*. Этот вид карточек может применяться на производственных линиях механической обработки, где каждое готовое изделие должно немедленно передаваться по транспортеру в дальнейшую обработку. Кроме того, эти карточки могут использоваться на таких производственных участках, как термообработка, нанесение гальванопокрытий, окраска.

Единая карточка отбора может также использоваться и как карточка производственного заказа, если два участка размещены рядом и за оба отвечает один и тот же мастер.

В системе «Канбан» на предыдущих этапах производства выпускается ровно столько деталей, сколько было изъято последующим процессом. Закончив один процесс, рабочие изымают детали у предыдущего процесса. Они берут столько, сколько нужно, и тогда, когда нужно. Сигналом для изъятия служит заказ потребителя. Такая система производства называется *вытягивающей*.

Для реализации принципа «точно вовремя» с помощью карточек канбан необходимо соблюдать ряд правил.

*Правило 1.* Последующий технологический этап должен «вытягивать» необходимые изделия с предшествующего этапа в необходимом количестве, в нужном месте и строго в установленное время.

*Правило 2.* На участке производства выпускается такое количество изделий, какое «вытягивается» последующим участком.

*Правило 3.* Бракованная продукция никогда не должна поступать на последующие производственные участки.

*Правило 4.* Число карточек канбан должно быть минимальным.

*Правило 5.* Карточки канбан должны использоваться для приспособления производства к небольшим колебаниям спроса на продукцию.

Для внедрения системы «Канбан» необходимо формирование новой схемы работы складов:

- склад должен быть по возможности один и максимально приближен к рабочему месту;

- работа склада формируется по принципу магазина самообслуживания – транспортировщик движется по складу и сам собирает в тележку необходимые детали и сборочные единицы;
- детали и комплектующие в нужном количестве должны быть подготовлены для транспортировщика кладовщиком, одним из важных фактов является отсутствие пересчета.

Схема реализации системы «Канбан» представлена на рис. 7.5.

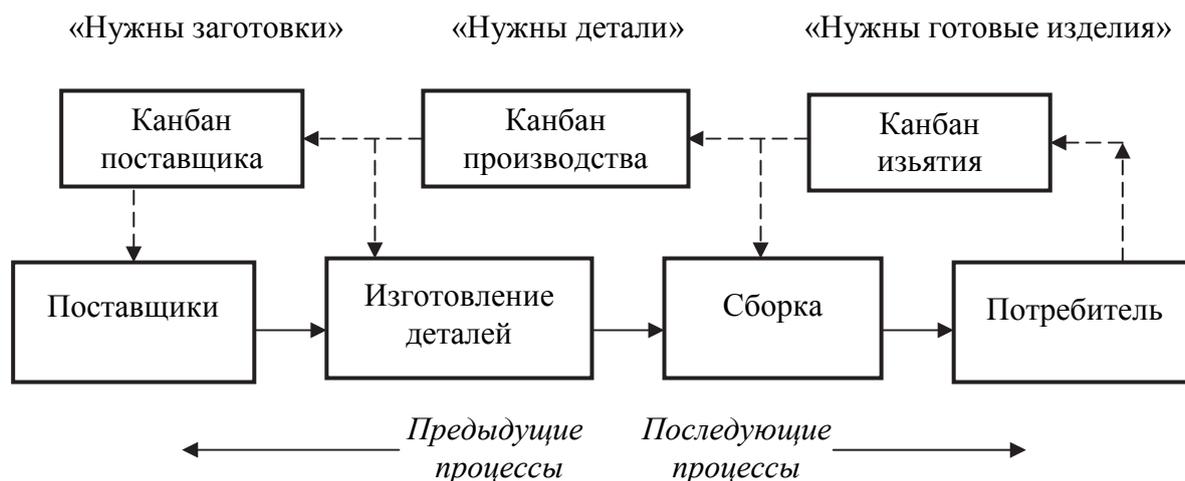


Рис. 7.5. Схема реализации системы «Канбан»

Применительно к бережливому производству метод «вытягивания» противопоставляется методу «выталкивания», при котором количество произведенной продукции зависит от прогнозируемых продаж.

Вытягивающая система обеспечивает более гибкий подход к производству, чтобы производить только необходимую продукцию в требуемом количестве и в нужное время. Такой подход позволяет избежать перепроизводства – основного источника потерь. Конечной целью в вытягивающей системе является достижение нуля канбанов, когда устраняется незавершенное производство. Другими словами, именно заказ покупателя запускает непрерывный производственный поток. В идеале в вытягивающей системе производственный процесс всегда совершенствуется.

Места хранения деталей, комплектующих, узлов и готовой продукции в системе «Канбан» называются *супермаркетами* – они работают по такому же принципу: возобновление предметов хранения осуществляется по мере необходимости и только в нужном количестве.

Такую систему также называют системой возмещения (восполнения) или вытягивающей системой типа *a*.

Супермаркеты располагают рядом с производственным участком (рис. 7.6).

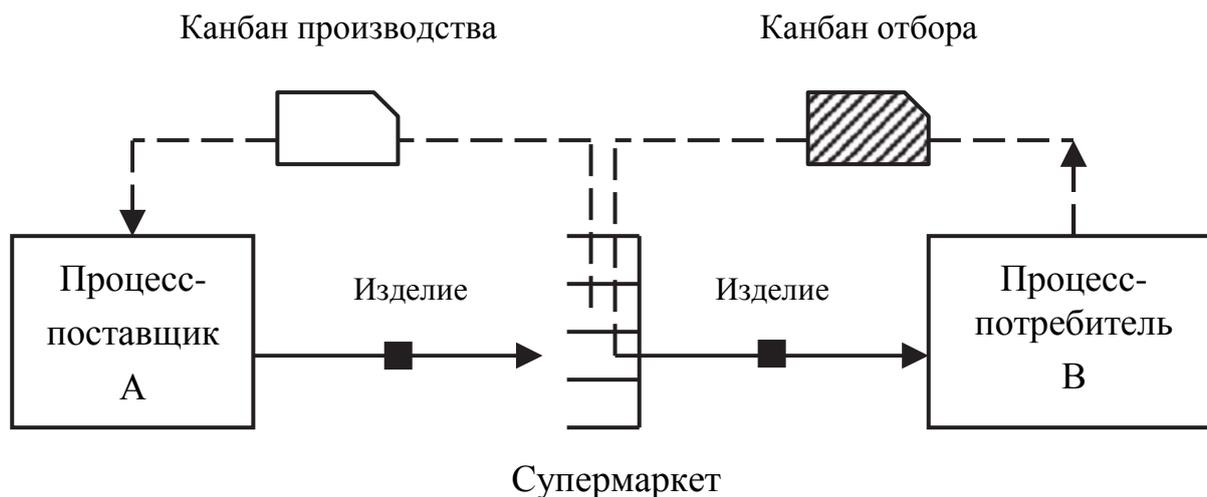


Рис. 7.6. Схема движения канбан с использованием супермаркета

В вытягивающей системе супермаркета на каждой стадии имеется склад – супермаркет, в котором хранится определенный объем каждого вида изготавливаемой на этой стадии продукции. На каждой стадии производится столько изделий, сколько было изъято из супермаркета. Канбан производства дает сигнал производству деталей, а канбан отбора – это список деталей, который указывает сотруднику, какие детали надо получить и доставить.

Недостатком вытягивающей системы супермаркета является то, что на каждой производственной стадии следует поддерживать запас всех видов производимых деталей, поэтому если это число велико, то практически реализовать данную систему невозможно.

В случае производства большого объема продукции и постоянства технологического процесса для всего семейства выпускаемых продуктов лучше использовать последовательную вытягивающую систему (вытягивающую систему типа *b*) которая основана на использовании метода ФИФО (FIFO – First In, First Out) – «Первым вошел – первым вышел».

При реализации этого метода деталь, первая поступившая на хранение или на обработку, первой выходит со склада или из процесса.

Метод ФИФО можно представить в виде наклонного желоба или транспортера, которые вмещают строго определенный объем заготовок или деталей. Процесс-поставщик заполняет желоб изделиями сверху, а процесс-потребитель изымает изделия внизу. Если желоб заполняется и больше места нет, то поставщик должен приостановить свою работу до тех пор, пока потребитель не использует некоторую часть изделий. Метод ФИФО позволяет предотвратить перепроизводство, так как изъятие одной детали из очереди автоматически сигнализирует процессу-поставщику, что надо изготовить дополнительно одну деталь.

Схема использования метода ФИФО представлена на рис. 7.7.

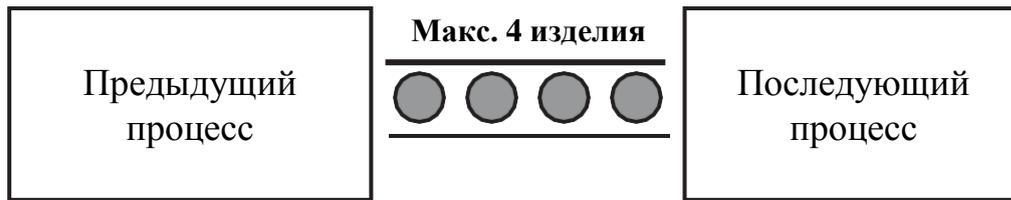


Рис. 7.7. Пример очереди ФИФО, в которой находятся четыре изделия

Применение последовательной вытягивающей системы позволяет снизить количество запасов; уменьшить риски срыва сроков исполнения заказа; упростить управление, а также быстрее выявить процесс, лимитирующий общую производительность системы.

Вытягивающую систему супермаркета и последовательную вытягивающую систему можно применять в комбинации в виде смешанной системы (вытягивающей системы типа *c*). Смешанная система может применяться в тех случаях, когда действует правило 80:20, т. е. когда небольшая доля видов деталей (примерно 20 %) составляет примерно 80 % ежедневного объема производства.

Планирование при применении системы «Канбан» состоит из следующих этапов:

- Этап 1. Определение количества карточек.
- Этап 2. Расчет времени такта.
- Этап 3. Определение количества операторов.
- Этап 4. Выравнивание производства.

Применение системы «Канбан» требует точного расчета необходимого количества карточек. Имеется несколько методов расчета карточек. В случае двухкарточной системы определяют количество карточек отбора и карточек производственного заказа. Сколько карточек – столько контейнеров (поддонов) с изделиями, циркулирующими между участками снабжения и потребления.

Емкость одного контейнера определяет минимальный уровень производственного запаса, поэтому их количество однозначно отражает потребность в изделиях. Количество контейнеров рассчитывается исходя из времени выполнения заказа. Достаточным считается количество карточек, необходимых для покрытия ожидаемого спроса в течение времени выполнения заказа, плюс некоторое дополнительное резервное количество.

Количество карточек канбан можно рассчитать по формуле

$$n = \frac{DT(1+S)}{C},$$

где  $n$  – количество карточек;  $D$  – среднее количество деталей, потребляемых последующим участком в единицу времени;  $T$  – время выполнения заказа;  $S$  – резервный запас, выраженный в процентах относительно ожидаемого спроса за время выполнения заказа (обычно 10 %);  $C$  – емкость тары.

Важной характеристикой управления производством является время такта.

**Время такта** (takt time) – промежуток времени, в течение которого потребитель хочет получать единицу годной продукции.

Время такта вычисляется путем деления суммарного полезного рабочего времени за смену (в секундах) на объем спроса продукции за смену (в штуках):

$$t = \frac{T_c}{V},$$

где  $T_c$  – рабочее время в смену, с;  $V$  – спрос продукции за смену, шт.

Время такта – это не постоянная величина, она варьируется в зависимости от колебаний спроса. Время такта работает как замедляющее или ускоряющее управление системой, позволяя планировать производство в соответствии со спросом. Когда заказов много, время такта сокращается, когда заказов мало, время такта увеличивается. Без времени такта любые проблемы с производством или спросом будут скрыты из-за колебаний объемов производства и вмешательства со стороны менеджеров. С помощью времени такта все узкие места внутри и за пределами процесса становятся понятны и управляемы.

**Время цикла** (cycle time) – время, требуемое для выполнения одного операционного цикла. Время цикла измеряется на основе наблюдений, т.е. это реально существующая величина, в отличие от времени такта.

Когда время цикла каждой операции в процессе становится точно равно времени такта, возникает поток единичных изделий.

Если расчетное значение времени такта оказывается слишком малым или чересчур большим для установления разумных темпов изготовления продукции, то применяют другую характеристику скорости потока, которую называют питч.

**Питч** – это период, который при известном времени такта требуется для того, чтобы изготовить такое количество продукции, которое помещается в один контейнер (упаковку).

Питч равен времени такта, умноженному на число готовых изделий, помещающихся в контейнере или упаковке.

Объем потребительского спроса за смену определяется по формуле

$$V = \frac{W}{Q},$$

где  $W$  – спрос продукции за месяц, шт.;  $Q$  – рабочее время за месяц, с.

Оптимальное количество рабочих определяется по формуле

$$p = \frac{\text{Ц}}{t},$$

где Ц – общее время цикла, с;  $t$  – время такта, с.

**Применение выравнивания производства** (Хейдзунка). Хейдзунка представляет собой выравнивание производства как по объему, так и по номенклатуре. Чтобы предотвратить резкие колебания, продукция выпускается не в порядке поступления заказов потребителя. Сначала в течение некоторого времени собираются заказы, после чего их выполнение планируется таким образом, чтобы каждый день производить одинаковый ассортимент продукции в одинаковом количестве.

Выравнивание производства номенклатуры продукции означает равномерное распределение производства различных продуктов по всему временному интервалу.

Чем сильнее выравнивание производства различных продуктов в задающем ритм процессе, тем больше возможности выполнить различные запросы потребителя за короткое время цикла заказа, хотя запасы готовых товаров удастся поддерживать небольшими.

Выравнивание производства разных видов продукции требует более частых переналадок. Плюсом будет устранение массы потерь в потоке создания ценности. Реализация выравнивания – это предпосылка устранения *мура*, а это, в свою очередь, необходимо для устранения *мури* и *муда*.

Выравнивание реализуется с помощью ящика хейдзунка, представляющего собой совокупность горизонтальных и вертикальных рядов ячеек (рис. 7.9), причем каждый *горизонтальный* ряд характеризует определенный вид продукции (один вид деталей). Каждый *вертикальный* ряд обозначает интервал времени (всегда одинаковый) для изъятия карточек канбан в заданном темпе. Например, смена начинается в 7.00 утра, интервал изъятия канбан – 20 мин. Это частота, с которой изымается канбан из ящика и распределяется по производственным процессам. Поскольку каждая ячейка задает темп движения материального и информационного потоков, каждый канбан в ячейке характеризует один питч производства одного вида продукции. Для продукта А питч составляет 20 мин, и в каждой ячейке находится по одному канбан. Для продукта В питч равен 10 мин, поэтому в каждой ячейке находится по два канбан. Питч продукта С составляет 40 мин, поэтому канбан расположены в каждой второй ячейке. Продукты D и E изготавливаются в результате одного и того же процесса, питч которого равен 20 мин, а соотношение спроса на продукт D и продукт E составляет 2 : 1. Поэтому канбан для продукта D расположены в ячейках, соответствующих первым двум промежуткам смены, а канбан для продукта

Е – в ячейке, соответствующей третьему промежутку времени, и т. д. в той же последовательности.

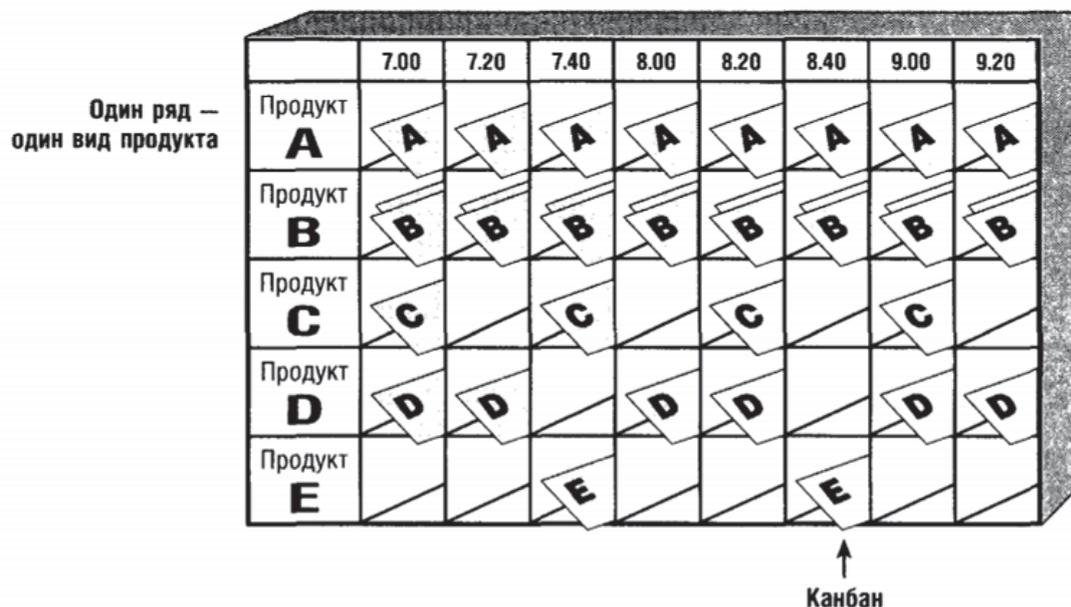


Рис. 7.9. Пример ящика хейдзунка

Канбан лучше всего внедрять тогда, когда в компании уже применяют вытягивающую систему и практикуют мелкосерийное производство, а именно поток единичных изделий и ячеечное производство. Если эти методы работают, то *канбан* превращается в информационную систему, при помощи которой ячейки образуют единое целое, а процессы становятся более согласованными. В том случае, когда внедрение вытягивающей системы не является особой целью предприятия, решение этих проблем может быть весьма затруднено. Если спрос на продукцию компании непостоянен (это в особенности касается сезонных продуктов) и производственный процесс вряд ли выиграет от внедрения мелкосерийного производства, применение системы «Канбан» может быть неэффективным, а порой и ненужным.

Для успешного функционирования системы «Канбан» необходимо, чтобы технологическое оборудование было в работоспособном состоянии, что обеспечивается применением системы ТРМ.

Канбан – это метод визуального управления, успех которого во многом зависит от дисциплины рабочих и понимания важности начинаний, заложенных системой 5S. Надежным фундаментом, обеспечивающим прочность системы вытягивающего производства, является визуальное рабочее место. Правильно организованное рабочее место начинается с внедрения основ 5S и содержания рабочего места в порядке, установки подвесных знаков, постоянных улучшений, выполняемых всеми рабочими.

Внедрение системы «Канбан» на предприятии выполняется в несколько этапов.

Этап 1. Определение (а) текущего состояния системы пополнения запасов, (б) рекомендованного будущего состояния системы «Канбан» и (в) примерной выгоды от внедрения этой системы. Представление полученных данных и рекомендаций руководству, получение одобрения для перехода к следующему шагу и назначение ответственного из числа руководства.

Этап 2. Выбор лидера группы.

Этап 3. Формирование межфункциональной группы по разработке и внедрению системы.

Этап 4. Разработка своей системы «Канбан».

Этап 5. Составление подробного плана этапов внедрения.

Этап 6. Выполнение подробного анализа затрат и результатов.

Этап 7. Получение одобрения руководства на внедрение системы.

Этап 8. Определение набора измеряемых параметров.

Этап 9. Запуск пилотной программы разработки системы в ручном режиме.

Этап 10. Программирование необходимых мощностей.

Этап 11. Выбор вариантов канбан и определение размеров резервных запасов.

Этап 12. Введение в систему дистрибьюторских центров компании.

Этап 13. Реализация проекта на производстве.

Этап 14. Реализация проекта для базы снабжения.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Дайте определение понятия системы «Канбан».*
- 2. Назовите функции карточек канбан.*
- 3. Назовите правила реализации системы «Канбан».*
- 4. Назовите виды карточек, применяемых в системе «Канбан».*
- 5. Какая информация указывается в карточках?*
- 6. Каково назначение карточки заказа?*
- 7. Каково назначение сигнальных карточек?*
- 8. Каково назначение треугольных карточек?*
- 9. Объясните схему реализации системы «Канбан».*
- 10. В чем заключается сущность метода супермаркета?*
- 11. В чем сущность метода ФИФО?*
- 12. Дайте определение понятию «питч».*
- 13. В чем сущность метода выравнивания?*
- 14. Назовите этапы внедрения системы «Канбан».*

## 8. СИСТЕМА БЕЗДЕФЕКТНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ

На предприятиях Японии используется программа обеспечения качества продукции, получившая название «пять не». Она сформулирована в виде коротких правил:

- *не создавать* условия для появления дефектов;
- *не передавать* дефектную продукцию на следующую стадию;
- *не принимать* дефектную продукцию с предыдущей стадии;
- *не изменять* технологические режимы;
- *не повторять* ошибок.

В рамках бережливого производства данные требования выполняются с помощью системы бездефектного изготовления продукции (ZQC – Zero quality control) – управление качеством, ориентированное на достижение нуля дефектов. «Ноль дефектов» означает нулевой уровень дефектности, т. е. выпуск продукции без брака.

Концепция бездефектного изготовления продукции разработана в Японии Сигео Синго и внедрена на предприятиях «Yamaha Electric» в 1961 – 1964 гг. Она отличается от мероприятий, предложенных Ф. Кросби (США) и разработанных в СССР для обеспечения бездефектного изготовления продукции.

С. Синго пришел к выводу, что общепринятая система статистического контроля не предупреждает брака. Конечно, с ее помощью можно было предсказать степень вероятности появления очередного дефекта, однако это было бы лишь констатацией фактов. С. Синго решил внедрить элементы управления в сам процесс. Ведь брак появляется в результате ошибок людей. Ошибки, конечно же, неизбежны, но их можно предотвратить, создав станки и инструменты с обратной связью. С. Синго отделил причину от следствия – ошибку от дефекта, гарантировав 100%-е качество продукции. Ведь проверка качества велась отныне не методом проб образцов на столе ОТК, а непосредственно у станка на всех без исключения изделиях. Результаты не замедлили сказаться.

Система направлена не на поиск и наказание виновных, а на предотвращение дефектов: поскольку персонал и оборудование не всегда работают безупречно. Следует предотвращать условия, в которых могут возникнуть дефекты, и не допускать, чтобы случайные ошибки отражались на качестве изделий.

Система обеспечивает бездефектное изготовление продукции за счет соблюдения оптимальных условий производства и выполнения операций, позволяет устранить затраты, вызванные браком и необходимостью переделки.

Причинами возникновения дефектов при изготовлении изделий являются:

- 1) отклонения от стандартов или установленного порядка работ;
- 2) нарушение последовательности выполнения операций;
- 3) нарушение технологических режимов;
- 4) использование некачественных материалов, заготовок, деталей и комплектующих;
- 5) техническое состояние оборудования и технологической оснастки;
- 6) случайные ошибки исполнителей.

В системе бездефектного изготовления продукции предупреждение ошибок возможно за счет применения четырех элементов.

1) *Контроль у источника ошибок* – предотвращает возникновение ошибок, которые могут привести к дефектам, и гарантирует незамедлительное установление обратной связи до начала обработки, поэтому ошибки не превращаются в дефекты.

2) *Сплошной контроль* – проверка качества каждого изделия.

3) *Быстрая обратная связь* – позволяет устранить выявленные ошибки сразу же, а не тогда, когда на этапе обработки уже будет изготовлено много изделий с дефектами или когда условия обработки изменятся, и анализ текущей ситуации ничего не даст.

4) *Применение устройств, предупреждающих появление ошибок*, – не самоконтроль работы операторами, а применение встроенных в оборудование устройств, предотвращающих ошибки.

Высокий уровень качества изготовления изделий обеспечивается реализацией метода *дзидока*.

*Дзидока* (jidoka) – встраивание качества в производственный процесс, метод, применяемый для сокращения дефектов, брака, отходов и переделки исправимого брака. Используется как средство повышения качества, сокращения расходов на сырье и затрат времени и ресурсов на исправление дефектов.

Метод включает в себя несколько инструментов:

1) *Пока-ёкэ* (Рока-уоке) – защита от ошибок / защита от непреднамеренного использования, метод, благодаря которому операцию можно выполнить только одним правильным способом и дефект просто не может образоваться.

2) *Автономизация* (autonomation) – привлечение человеческого интеллекта в автоматы, способные самостоятельно обнаружить первый дефект, после чего сразу остановиться и сигнализировать о том, что возникла проблема.

3) *Анализ первопричин* – поиск причины возникновения дефекта.

4) *Контроль у источника ошибок* – перенос контроля с готовой продукции на процесс.

5) *Организационная и операционная стандартизация* – доступное описание правильного выполнения критичных и важных с точки зрения качества операций.

Главный принцип: при появлении брака технологический процесс останавливается до выявления причин и их устранения. Каждый рабочий не только имеет право остановить процесс, но и обязан это сделать, если не обеспечивается его нормальное выполнение.

Метод *пока-ёкэ*, разработанный С. Синго, позволяет предотвращать появление дефектов, в то время как статистические методы способны лишь распознавать их и измерять, он является основой бездефектного изготовления продукции.

Для всех вышеперечисленных причин возникновения дефектов, за исключением последней, могут быть применены корректирующие и предупреждающие действия. Предотвратить же ошибки операторов достаточно трудно. Цель *пока-ёкэ* – найти способы защиты от непреднамеренных ошибок.

Существует два типа устройств *пока-ёкэ*, различающихся по принципу обнаружения ошибок:

- *контролирующее* – срабатывание устройства *пока-ёкэ* приводит к остановке обработки на станке или линии для устранения проблемы;
- *предупреждающее* – срабатывание устройства *пока-ёкэ* приводит к включению звуковой или световой сигнализации, чтобы привлечь внимание рабочего.

Контролирующее устройство *пока-ёкэ* – мощное корректирующее устройство, поскольку с его помощью останавливается процесс до устранения дефектных условий. Предупреждающее устройство *пока-ёкэ* допускает продолжение обработки, приводящей к дефектам, если рабочие не реагируют на сигналы. Выбор того или иного типа устройства *пока-ёкэ* определяется частотой появления дефектов и возможностью их исправления после возникновения. В большинстве случаев контролирующее устройство *пока-ёкэ* является наиболее выгодным.

Существует три типа контролирующих устройств *пока-ёкэ* с точки зрения методов их установки относительно деталей:

1) *метод контакта* способствует выявлению дефектов с помощью наличия/отсутствия контакта устройства *пока-ёкэ* с определенной частью детали, таким образом контролируется форма или размер изделия (иногда намеренно вводятся небольшие изменения формы или размера, чтобы облегчить выявление дефектов). Метод также используется для определения отклонений в цвете;

2) *метод фиксированного значения* способствует определению, сделано ли требуемое число движений;

3) *метод шагов-движений* позволяет отслеживать, выполнены ли установленные шаги или движения.

Существует два типа операций контроля, на которых можно применять устройства пока-ёкэ:

- *сенсорный контроль* – здесь высока роль человеческого фактора; например, при определении насыщенности цвета, яркости покрытия и т.п.;

- *физический контроль* – не полагающийся на человеческие ощущения, а использующий различные обнаруживающие приборы (датчики).

Если меры физического контроля применимы, они должны быть встроены в устройство пока-ёкэ, или, что еще лучше, в некоторые средства контроля источника или самоконтроля. Поскольку последующий контроль обнаруживает дефекты лишь после их возникновения, его следует использовать для случаев, где возможен только сенсорный контроль. Более того, его внедрение оправданно тогда, когда по техническим или экономическим причинам невозможно применить контроль источника и самоконтроль.

Само устройство пока-ёкэ относится не к системе контроля, а к методу обнаружения дефектов или ошибок, используемому с конкретной контрольной функцией. Контроль – это цель, а пока-ёкэ – только метод.

Можно отметить следующие примеры защиты от ошибок:

- детали сборочных узлов и агрегатов проектируются таким образом, чтобы исключить ошибки при сборке (установка деталей не той стороной, не в той последовательности и пр.);

- форма штекера и гнезда кабеля не позволяет выполнить соединение неправильно;

- на станках устанавливаются датчики, подающие сигнал при неправильной установке заготовки или детали;

- на сверлильном станке устанавливается устройство, учитывающее число просверленных отверстий;

- при работе с компьютерной техникой различные пароли следует вводить дважды или для подтверждения выполнения действия требуется дать дополнительную команду.

Обеспечение высокого качества изготовления продукции требует активного участия персонала, в частности в работе «кружков качества».

*Кружок качества* (кружок контроля качества) – группа работников предприятия, регулярно собирающихся на добровольных началах для выявления проблем, влияющих на эффективность производства и качество продукции, и подготовки предложений по их устранению.

Принципы работы кружков качества были разработаны профессором К. Исикава. В мае 1962 г. был зарегистрирован первый кружок качества на заводе государственной телефонно-телеграфной компании Nihon Denden Kosha в г. Мацуяма. В настоящее время в Японии зарегистрировано свыше 750 тыс. кружков качества.

Основные задачи кружков качества:

- содействие совершенствованию и развитию предприятия;
- создание здоровой, творческой и доброжелательной атмосферы в подразделениях;
- всестороннее развитие способностей работников и ориентация на использование этих возможностей в интересах фирмы.

Основные принципы организации кружков качества:

- добровольность;
- саморазвитие;
- взаиморазвитие;
- коллективное участие;
- непрерывность функционирования;
- групповая работа;
- постоянное использование «инструментов качества»;
- взаимосвязь с рабочим местом;
- укрепление духа новаторства и творческого поиска;
- осознание важности постоянного совершенствования качества.

Кружок качества представляет собой группу рабочих одного производственного участка: число участников обычно от 4 до 8 человек. Бóльшая численность, как показывает опыт, не дает возможности «выразиться» каждому участнику. Кружок собирается, как правило, 1 – 2 раза в неделю в рабочее время (а часто и в нерабочее) на 1 – 1,5 ч.

Основное отличие таких кружков от индивидуального рационализаторства не только в коллективной работе, но и в ее целенаправленности, а главное – в существовании единой методической базы. Все члены кружков обучаются методам статистического контроля качества, анализа проблем и выработки оптимальных решений. В итоге появляется возможность содержательно анализировать производственные проблемы, оценивать влияние каждой из них на качество и эффективность работы, разрабатывать конкретные решения и проводить их в жизнь с помощью администрации предприятия.

Однако результаты деятельности кружков контроля качества не исчерпываются прямым экономическим эффектом. Гораздо более важен косвенный эффект, выражающийся созданием морально-психологического климата, способствующего активизации деятельности рабочих по совершенствованию организации труда на собственном участке. Использование японскими фирмами системы материальных и моральных стимулов, и навязчивая пропаганда сформированных стереотипов поведения исподволь приучают к необходимости интенсивного труда с высоким качеством.

Основные функции кружков качества в бережливом производстве представлены на рис. 8.1.

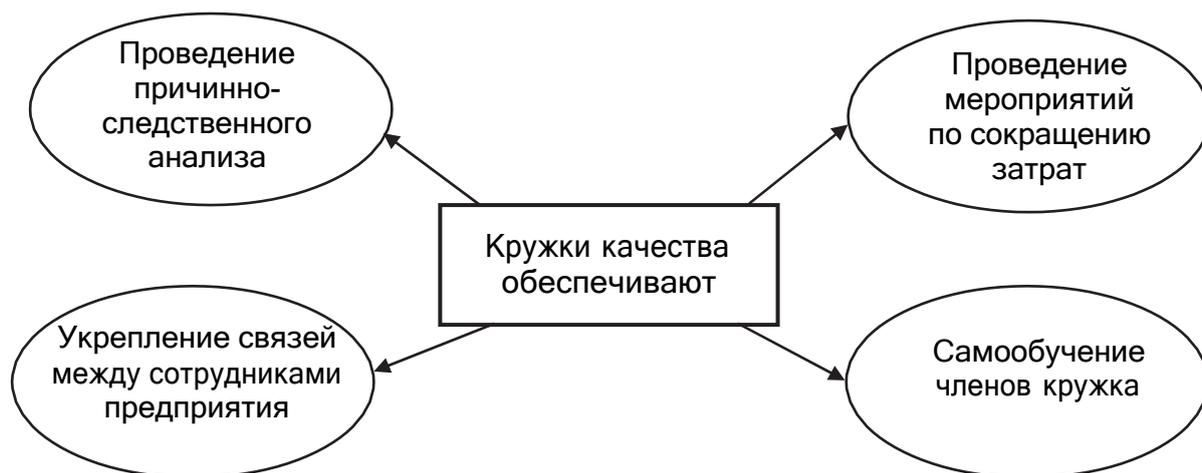


Рис. 8.1. Функции кружков качества

При оценке качества при изготовлении изделий широко используются статистические методы, в частности, элементарные методы.

К элементарным методам относятся так называемые «Семь простых инструментов качества»:

1) *контрольные листки* – предназначены для сбора данных. В них заносится информация о контролируемом параметре или дефектах изделия, или о причинах дефектов и т. д. Контрольные листки могут применяться как при контроле по качественным, так и при контроле по количественным признакам;

2) *гистограммы* – столбиковые диаграммы, показывающие количественную оценку частоты попадания зарегистрированных событий в установленные интервалы. По виду гистограммы можно анализировать форму и параметры распределения, однородность зарегистрированных данных. Гистограммы используются для представления структуры и характера изменчивости данных, которые трудно заметить при их табличном представлении;

3) *причинно-следственная диаграмма* (диаграмма Исикавы) – отображает зависимость между следствием и его потенциальными причинами (причинно-следственный анализ). Используется для определения и структурирования факторов, влияющих на процесс;

4) *диаграмма Парето* – обеспечивает простой графический способ классификации причин от наиболее до наименее важных;

5) *диаграмма рассеяния (разброса)* – представляет собой графическое отображение взаимосвязи между различными видами данных. Используется для качественной оценки взаимосвязи между данными;

6) *расслоение (стратификация) данных* – представляет собой группировку данных в зависимости от источников и условий их получения. Расслоение помогает выяснить причину появления дефекта, если обнаруживается различие данных между «слоями» (стратами);

7) *контрольная карта* – является графическим представлением данных из выборки, которые периодически берутся и наносятся на график через определенные промежутки времени. Нанесенные на график данные сравниваются с контрольными границами. Точка графика, находящаяся вне области контрольных границ, дает сигнал о возможном изменении процесса. Наиболее широко используемый вид контрольных карт – карты Шухарта.

Простые методы предназначены для анализа и контроля качества непосредственно на рабочем месте и ориентированы в первую очередь на работников, не имеющих специального образования.

Для разрешения проблем, связанных с качеством изготовления продукции, можно использовать методику восьми дисциплин (8D). Его эффективность связана с тем, что он включает все важные аспекты разрешения проблемы, то есть локализацию проблемы, анализ первопричин, устранение причин проблемы и их предотвращение. Результат применения методики 8D – отчет, формат которого повторяет шаги выполнения методики.

Рассмотрим последовательность выполнения и структуру отчета методики 8D.

#### *Дисциплина 1. Формирование команды.*

Это – первый шаг в процессе 8D и первая часть отчета. На этом шаге определяется состав команды 8D. Команда должна быть кросс-функциональной и должна включать владельца процесса, представителя отдела качества и других людей, которые будут вовлечены в локализацию проблемы, анализ её первопричин, устранение и предотвращение проблемы. Имена участников, наряду с их должностями в компании, должны быть указаны в первой части отчёта.

#### *Дисциплина 2. Описание проблемы.*

Этот шаг включает детальное описание проблемы, указанной потребителем. На данном шаге в отчете 8D указывается вводная информация и картина проблемы, о которой заявляет потребитель. Информация должна содержать следующие позиции: а) имя клиента; б) описание рекламации; в) сведения об устройстве (наименование, упаковка, партия, дата поставки и др.); г) когда с проблемой столкнулись в первый раз; д) где была отмечена проблема; е) специфическое описание дефекта; ж) оценка критичности дефекта.

#### *Дисциплина 3. Локализация проблемы.*

Эта дисциплина объясняет содержание проблемы и локализует её. Основываясь на первичном расследовании, все партии изделий, которые потенциально может затронуть та же проблема, следует идентифицировать и определить их месторасположение. В отчете следует указать, если возможно, номера партий и даты выпуска потенциально дефектных изделий.

Партии, которые все еще находятся на предприятии, должны быть задержаны, пока надежность изделий в них не будет должным образом оценена. Они могут быть выпущены, только если будет установлено, что они свободны от дефектов, или дефекты могут быть эффективно выявлены и устранены.

Если проблема чревата угрозой надежности, и поломка угрожает жизни людей, изделия, выпущенные предприятием, должны быть отозваны. Однако отзыв следует осуществлять только в экстремальных случаях, когда это экономически оправдано.

#### *Дисциплина 4. Установление первопричины.*

Этот шаг процесса 8D состоит из анализа дефектов и установления первопричин проблемы. Соответствующая часть содержится и в отчете по процедуре 8D. Необходимо привести детальное описание причины возникновения дефектов, которое позволяет понять, почему они появляются.

Затем описывают первопричину, указывая, как она влияет на механизм возникновения дефекта. Все явления, происходящие из этой первопричины и приводящие к появлению дефектов, должны быть перечислены в объяснении. Необходимо доказать, что выявленная первопричина на самом деле приводит к появлению дефектов.

#### *Дисциплина 5. Формулировка и проверка корректирующих действий.*

В этой дисциплине выявляются все возможные корректирующие действия, направленные на устранение первопричины проблемы. Исполнители корректирующих действий и план-график должны быть указаны в этой части отчета. Также рекомендуется, чтобы было приведено объяснение каждого корректирующего действия относительно первопричины.

Иногда установление лучших корректирующих действий для устранения первопричины требует предварительных оценок и исследований. Это называется «верификацией корректирующих действий». Эти действия следует осуществлять в случаях, когда объем работ очень большой, а цена ошибки, выраженная в деньгах и времени, слишком велика.

#### *Дисциплина 6. Корректировка проблемы и подтверждение эффекта.*

В шестой дисциплине процесса 8D следует собственно выполнение выявленных корректирующих действий, детали которых должны быть документированы в соответствующей части отчета: даты завершения и исполнители корректирующих действий, а также данные, показывающие, что корректирующие действия действительно приводят к устранению первопричин. Любые недостатки в эффективности корректирующих действий должны быть устранены с целью их улучшения.

#### *Дисциплина 7. Предотвращение проблемы.*

Следующая дисциплина не должна быть спутана с устранением причины конкретной проблемы. Предотвращение проблем включает идентификацию устройств или комплектов поставки, которые одинаково подвер-

гаются действию проблемы, идентифицированной потребителем, даже если они не были выявлены в этой ситуации. Действия, необходимые для предотвращения их появления, называются превентивными.

В отчете следует указать все превентивные действия, их исполнителей и даты осуществления. Важным аспектом этой дисциплины является стандартизация и осуществление корректирующих действий, которые могут затронуть аналогичную продукцию в будущем.

*Дисциплина 8. Воодушевление команды.*

Последний шаг процесса 8D заключается в воодушевлении команды руководством за хорошо выполненную работу. На этом этапе отчет получает одобрение.

Компания Toyota, качество и надежность автомобилей которой давно стали эталоном для мировой автопромышленности, не проходила сертификацию на соответствие требованиям стандартов ISO 9000 и не настаивала на том, чтобы её поставщики комплектующих изделий и материалов сертифицировали их СМК. Это можно объяснить тем, что корпорация Toyota в течение 50 послевоенных лет сумела создать одну из лучших в мире практически бездефектную производственную систему.

Все требования стандартов ISO серии 9000, а также их отраслевых аналогов в автомобильной промышленности в корпорации Toyota полностью выполняются, будучи абсолютно рутинными на уровне производственных процессов. Поэтому у компании Toyota отсутствует необходимость в создании СМК и регулярном подтверждении её соответствия требованиям упомянутых стандартов. Кроме того, 14 принципов менеджмента Toyota полностью включают все восемь принципов менеджмента качества, на которых базируются стандарты ISO серии 9000.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Назовите инструменты метода «Дзидока».*
- 2. В чем заключается сущность системы «Пока-ёкэ»?*
- 3. Опишите типы устройств пока-ёкэ по принципу обнаружения ошибок.*
- 4. Опишите типы устройств пока-ёкэ с точки зрения их установки относительно деталей.*
- 5. На каких операциях контроля используются устройства пока-ёкэ?*
- 6. Перечислите задачи и принципы организации кружков качества.*
- 7. Назовите функции кружков качества.*
- 8. Назовите семь элементарных методов оценки качества изделий.*
- 9. В чем заключается сущность методик 8D?*

## 9. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ РАБОТА

Деятельность любого предприятия основана на применении разнообразных нормативных и технических документов, в которых устанавливаются требования к изделиям, выполнению работ по проектированию изделий, технологической подготовке производства, изготовлению продукции, обслуживанию технологического оборудования и др.

Разработка единых терминов и определений, требований к выполнению различных видов работ, обеспечению безопасности жизнедеятельности, требований к системам менеджмента качества и т. д. в Российской Федерации осуществляется в рамках системы стандартизации.

*Стандартизация* – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Стандарты основываются на обобщенных результатах науки, техники и практического опыта и направлены на достижение оптимальной пользы для общества.

Общей целью стандартизации является защита интересов потребителей и государства по вопросам качества продукции, процессов и услуг.

Непосредственным результатом стандартизации является прежде всего документ в области стандартизации.

Согласно ФЗ «О техническом регулировании», к документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты РФ (ГОСТ Р);
- предварительные национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации общероссийские классификаторы технико-экономической информации и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных

государств, принятые на учет национальным органом Российской Федерации по стандартизации;

- предварительные национальные стандарты.

*Стандарт* – документ, в котором в целях *добровольного* многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

В зависимости от назначения и содержания разрабатываются стандарты следующих видов:

- *основополагающие* – имеющие широкую область распространения или содержащие общие положения для определенной области;
- *на продукцию и услуги* – устанавливающие требования к продукции (услуге);
- *на работы (процессы)* – устанавливающие требования к выполнению различного рода работ на отдельных этапах жизненного цикла продукции;
- *на методы контроля* – устанавливающие методы, порядок проведения проверки качества продукции;
- *на термины и определения* – устанавливающие термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия.

Стандарты образуют системы (комплексы), охватывающие определенные направления деятельности. В каждом направлении стандарты также можно выделить в группы.

В бережливом производстве понятия стандартизация и стандарт используются в следующем смысле:

- *стандартизация* – деятельность по установлению норм и требований к изготовлению изделий, а также процесс обсуждения стандартов, их выполнение и совершенствование;
- *стандарт* – правило или образец, формирующие четкое представление о чем-либо.

Классические стандарты в большинстве случаев являются многостраничными документами с информацией, излагаемой иногда на достаточно сложном техническом языке. Хранятся стандарты в специальных подразделениях, работают с ними в основном специалисты. Непосредственный исполнитель определенной работы со стандартами не работает. Такой же подход обычно применяется и для технологической документации: документы с описанием технологических процессов, оформленным на картах, хранятся в техбюро, и непосредственный исполнитель работы знакомится с ними периодически.

В бережливом производстве стандарты должны быть максимально понятны и расположены непосредственно рядом с рабочим местом.

На производстве стандарты применяются для того, чтобы:

- определить технические характеристики продукции и требования, предъявляемые к качеству изделий, что позволяет обеспечить производство качественной продукции;
- анализировать производственный процесс и улучшения производства, направленные на устранение потерь.

Стандарты должны быть точными и научными, то есть основываться на фактах и данных анализа, а не на догадках и предположениях. Стандарты должны выполняться всеми.

Есть три типа стандартов:

- 1) разработанные совместными усилиями рабочих и их руководителей стандарты, которые постоянно улучшаются;
- 2) разработанные на базе научных подходов и эмпирических данных стандарты, которые также меняются со временем, но менее регулярно;
- 3) основанные на технических данных стандарты, которые с течением времени остаются неизменными.

Стандарты в бережливом производстве имеют следующее назначение:

- *представляют наилучший, самый легкий и самый безопасный способ выполнения работы.* В стандартах отражается многолетний опыт и «ноу-хау» людей, выполняющих конкретную работу;
- *предлагают наилучший способ сохранения «ноу-хау» и накопленного опыта.* Если сотрудник, знающий наилучший метод выполнения работы, увольняется и не передает свои знания, то его «ноу-хау» также бесследно исчезает. Только путем стандартизации можно обеспечить внедрение и использование «ноу-хау» на предприятии независимо от приходов и уходов конкретных работников;
- *обеспечивают способ измерения показателей.* Оценить результаты работы можно при помощи установленных стандартов, а при их отсутствии любой вывод может быть спорным;
- *показывают отношения между причиной и результатом.* Отсутствие стандартов или несоблюдение требований неизбежно приводит к отклонениям, изменчивости и потерям;
- *создают основу как для текущего выполнения работ, так и для совершенствования.* Следование стандартам означает поддержание существующих методов работы, а модернизация стандартов означает совершенствование. Без стандартов не сможем узнать, внедрено усовершенствование или нет;
- *указывают цели и задачи обучения.* Стандарт – это документ, в котором простым и понятным способом представляется информация для

выполнения работы. Приемы выполнения работы должны быть изучены и затем получены практические навыки;

- *обеспечивают основу для обучения.* После введения стандарта следует провести обучение работников, чтобы работа выполнялась в соответствии с требованиями стандарта;

- *создают основу для аудита или диагностики.* На рабочем месте стандарты часто указывают на важные контрольные точки работы операторов. Стандарты помогают проверить, нормально выполняется работа на рабочем месте или нет. Основная цель мастеров – выяснить, поддерживаются ли стандарты в рабочем состоянии, происходит ли данный процесс вовремя, выполняются ли планы модернизации действующих стандартов;

- *помогают предотвратить повторение ошибок и минимизировать вариабельность.* Только тогда, когда выполнена стандартизация эффективного выполнения работы, можно ожидать, что одна и та же проблема не возникнет повторно. Контроль качества связан с управлением вариабельностью. Задача менеджмента состоит в том, чтобы выявить, определить, стандартизировать ключевые контрольные точки в каждом процессе и гарантировать, что управление ими будет происходить всегда.

Стандарт должен быть оформлен в виде документа. Документ, описывающий порядок выполнения той или иной операции в наглядной и общедоступной форме, называется *стандартной операционной процедурой* (SOP – Standardized operation procedure). Оформляется в виде стандартных операционных карт, состоящих из текста, графиков/рисунков и фотографий, облегчающих понимание процедуры. В идеальном случае работники сами должны создавать для себя SOP. Если это невозможно, то, по крайней мере, следует привлекать их к процессу разработки, хотя бы на этапе апробации. Таким образом будет гарантирована полная состоятельность документа.

Любой стандарт должен уместиться на одной странице, чтобы при необходимости свериться со стандартом операторы могли сразу увидеть нужные данные.

Сведения о технических и технологических данных должны содержать следующую информацию:

- ясные цели стандарта;
- точную управленческую информацию: контрольные величины и заданные значения;
- контрольные величины, указанные в двух параметрах: стандартные требования и недопустимые значения, т. е. нормальные и аномальные параметры выполнения операционной процедуры;
- простые в использовании таблицы данных; фотографии и чертежи, объясняющие сложные моменты выполнения операций и процессов.

Стандарты следует размещать непосредственно на рабочем месте. Они должны быть наглядны и хорошо видны. Сотрудники должны пройти обучение новым стандартам, чтобы легко ими пользоваться.

Параметры стандартов должны быть изложены так, чтобы в случае изменения каких-то характеристик продукции или процессов данные можно было бы легко изменить в соответствии с текущей ситуацией.

В руководствах по эксплуатации оборудования должны разъясняться проблемные ситуации и поведение в случае сбоев оборудования. Также в них должны быть изложены принципы обслуживания, устройства станка или прибора, правила эксплуатации, адреса изготовителя и сервисных мастерских.

В стандарты по эксплуатации оборудования в обязательном порядке необходимо включать следующую информацию:

- указание типа оборудования;
- схему (фотографию) оборудования;
- обозначение параметров, которые необходимо проверять;
- описание процедур по уходу за оборудованием;
- рекомендации, касающиеся разрешения проблемных ситуаций.

Очень важно сделать информацию о разрабатываемых (текущих) стандартах доступной всем, чтобы работники знали, что это за стандарты, для чего они нужны и как их придерживаться.

Стандарты, с которыми нужно регулярно сверяться, целесообразно разместить по всему цеху у рабочих мест.

В отличие от традиционных подходов в концепции «бережливое производство», стандарт – это наилучший способ выполнения какой-либо деятельности с использованием приёмов, наиболее эффективных с точки зрения сокращения потерь, удобства для исполнения и скорости работы. Эти приёмы предварительно проверены на практике, наглядно изложены в простой и понятной форме с использованием средств визуализации, доведены посредством обучения до всех работников, выполняющих данную деятельность. Зафиксированные стандарты и задокументированные процедуры выполнения стандартных операций отражают оптимальный способ выполнения той или иной работы.

Стандартизация – не оторванный от других метод, который применяется через заданные промежутки времени, органическая часть непрерывного процесса выявления проблем, создания эффективных методов и поиска путей применения этих методов. Стандартизация не навязывается людям извне, но осуществляется по их инициативе. Самый значительный вклад в стандартизацию вносят те, кто выполняет работу и знает ее во всех подробностях. Стандартизация предусматривает тщательное следование установленным стандартам.

Стандартизация должна применяться непрерывно, о ней следует помнить при разработке любого метода работы. Подобно прочим составляющим TPS, данная концепция чрезвычайно важна, но, чтобы применять стандартизацию надлежащим образом, её следует тщательно осмыслить. Стандартизация – не комплект документации, который требует подготовки и тщательного контроля. Это средство обеспечения максимально эффективной и стабильной работы и основа устойчивости процесса.

Масааки Имаи считает, что без стандартизации нет кайдзен. Стандартизация – это отправная точка для непрерывного совершенствования.

Стандартизация является инструментом совершенствования производства, так как позволяет отслеживать улучшения и стимулирует применение методов постоянного совершенствования. Систематическое улучшение операций происходит только при условии стандартизации, когда можно отследить, действительно ли производственная ситуация изменилась к лучшему. При стандартизации операций и процессов важно обеспечить возможность быстрой диагностики ситуации при помощи средств визуального управления.

Постоянное усовершенствование стандартов является ключевым аспектом стандартизированной работы и позволяет достоверно оценить эффективность выполнения производственных процессов.

Этапы совершенствования стандартов:

- 1) Диагностика проблем.
- 2) Выбор наиболее важной проблемы.
- 3) Постановка цели.
- 4) Изучение причины возникновения проблемы.
- 5) Детальное описание текущей ситуации.
- 6) Разработка возможных решений.
- 7) Выбор и применение наилучшего решения.
- 8) Проверка правильности решения.
- 9) Утверждение нового стандарта.

*Стандартизированная работа* – это использование при осуществлении деятельности на предприятии набора определенных процедур, устанавливающих применение оптимальных методов работы и последовательность операций для каждого процесса и каждого работника.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса.

Целью такой работы является повышение эффективности за счет минимизации потерь в каждой операции.

Стандартизированная работа – это вовсе не жесткий рабочий стандарт, установленный раз и навсегда. Наоборот, стандартизированная работа позволяет выявить оптимальный уровень загрузки рабочих и оборудования, максимально соответствующий потребительскому спросу. Этот

уровень определяется путем тщательных вычислений, что позволяет выполнять каждую операцию на каждом участке в соответствии со временем такта.

К внедрению стандартизированной работы следует приступать после организации ячеечного производства и ввода в действие вытягивающей системы.

Стандартизированная работа – своеобразное средство диагностики эффективности производства, которое позволяет выявить проблемы и способствует дальнейшим улучшениям.

Для того чтобы работники действительно постоянно совершенствовали свое мастерство, необходимы следующие условия:

- активная работа в команде и понимание всех процессов каждым оператором;
- признание заслуг работников, постоянно улучшающих производственную систему;
- право на ошибки (за допущенные ошибки не следует наказывать) и поощрение новаторства;
- система отслеживания и внедрения удачных предложений, сделанных рабочими;
- сотрудничество с различными специалистами для оптимизации расположения оборудования и организации ячеечного производства;
- обучение всех рабочих методам постоянного совершенствования.

Стандартизированная работа позволяет создать гибкое и реагирующее на колебания потребительского спроса производство, при котором рабочие сами способны оценить, какие операции имеют приоритетное значение при изменении запросов потребителей.

Внедрение и соблюдение стандартизированных методов работы требуют постоянного внимания со стороны руководства предприятия. На предприятиях компании Toyota стандартизацию работ поддерживают путем назначения старшего для каждой группы из 6 – 7 сотрудников, он постоянно следит за работой, проверяя соответствие применяемых методов с требованиями стандартов.

Стандартизированная работа – инструмент анализа и осмысления потерь в ходе операции (процесса). Он представляет собой точное описание каждого действия, включающее время цикла, время такта, последовательность выполнения определенных элементов, минимальное количество запасов для выполнения работы.

Введение стандартизированных процессов и процедур – важнейшее условие устойчивой эффективности. Лишь при наличии стабильного процесса можно приступить к непрерывному творческому совершенствованию. Разработка стандартов начинается на ранней стадии внедрения бережливого производства и продолжается в ходе развития и совершенство-

вания бережливых операций. Создание стандартизированных процессов опирается на определение, наглядность (визуальные показатели) и последовательное применение методов, дающих наилучший результат.

Процесс, который в Toyota называют «стандартизированной работой», так важен для производственной системы в целом, что ему посвящена треть внутреннего документа Toyota TPS Handbook. И это понятно, стандартизированная работа и прочие стандарты работы – основа непрерывного совершенствования.

Пока не выработаны стандарты для какой-либо операции, заниматься её совершенствованием невозможно. Если работник творчески совершенствует свою работу, но это не закрепляется стандартом, процесс пойдет лучше, лишь пока его выполняет именно этот человек. Результатами его усовершенствований не сможет воспользоваться никто другой. Если за усовершенствованием следует стандартизация, то возникает основа, позволяющая персоналу непрерывно совершенствовать процесс. Так закладывается фундамент обучающейся организации.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса. Целью такой работы является повышение эффективности за счет минимизации потерь в каждой операции.

В стандартизированной работе есть три основные составляющие:

- 1) стандартное время цикла и такта;
- 2) стандартная последовательность технологических операций;
- 3) стандартные запасы (незавершенное производство).

*Время цикла* – это время, необходимое для производства одного изделия. От времени производственного цикла зависит, будет ли на текущем этапе производства выпущена необходимая продукция в количестве, требуемом для выполнения последующего процесса.

*Время такта* – это показатель, который синхронизирует выпуск продукции с потребительским спросом и устанавливает темп производства, совпадающий с темпом потребителя. Время такта зависит от требований потребителей и диктует скорость движения потока и всех процессов, связанных с выпуском продукции. Время такта определяет общий темп производства, а это позволяет управлять персоналом так, чтобы исключить переработку и внедрить гибкую занятость.

Значение времени такта высчитывается делением доступного производственного времени на объем потребительского спроса.

Стандартизировать работу в соответствии со временем такта невозможно на отдельно взятом рабочем месте. Полноценное внедрение стандартизированной работы требует, чтобы действия всех работников были взаимосвязаны и соответствовали стандартам.

*Стандартная последовательность технологических операций* – это порядок выполнения переходов, из которых состоит операция или очередность выполнения операций. Стандартизировать операции возможно лишь тогда, когда составлен полный список действий, выполняемых рабочим. Следует оптимизировать последовательность движений, совершаемых исполнителями при выполнении операций обработки или сборки. Последовательность выполнения операций и последовательность выполнения движений во время операций – это две разные вещи. Разработка оптимальной последовательности движений требует продуманности каждого движения, вплоть до мельчайших элементов.

*Стандартные запасы* – это минимальный уровень запасов, необходимых для выполнения производственного цикла. Они обеспечивают непрерывность потока и отсутствие простоев. Для эффективного функционирования потока единичных изделий следует установить стандартный уровень буферных запасов. Стандартный запас у каждого станка должен быть не больше одного изделия (или партии деталей небольшого размера). От того, удастся ли рабочим поддерживать уровень буферного запаса в пределах установленной нормы, зависит выявление потерь, а также ритмичность и непрерывность производственного процесса. Контролировать размер буферного запаса должен бригадир, а для этого ему требуется регулярно обходить рабочие места и в случае необходимости сразу же предпринимать меры по улучшению ситуации. Буферный запас должен отслеживаться с помощью средств визуального управления. Одного взгляда на место хранения буферного запаса должно быть достаточно, чтобы понять, соблюдаются стандарты работы или нет.

Стандартизированная работа должна отражать результаты применения кайдзен-действий. Даже при выполнении стандартных операций, которые были многократно улучшены, потери выявляются снова и снова. Производственная ситуация часто меняется, она может значительно отличаться от существовавшей ситуации на производстве в тот момент, когда создавались стандарты. Те, кто отвечает за разработку и совершенствование стандартов, должны учитывать, что в изменившихся условиях могут проявляться новые, не отмеченные ранее потери. Нужно помнить, что возможности для улучшений существуют всегда. Процедуры стандартизированной работы следует постоянно пересматривать и совершенствовать.

Внедрение стандартизированной работы выполняется обычно в четыре этапа:

**Этап 1.** *Составление таблицы анализа производительности операций.* В данной таблице отражается текущее состояние производительности каждой операции, выполняемой в ячейке или на производственном участке. Измеряется производительность количеством обработанных деталей.

*Этап 2. Сведение данных в сводной таблице стандартных операций.*

Данные из таблицы производительности стандартных операций следует перенести в сводную таблицу, которая позволяет отслеживать зависимость между временем обработки на станке и временем операций, выполняемых вручную. Также в эту таблицу следует включить время, затрачиваемое на установку заготовки, съём деталей и их перемещения.

*Этап 3. Разработка технологической схемы выполнения стандартных операций.* В этом документе подробно представляется описание операций, контролируемые параметры, время изготовления и критические факторы (правильное/неправильное выполнение операций, безопасность, упрощение и др.).

*Этап 4. Разработка карты стандартных операций.* Карта стандартных операций – это схема производственного процесса в ячейке или на производственном участке с указанием того, как расположено оборудование. На этой карте указывают время цикла, последовательность операций, стандартный объем незавершенного производства и другую информацию. Чтобы обеспечить соблюдение стандартов, работник должен регулярно обращаться к этой карте.

Заполнять карту стандартных операций необходимо следующим образом:

1) указать расположение станков в ячейке или на производственной линии и пронумеровать в соответствии с последовательностью выполнения операций. Соединить эти цифры сплошной линией. Первую и последнюю стадию производственного цикла соединить прерывистой линией;

2) указать расположение пунктов контроля качества;

3) указать пункты проверки техники безопасности;

4) отметить объем текущего незавершенного производства;

5) указать время такта и общее время цикла (включая время, отводимое на контроль качества продукции и переналадку);

6) указать стандартный объем незавершенного производства (запасы).

7) указать количество операторов, присвоив каждому из них буквенное обозначение, в ячейке или на линии.

Сводную таблицу стандартных операций и карту стандартных операций можно объединить в один документ. Это обеспечивает наглядность и позволяет легко разобраться в стандартах.

Так же можно оформить таблицу специфических факторов при выполнении стандартных операций. В этой таблице указываются факторы, влияющие на выполнение стандартных операций. Можно указать порядок действия в определенных ситуациях, например при выходе оборудования из строя или при возникновении других проблем.

Выполнение стандартных производственных операций можно усовершенствовать за счет следующих действий:

- 1) организовать непрерывный поток продукции;
- 2) перейти от однотипных операций к многостаночному обслуживанию и операциям различных видов;
- 3) усовершенствовать передвижения работников;
- 4) разработать правила выполнения операций;
- 5) усовершенствовать оборудование;
- 6) разделить машинные операции и труд операторов;
- 7) применить методы защиты от ошибок.

Стандартизация и стандартизированная работа дают следующие преимущества для предприятия:

- снижается нестабильность производства, потери и затраты;
  - возрастает качество продукции и сокращается время производственных циклов;
  - повышается уровень готовности предприятия пройти сертификацию по требованиям стандартов ISO серии 9000.
- Для персонала также создается ряд преимуществ:
- легче выполняется освоение новых операций;
  - упрощается переход к выполнению разнотипных операций в своей ячейке или на других производственных участках, линиях или рабочих зонах;
  - легче разбираться в проблемных ситуациях и предлагать решения по улучшению своей работы.

### **Контрольные вопросы**

1. *Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», представленных в Федеральном законе «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002.*
2. *Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», применяемых в бережливом производстве.*
3. *Каково назначение стандартов в бережливом производстве?*
4. *Опишите связь стандартизации с Кайдзен.*
5. *Что называется операционной стандартной процедурой?*
6. *Назовите этапы совершенствования стандартов.*
7. *Дайте определение термина «стандартизированная работа».*
8. *Назовите основные показатели стандартизированной работы.*
9. *Назовите этапы внедрения стандартизированной работы.*
10. *Назовите примеры стандартизированной работы в системе самостоятельного обслуживания оборудования оператором.*
11. *Назовите порядок заполнения карты стандартных операций.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение конкурентоспособности и обеспечение выпуска качественной продукции требует совершенствования системы организации производства современных предприятий.

Одной из концепций совершенствования производственной системы является «Бережливое производство». Бережливое производство – это не просто набор понятий, инструментов и правил. Это, прежде всего, философия, меняющая устоявшиеся взгляды на организацию производственных отношений; философия, затрагивающая все уровни организационной структуры предприятия; философия, требующая активного участия всего персонала предприятия и даже поставщиков. Две основные составляющие определяют большую часть успеха реализации философии бережливого производства. Прежде всего, предприятию нужны лидеры, способные «зажечь» своих подчиненных новыми идеями, вселить в них уверенность необходимости перемен и вместе с ними шаг за шагом переносить все трудности, связанные с решением застарелых проблем. И второе – понятная всем система мотивации-вовлечения персонала предприятия в общее дело реализации новых подходов. Эти две составляющие – есть необходимое условие успешного внедрения бережливого производства. Все остальное (методы, инструменты) – это техническая сторона вопроса, которая дополняет необходимое условие до достаточного.

Методы и инструменты бережливого производства в настоящее время широко используются на предприятиях России в различных областях деятельности, например, в авиастроении, в металлургии, на предприятиях общего машиностроения, в структурах Сбербанка РФ, ОАО РЖД и др.

С августа 2013 г. в РФ ведутся работы по разработке национального стандарта «Бережливое производство. Основные положения и словарь».

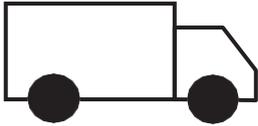
## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

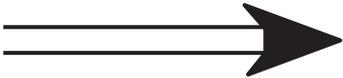
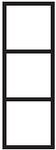
1. Быстрая переналадка для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2009. – 112 с.
2. Вумек, Д. П. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс П. Вумек, Дениэл Т. Джонс ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 473 с.
3. Вэйдер, М. Инструменты бережливого производства : Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства / М. Вэйдер ; пер. с англ. – 7-е изд. – М. : Альпина Паблишерз, 2011. – 125 с.
4. Имаи, М. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества / Масааки Имаи ; пер. с англ. – 4-е изд. – М. : Альпина Паблишерз, 2009. – 345 с.
5. Иллюстрированный глоссарий по бережливому производству / под ред. Ч. Марчвински, Д. Шука ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 123 с.
6. Искандарян, Р. А. Организационная структура продвижения ТРМ / Р. А. Искандарян // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 1. – С. 24-25.
7. Канбан для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 136 с.
8. Куприянова, Т. М. Реализация технологии быстрой переналадки: российский опыт / Т. М. Куприянова, В. Е. Растимешин // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 6. – С. 4-9.
9. Луйстер, Т. Бережливое производство : от слов к делу / Т. Луйстер, Д. Теппинг ; пер. с англ. ; под ред. В. В. Брагина. – М. : РИА Стандарты и качество, 2008. – 132 с.
10. Монден, Я. Тойота : методы эффективного управления / Я. Монден ; пер. с англ. – М. : Экономика, 1989. – 288 с.
11. Ноль дефектов: система ZQC / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 128 с.
12. Общая эффективность оборудования / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 112 с.
13. Производство без потерь для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 152 с.
14. Пшенников, В. В. Качество через ТРМ, или О предельной эффективности промышленного оборудования / В. В. Пшенников // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 10. – С. 5-11.
15. 5S для рабочих: как улучшить свое рабочее место / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 176 с.

16. Ротер, М. Учись видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности / Майк Ротер, Джон Шук ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс : CBSD, Центр развития деловых навыков, 2005. – 144 с.
17. Синго, С. Быстрая переналадка: Революционная технология оптимизации производства / Сигео Синго ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 344 с.
18. Стандартизированная работа / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 152 с.
19. «Точно вовремя» для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 120 с.
20. ТРМ в простом и доступном изложении /А. Итикава [и др.] ; пер. с яп. А. Н. Стерляжникова ; под науч. ред. В. Е. Растимешина, Т. М. Куприяновой. – М. : РИА «Стандарты и качество» 2008. – 128 с.
21. Фомичев, С. К. Бережливое управление: управление потоками создания ценности / С. К. Фомичев, Н. И. Скрябина, О. Ю. Уразлина // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 7. – С. 15-21.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

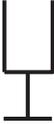
### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА

Изображение 1	Обозначает 2	Примечание 3
	Процесс	Один прямоугольник обозначает один процесс или операцию. Все процессы должны иметь названия
	Внешние участники потока создания ценности	Используется для обозначения потребителей, поставщиков и производственных процессов за пределами предприятия
	Список параметров	Используется для отображения информации о производственном процессе, отделе, потребителе и др.
	Доставка грузов автотранспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов железнодорожным транспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов авиатранспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов водным транспортом	Требуется указать частоту отгрузок

1	2	3
	Перемещение материалов и изделий при помощи погрузчика	Требуется указать частоту отгрузок
 300 изд. 1 день	Запасы	Указываются объем и время хранения
	Движение материалов и изделий методом выталкивания	Движение материалов и изделий до того, как в них возникает потребность
	Движение материалов и продукции от поставщика и к потребителю	Движение материалов и комплектующих от поставщика и готовой продукции к потребителю
	Супермаркет	Регулируемый запас деталей, предназначенный для обеспечения процесса-потребителя
	Изъятие	Вытягивание материалов и деталей, как правило, из супермаркета
Макс. 20 изд  ФИФО →	Перемещение регулируемого количества изделий между процессами методом ФИФО	Метод ограничения количества и обеспечения процессов в последовательности «Первым вошел – первым вышел». Указывается максимальное количество
	Страховые запасы	Указывается количество
	U – образная рабочая ячейка	Расположение оборудования, способствующее эффективному потоку работы

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА

Изображение	Обозначает	Примечание
	Передача информации вручную	Передача информации на бумажном носителе
	Передача информации средствами связи	Передача информации средствами связи или в электронном виде
	План, расписание, график	Представляется информация с показателями плана, расписания, результаты прогнозов и др.
	Канбан производства	Карточка или другое средство, которое указывает процессу, сколько и что следует производить
	Канбан отбора	Карточка или другое средство, которое дает разрешение о получении и перемещении деталей
	Сигнальный канбан	Движение материалов и изделий до того, как в них возникает потребность
	Выравнивание загрузки	Средство для остановки партий карточек канбан и регулирования их количества и номенклатуры в течение периода времени
	Место сбора карточек канбан	Место, где собираются и хранятся карточки канбан для транспортировки
	«Световая вспышка»	Выделяет деятельность, которая необходима для совершенствования определенных процессов

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу \_\_\_\_\_ С. А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
**МДК.02.01 МОНТАЖ СИСТЕМ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Специальность

***15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ***

программа подготовки специалистов среднего звена на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры

Автоматики и компьютерных технологий

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Бочков В. С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Рассмотрена комиссией факультета  
Горно-механического

методической

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П. А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

# Содержание

<b>Раздел 1. Стадии проектирования и состав проектной документации систем автоматизации</b>	<b>3</b>
<b>Тема 1.1 Исходные данные для разработки проектов систем автоматического управления</b>	<b>6</b>
<b>Тема 1.2 Содержание проекта автоматизации технологических процессов</b>	<b>7</b>
<b>Раздел 2 Инженерный анализ при проектировании систем автоматизации</b>	<b>11</b>
<b>Раздел 3 Схемы автоматизации</b>	<b>16</b>
<b>Раздел 4 Выбор средств измерений</b>	<b>19</b>
<b>Раздел 5 Принципиальные электрические и пневматические схемы</b>	<b>24</b>
<b>Раздел 6 Разработка общего вида щита и вида щита на внутренние плоскости</b>	<b>42</b>
<b>Раздел 7 Внешние электрические и трубные проводки</b>	<b>48</b>
<b>Раздел 8 Чертежи расположения проводок и оборудования</b>	<b>56</b>

## **Раздел 1. Стадии проектирования и состав проектной документации систем автоматизации**

В случаях проектирования систем автоматизации технологических процессов с применением средств вычислительной техники, а также автоматизации объектов с новой, неосвоенной или особо сложной технологией производства предварительно должны проводиться научно-исследовательские работы, результаты которых используются при выполнении проекта.

Проекты систем автоматизации технологических процессов выполняются в соответствии с заданием на проектирование, в котором указываются:

1. наименование производственного участка и задача проекта;
2. перечень аппаратов, установок и отделений, подлежащих автоматизации, с выделением в случае наличия особых условий, к которым относятся, например, класс взрыво- и пожароопасности помещений, наличие агрессивной, влажной, сырой, запыленной окружающей среды;
3. стадийность проектирования;
4. сроки строительства и ввода в эксплуатацию системы автоматизации;
5. предложения по структуре управления технологическими процессами, объему и уровню автоматизации;

6. предложения по размещению центральных и местных пунктов управления, щитов и пультов;

7. наименование организации-разработчика данного проекта системы

автоматизации;

8. планируемый уровень капитальных затрат на автоматизацию.

Исходными данными для выполнения проектов систем автоматизации являются технологические схемы с характеристиками оборудования и трубопроводами, перечни контролируемых и регулируемых параметров с необходимыми требованиями, характеристиками и величинами и чертежи производственных помещений с расположением технологического оборудования.

Состав проектных материалов систем автоматизации технологических процессов на различных стадиях проектирования различен.

На стадии проекта, предусматривающей разработку документации с целью выявления технической возможности и экономической целесообразности автоматизации данного технологического участка, определяются уровень и объем автоматизации, принципы ее осуществления и структура, экономическая эффективность. Все основные технические и экономические вопросы решаются укрупнено, без особой детализации, с общими принципиальными выводами о возможности и целесообразности автоматизации.

В состав проектных материалов этой стадии входят:

1. структурная схема управления и контроля, которая разрабатывается для сложных систем управления;
2. схема автоматизации технологического процесса;
3. планы расположения щитов и пультов;
4. ведомости приборов и средств автоматизации, электроаппаратуры, щитов и пультов, трубопроводной арматуры, основных монтажных материалов и изделий;
5. сметы на приобретение и монтаж технических средств автоматизации;
6. пояснительная записка; 7. задания смежным отделам.

На стадии рабочей документации предусматривается разработка проектных материалов, целью которой является обеспечение проведения монтажноналадочных работ. Уровень и объем автоматизации, предусмотренные в рабочих чертежах, должны полностью соответствовать уровню и объему автоматизации, принятым в утвержденном проекте.

В состав рабочей документации входят следующие проектные материалы:

1. Структурная схема управления и контроля;
2. Схема автоматизации;
3. Принципиальные электрические, гидравлические, пневматические схемы контроля, автоматического регулирования, управления, сигнализации и питания;
4. Общие виды щитов и пультов;
5. Таблицы для монтажа электрических и трубных проводок;
6. Схемы внешних электрических и трубных проводок;
7. Планы расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок;
8. Пояснительная записка;
9. Спецификации оборудования, щитов и пультов, ведомости основных монтажных материалов;
10. Уточненные задания смежным отделам на разработки, связанные с автоматизацией объекта.

На стадии рабочего проекта, разрабатываемого для несложных объектов или по существующим прототипам, проектные материалы объединяют цели и задачи, стоящие на стадиях проекта и рабочей документации.

## **Тема 1.1 Исходные данные для разработки проектов систем автоматического управления.**

Проектирование систем автоматического управления ведется на основании технического задания, составленного при разработке технологической части проекта соответствующего объекта (установки, цеха, производства и т. п.).

Техническое задание на проектирование должно содержать следующие данные: задачу проекта; основание для проектирования; наименование объекта управления с указанием класса взрыво- и пожароопасности помещений, агрессивности, влажности перерабатываемых веществ, запыленности помещения и т. п.; стадии проектирования; требования к разработке отдельных вариантов технического проекта; рекомендации по централизации и структуре управления; предложения по размещению пунктов управления (местных, центральных); результаты изыскательских, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, которые необходимо использовать при проектировании; перечень организаций — участников разработки и внедрения проекта; генерального проектировщика, головного НИИ, исполнителей смежных частей проекта (строительной, сантехнической и др.), изготовителя щитов и пультов, исполнителя монтажно-наладочных работ; планируемый уровень капитальных затрат на автоматизацию; сроки строительства и очередности ввода в действие производственных подразделений.

К техническому заданию должны быть представлены следующие данные:

1. Технологические схемы с характеристиками оборудования и указанием внутренних диаметров, толщины стенок и материала труб;
2. Чертежи производственных помещений с указанием расположения технологического оборудования, трубопроводов и рекомендуемых мест для размещения щитов и пультов;
3. Чертежи технологического оборудования со средствами автоматизации, поставляемыми комплектно с ним (перечень и характеристики средств автоматизации, чертежи комплектно поставляемых щитов и пультов);
4. Схемы водо-, воздухо- и электроснабжения с указанием соответствующих диаметров труб, расхода, давления, температуры, влажности, запыленности, напряжения;
5. Схемы управления электродвигателями с указанием типа пусковой аппаратуры;
6. Данные для расчета исполнительных и сужающих устройств, заполнения опросных листов;
7. Результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, содержащие рекомендации по проектированию управляющих систем и средств автоматизации (математическое описание динамических свойств объекта, а при отсутствии математического описания — временные или частотные характеристики объекта);
8. Требования к надежности систем автоматического управления.

Проектирование систем автоматического управления технологическими процессами может вестись как в одну, так и в две стадии. В первом случае выполняется технорабочий проект, т. е. технический проект, совмещенный с рабочими чертежами (ТРП). Во втором случае на первой стадии выполняется технический проект (ТП), а на второй — рабочие чертежи (РЧ).

В состав технического проекта входит следующая документация: структурная схема управления (для сложных систем); структурная схема комплекса технических средств; структурные схемы комплексов средств автоматизации; функциональные схемы автоматизации; планы расположения щитов, пультов, ЭВМ; заявочные ведомости средств автоматизации, электроаппаратуры, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, монтажных материалов и изделий, не стандартизованного оборудования; технические

задания на разработку новых средств автоматизации; смета на приобретение и монтаж средств автоматизации; пояснительная записка. В состав ТП входят также задания генеральному проектировщику на следующие виды разработок: обеспечение средств автоматизации электроэнергией, сжатым воздухом, гидравлической энергией, тепло- и хладоносителями; теплоизоляция трубных проводок и устройств; проектирование помещений для систем автоматизации, в том числе туннелей, каналов, эстакад, проемов, закладных устройств в строительных конструкциях; обеспечение средствами производственной связи; размещение закладных устройств, датчиков, регулирующих и запорных органов на технологическом оборудовании и трубопроводах.

На стадии рабочих чертежей или технорабочего проекта разрабатываются следующие документы: структурная схема управления; структурная схема комплекса технических средств-, структурные схемы комплексов средств автоматизации; функциональные схемы автоматизации технологических процессов; принципиальные электрические, гидравлические, пневматические схемы управления (контроля, регулирования, сигнализации, защиты, блокировки, питания); общие виды щитов и пультов; монтажные схемы щитов и пультов (или таблицы для монтажа электрических и трубных проводок); схемы внешних электрических и трубных проводок; планы расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок; чертежи установки нестандартных средств автоматизации; пояснительная записка; расчеты систем регулирования, расчеты исполнительных и сужающих устройств (приводятся лишь исходные данные и результаты расчетов без текста); заказные спецификации средств автоматизации, электроаппаратуры, щитов и пультов, трубопроводной арматуры, кабелей, проводов, основных монтажных материалов, не стандартизованного оборудования; перечень нормалей (чертежей) на установку средств автоматизации.

В состав технорабочего проекта (при одностадийном проектировании) включается еще смета на оборудование и монтаж.

## **Тема 1.2 Содержание проекта автоматизации технологических процессов.**

Проекты автоматизации технологических процессов включают различные схемы (см. ГОСТ 2.701—76. «Схемы. Виды и типы»).

В зависимости от элементов и связей между ними схемы подразделяют на следующие виды (далее в скобках указан шифр вида схемы): электрические (Э), гидравлические (Г), пневматические (П), кинематические (К), оптические (Л), вакуумные (В), газовые (Х), автоматизации (А), комбинированные (С).

В соответствии с основным назначением схемы МОГУТ быть следующих типов (далее в скобках указан шифр типа схемы): структурные (1), функциональные (2), принципиальные (3), соединений (4), подключения (5), общие (6), расположения (7), прочие (8), объединенные (О). Разрешается разрабатывать схемы и других типов.

Полное название схемы включает обозначение ее вида и типа, например электрическая принципиальная схема — ЭЗ.

Принципиальная схема и схема соединений могут быть совмещены друг с другом. То же разрешается и для схем соединений и подключения. Совмещенной схеме присваивают наименование схемы, тип которой имеет меньший порядковый номер. На одном листе (чертеже) разрешается выполнять схемы двух типов для одного объекта. Наименование такого чертежа должно определяться видом и объединяемыми типами схем, например: «Схема электрическая принципиальная и соединений».

Структурные схемы определяют основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Они разрабатываются ранее схем других типов и служат для общего ознакомления с объектом.

Функциональные схемы разъясняют определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях объекта или в объекте в целом. Функциональными

схемами используются для изучения принципа работы объекта, а также при его наладке, контроле и ремонте.

Принципиальные (полные) схемы определяют полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дают детальное представление о принципах работы объекта. Эти схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов» например схем соединений.

Схемы соединений (монтажные) показывают соединения составных частей объекта и определяют провода, щиты, кабели или трубопроводы, с помощью которых осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода.

Схемы подключения показывают внешние подключения объекта. Этими схемами пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при подключении объектов в ходе эксплуатации.

Общие схемы определяют составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Общими схемами пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации.

Схемы расположения определяют относительное расположение составных частей объекта, а при необходимости — проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т. п. Ими пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте объекта.

Все схемы выполняют без соблюдения масштаба; действительное пространственное расположение составных частей объекта не учитывают или учитывают приближенно.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее число изломов и взаимных пересечений. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи, длину которых следует по возможности ограничивать. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

Обрывы линий связи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места подключения и (или) необходимые характеристики цепей (например, полярность, потенциал и т. д.). Линии связи, переходящие с одного листа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы. Рядом с обрывом линии должно быть указано обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение и т. п.), а в круглых скобках — номер листа схемы (при выполнении схемы на нескольких листах) или обозначение документа (при выполнении схем в виде самостоятельных документов), на который переходит линия связи. Если на схеме таких обозначений нет, то места обрыва должны быть условно обозначены буквами или цифрами, или же буквами и цифрами,

Элементы, составляющие одно устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему, выделяют на схемах сплошной линией, толщина которой равна толщине линии связи.

Элементы, составляющие функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, допускается на схемах выделять штрихпунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, указывая при этом наименование функциональной группы, а для устройства — наименование и (или) тип, и (или) обозначение документа, на основании которого это устройство применено.

Элементы и устройства, входящие в состав объекта, допускается на схеме разграничивать штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, соответственно постам и помещениям, указывая при этом наименования и (или) номера постов и помещений.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида, а также элементы и устройства, не входящие в объект, на который составляют схему, но необходимые для разъяснения принципа работы объекта.

Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрихпунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывающие местонахождение этих элементов, а также содержащие другие необходимые данные. При этом должна быть установлена однозначная связь, которая обеспечила бы возможность поиска одних и тех же элементов, изображенных на схемах разных видов.

При выполнении схем применяют следующие обозначения: условные графические обозначения, установленные в стандартах. Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), а также построенные на их основе; упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические); прямоугольники. В случае необходимости применяют не стандартизованные графические обозначения.

При использовании не стандартизованных обозначений и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

Применение на схемах тех или иных графических обозначений определяется правилами выполнения схем определенного вида и типа.

Размеры условных графических обозначений элементов должны соответствовать установленным в стандартах на условные графические обозначения. Если размеры условных графических обозначений элементов в соответствующем стандарте не указаны, следует изображать условные обозначения на схеме в тех размерах, в которых они выполнены в данном стандарте.

Размеры всех обозначений допускается пропорционально уменьшать; при этом расстояние (просвет) между двумя соседними линиями условного графического обозначения должно быть не менее 1 мм.

Размеры условных графических обозначений допускается увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков.

Графические обозначения следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи.

Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, они должны быть вдвое толще линий связи.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в том положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или же повернутыми на угол, кратный  $90^\circ$  (если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания).

Допускается изображение условных графических обозначений повернутыми на угол, кратный  $45^\circ$ , или же зеркально повернутыми. Если при повороте или зеркальном изображении условных графических обозначений может нарушиться их смысл или удобочитаемость, следует изобразить такие обозначения в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Условные графические обозначения, содержащие буквенные, цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается повернуть против часовой стрелки только на угол  $90$  или  $45^\circ$ .

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линии от 0,3 до 0,4 мм.

На одной схеме рекомендуется применять линии не более трех различных толщин.

На схемах допускается приводить различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения помещают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы (желательно над основной надписью). Около графических 1 обозначений элементов и устройств указывают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы помещают диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т. п.).



При проектировании схем автоматизации решаются следующие основные задачи:

### 1. Анализ технологического процесса

Глубокое знание технологии производства, для которого разрабатывается система автоматизации, позволяет обоснованно решать вопросы управления им. В большинстве случаев система автоматизации создается для действующей установки с известными технологическим регламентом, режимами работ и конструктивными особенностями, оснащенной запорной и регулирующей арматурой. Относительно статических и динамических характеристик управляемого объекта имеются определенные сведения. Все эти сведения подлежат тщательному анализу при проектировании СА.

При проектировании систем автоматизации производства всегда возникает задача согласования производительности смежных участков, что дает возможность исключить ряд возмущающих воздействий.

Анализ технологического процесса позволяет также правильно выбрать основные контролируемые и управляемые величины, установить диапазон их изменения и рабочее значение, определить характеристики возмущающих воздействий и выбрать главные управляющие воздействия. В последнем случае существует определенная свобода выбора. Например, управляющим воздействием может быть как приток вещества или энергии в аппарат, так и сток его. Выбор управляющих воздействий определяется их наибольшей эффективностью и структурой системы автоматизации. I

### 2. Анализ существующих схем автоматизации

Окончательные решения по автоматизации производства принимаются после анализа существующих схем автоматизации, известных из отечественной и зарубежной литературы. Рабочий вариант схемы автоматизации должен обеспечить достижение наиболее высоких технико-экономических показателей и учитывать также перспективы совершенствования технологических процессов и особенности развития технических средств автоматизации. Это позволяет совершенствовать систему автоматизации без существенных затрат.

### 3. Анализ статических и динамических характеристик объекта

Определение структуры схем регулирования. Наиболее целесообразно совместное создание технологического процесса и системы управления им. В этом случае технологический процесс и система автоматизации наиболее полно могут соответствовать требованиям, предъявляемым к автоматизированным процессам, так как на стадии проектирования могут задаваться (специалистами по автоматике) и реализовываться (специалистами-технологами) необходимые статические и динамические свойства объекта. При автоматизации действующих установок необходимо располагать сведениями о свойствах управляемого объекта в виде статических и динамических характеристик. Это помогает правильно выбрать каналы регулирования (регулирующие воздействия), обеспечивающие высокую эффективность управления,

### 4. Выбор на технологической схеме точек контроля или отбора импульсов на регулирующие системы

Выбор точек отбора импульсов должен обеспечивать точность показаний и достаточно полное представление о статических и динамических свойствах управляемого объекта. В ряде случаев именно место отбора импульсов определяет настройки регуляторов, качество регулирования и другие показатели функционирования системы.

Выбор точек контроля или отбора импульсов для регулирующих систем должен также обеспечить удобство монтажа соответствующих технических средств на оборудовании.

### 5. Выбор измерительных и регулирующих приборов

На первом этапе выбирают комплекс технических средств для всей системы, затем - измерительные комплекты для отдельных параметров

При проектировании с.а. стремятся к минимизации числа контролируемых величин при условии обеспечения достаточной информации о ходе процесса.

На выбор приборов в большой степени влияют характеристики технологического объекта с учетом условий его работы, диапазон изменения измеряемых величин, расстояние от чувствительного элемента до выбранного прибора, фактор надежности и др.

Основной аппаратурой, применяемой в системах автоматического контроля, являются серийно выпускаемые приборостроительной промышленностью средства измерений, входящие в ГСП. Применение специально разработанных приборов допускается только в тех случаях, когда типовой прибор либо отсутствует, либо его применение не обеспечивает выполнения технических условий работы и предъявляемых к нему требований. Использование в системах автоматического контроля однородной по техническим особенностям и характеристикам аппаратуры упрощает и удешевляет систему, улучшает условия ее эксплуатации, расширяет возможности резервирования и повышает надежность системы.

Условия работы системы автоматического контроля характеризуются данными о контролируемой среде (температура, давление, плотность, химическая реакция, дисперсность, абразивность и др.), внешней окружающей среде (температура, давление, влажность, запыленность, пожаро- и взрывоопасность, наличие в зоне действия аппаратуры магнитных и электрических полей, излучений и других помехообразующих факторов), о расстоянии от точки измерения до места установки измерительного прибора, а также от прибора до рабочего места оператора.

Требования к качеству работы системы автоматического контроля включают в себя основные метрологические данные: точность измерения, определяемую по классу точности (0,25-1,5); порог чувствительности - по чувствительности к отклонению контролируемого параметра (не более 0,05-0,1 %); быстродействие системы - по скорости реагирования на изменение контролируемой величины (постоянная времени, время начала реагирования) не более 16 с; надежность - по таким основным показателям, как вероятность отказов, частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, коэффициент ремонтпригодности.

В тех случаях, когда точность измерения не регламентирована специальными общегосударственными или ведомственными техническими условиями (правила ми), можно руководствоваться приведенными ниже рекомендациями по выбору класса точности прибора: 0,2 - образцовые, для проверки технических приборов; 0,5 - компенсационного типа (электронные потенциометры, мосты и т. п.), для контроля и регистрации ответственных величин, характеризующих качество работы агрегата, процесса. 1,0 1,5 - среднего класса точности, для контроля и регистрации параметров, оказывающих меньшее влияние на работу агрегата; 2,5- приборы для измерения параметров, непосредственно не влияющих на качество продукта и работу агрегата; 4,0 - грубые приборы для измерения неответственных параметров и оценки их относительного изменения.

При построении систем автоматического контроля последовательно производят выбор воспринимающего элемента и первичного преобразователя, выбор линии связи и источника питания, выбор вторичного прибора.

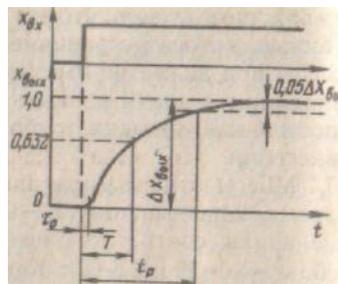
#### Выбор воспринимающего элемента и первичного преобразователя

Зависит от характеристики контролируемой среды, диапазона изменения контролируемого параметра.

При выборе диапазона измерения должны учитываться возможные значения контролируемого параметра в условиях нормальной работы, а также при проведении некоторых дополнительных операций - стерилизации, промывки, дезинфекции и т. д. В этих режимах значение контролируемого параметра может значительно отклоняться от номинального.

Воспринимающий элемент и первичный преобразователь обладают, как правило, наибольшей инерционностью в измерительном комплексе, поэтому при их выборе особое значение имеет оценка динамических свойств этих элементов. Для оценки пользуются такими величинами, как постоянная времени  $T$  или время переходного процесса), а также время начала реагирования  $T_0$ .

Приближенная оценка динамических свойств этих элементов осуществляется с помощью их паспортных данных. Для более точной оценки необходимо пользоваться экспериментальными данными, однако в период проектирования это часто неосуществимо.



### Выбор линии связи

Он в основном определяется видом энергии, принятым в проектируемой системе, расстоянием от места измерения характеристикой внешней окружающей среды.

В большинстве случаев измерительные приборы комплектуются преобразователями разных видов, позволяющими получать унифицированные сигналы и передавать их на расстояние.

По виду энергии дистанционные передачи делятся на пневматические и электрические. Пневматические дистанционные передачи обладают тем преимуществом, что они могут быть применены в пожаро- и взрывоопасных помещениях. Диапазон изменения измерительного сигнала представляет собой изменение давления сжатого воздуха в интервале 0,02-0,1 МПа (0,2-1 кгс/см<sup>2</sup>); эта передача обладает значительной инерционностью, которая ограничивает дистанционность передачи в пределах 300 м при диаметре импульсной линии 6 мм. Увеличение расстояния приводит к значительным запаздываниям в передаче сигналов.

Электрические дистанционные передачи показаний являются практически безынерционными и обладают большой дистанционностью. В настоящее время применяются индукционная, омическая, сельсинная, дифференциально-трансформаторная, ферродинамическая, электросиловая и частотно-силовая передачи. Наиболее часто используются дифференциально-трансформаторная и ферродинамическая передачи, а также электро- и частотно-силовая. Для применения последних двух типов передач необходимо наличие специальных преобразователей ограничивает их дистанции они составляют (250 м).

С помощью электросиловых преобразователей получают унифицированные выходные сигналы, которые изменяются в диапазоне 0—5, 0-20 и 0-100 мА или 0-10 В постоянного тока.

Дистанционность передачи показаний при измерении температуры термопреобразователями сопротивления и термоэлектрическими преобразователями зависит как от сопротивления соединительных проводов, так и от вида вторичных приборов.

### Выбор вторичного прибора

Этот выбор определяется видом измеряемой величины, характеристикой внешней окружающей среды и метрологическими требованиями. Вторичные приборы можно разделить на ряд групп по разным классификационным признакам:

а) по классу точности - прецизионные (класс точности 0,25 и выше), средней (0,5 и 1,0) и низкой (1,5 и ниже) точности;

б) по динамическим свойствам, характеризующимся временем пробега шкалы указателем, - быстродействующие (0,25 - 0,5 с), среднего (1-10 с) и низкого (до 16 с) быстродействия;

в) по габаритам - нормального габарита (размер по лицевой стороне 400x400 мм), малогабаритные (240x320 мм) и миниатюрные (160x 200 мм). Эти размеры приведены для электрических показывающих и самопишущих приборов. Пневматические показывающие приборы кроме основного размера 160 X 200 мм выпускаются также размерами 60 X 160 и 80x 160мм;

д) по числу измеряемых величин - одно- и многоканальные (одно- и многоточечные);

е) по виду шкалы - с прямолинейным, круглым, профильным, вращающимся циферблатом;

ж) по характеристике исполнения - в нормальном для работы при температуре 10-35 °С и относительной влажности от 30 до 80 %, а также в тропическом и искробезопасном;

з) по характеру отсчета измеряемой величины - цифровые, аналоговые и дискретно-аналоговые.

При выборе вторичных приборов важным показателем является диапазон шкалы, который должен охватывать все возможные рабочие значения измеряемой величины с учетом ее максимальных значений. Следует помнить, что расширение диапазона влечет за собою увеличение ошибки при данном классе точности.

Для большинства технологических измерений максимум измеряемой величины может лежать в пределах последней четверти диапазона шкалы, за исключением приборов с упругими чувствительными элементами, на показаниях которых сказываются явления гистерезиса. В этом случае при резко переменных нагрузках максимум измеряемой величины должен лежать в пределах 0,5-0,7 диапазона шкалы.

Для правильного выбора приборов регулирования необходимо располагать исходными данными, характеризующими условия работы АСР и свойства АСУ, составным элементом которой является проектируемая система.

Для упорядочения выбора приборов для АСР рекомендуется такая последовательность:

1. Составляют упрощенную технологическую схему объекта регулирования и анализируют показатели нормального функционирования объекта.

2. Выбирают основную регулируемую величину, исходя из использования одноконтурной замкнутой автоматической системы, и формулируют цель регулирования. При этом приборы для измерения должны быть простыми и надежными с достаточно высокой чувствительностью; допустимые значения статических и динамических ее отклонений от заданного значения достаточно велики; при нескольких регулируемых величинах в одном объекте взаимные связи их через процесс должны быть минимальными.

Затем выбирают регулирующее воздействие, определяя таким образом канал регулирующего воздействия. Выбранная в качестве регулирующей входная величина должна отвечать следующим требованиям: степень влияния регулирующего воздействия по величине коэффициента передачи и ширине рабочей области достаточна для получения необходимой точности регулирования; статические характеристики объекта регулирования линейны или несущественно нелинейны; запаздывание в передаче управляющего сигнала для данного объекта регулирования минимально.

3. Составляют упрощенную структурную схему АСР связывающую основные элементы системы.

4. Выбирают измерительный преобразователь и регулирующий орган.

5. Определяют динамические параметры объекта регулирования. Для этой цели могут применяться как экспериментальные, так и аналитические или экспериментальноаналитические методы.

6. Определяют характер и значение основных возмущающих воздействий, которые испытывает объект регулирования (чаще всего изменения нагрузки объекта). Изменения могут носить самый разнообразный характер, однако их сводят к трем наиболее распространенным видам: скачкообразно длительному, пиковому и монотонно нарастающему/

7. Предварительно выбирают характер выходного сигнала регулятора (тип регулирующего воздействия) по значению относительного запаздывания: релейный или релейно-импульсный; при - непрерывный или импульсный.

8. Устанавливают требуемые (заданные) показатели качества процесса регулирования, используя прежде всего данные технологического регламента. Причем процесс регулирования в случае применения релейных или релейно-импульсных регуляторов будет автоколебательным, а в случае непрерывно действующих или импульсных регуляторов - затухающим.

9. Проверяют пригодность выбранного типа регулирующего воздействия, сравнивая заданные значения показателей качества процесса регулирования с их фактическими значениями. Последние определяют по таблицам и номограммам в зависимости от значений динамических параметров объекта и возмущений по нагрузке. Если выбранный тип регулирующего воздействия можно реализовать с помощью нескольких законов регулирования, то параллельно выбирают закон регулирования. При этом с точки зрения экономической эффективности и надежности выбирают самый простой из законов регулирования, обеспечивающий требуемое качество регулирования.

10. Анализируют возможность улучшения динамических свойств объекта регулирования, если даже самый сложный из законов регулирования не обеспечивает требуемого качества регулирования. Такое улучшение прежде всего возможно за счет применения менее инерционных ИП, других регулирующих воздействий, а также изменения места установки РО.

II. Анализируют возможность применения многоконтурных систем или система с переменной структурой, если мероприятия по улучшению динамических свойств объекта регулирования не приносят желаемого результата.

12. Осуществляют аппаратную реализацию АСР, выбирая тип регулирующего устройства и исполнительного механизма с учетом выбранного КТС или приборной базы системы автоматизации при разработке более высокого уровня системы управления (см. первую группу исходных данных). Кроме того, принимают во внимание сравнительную оценку систем с энергоносителем разного вида.

#### 6. Выбор местоположения вторичных приборов и средств автоматизации

Чувствительные элементы, отборные устройства, регулирующие органы, исполнительные элементы и другие средства автоматизации, служащие для непосредственного получения информации либо для формирования управляющих воздействий, располагают на технологических трубопроводах, в конструктивных элементах технологического оборудования либо в специально спроектированных устройствах, которые установлены на этом оборудовании.

Различные преобразователи, промежуточные элементы, а иногда и автоматические регуляторы можно располагать как рядом с управляемым объектом, так и на локальных пунктах управления отдельными агрегатами. Средства обработки первичной информации, автоматические регуляторы, сигнальные устройства и вспомогательные средства (элементы схем питания, сигнализации, управления и др.) размещают также на локальных пунктах управления. Вторичные приборы можно располагать на локальных и центральных пунктах управления. Некоторые измеряемые и регулируемые параметры могут дублироваться, т. е. фиксироваться на разных щитах.

Схемы автоматизации технологического процесса - это основной документ проекта, отражающий технические решения автоматизации конкретных технологических процессов и показывающий функциональные связи между ними и средствами контроля и управления.

#### Выполнение схем автоматизации

Схема автоматизации технологического процесса содержит машинно-аппаратурную схему процесса, на которой с помощью условных обозначений изображают органы управления, приборы и средства автоматизации и связи между ними, определяющие в целом принципы построения системы автоматического контроля и управления объектом, а также таблицу условных обозначений, не предусмотренных стандартами, и необходимые пояснения.

Существуют два способа выполнения схем автоматизации: развернутый (традиционный) и упрощенный. При развернутом способе на схеме показывают состав комплекса технических средств каждого контура, при упрощенном - отражают только число контуров контроля и регулирования, их назначение и функции, а техническая структура каждого контура отражается в структурных схемах КТС или в другой проектной документации (принципиальных схемах контроля, регулирования, сигнализации, схемах соединений внешних проводок).

#### Изображение технологического оборудования

Это оборудование изображается упрощенно в виде схемы без масштаба, находящейся в верхней части чертежа (примерно 2/3 по его высоте). Эта схема по своему расположению должна соответствовать машинно-аппаратурной технологической схеме с изображением основных коммуникаций, органов управления, электрооборудования и вспомогательных устройств. Второстепенные конструктивные детали, как правило, опускаются. В то же время изображение технологического оборудования и трубопроводов должно давать полное представление о технологической схеме автоматизируемого участка производства. Внутренние ли и элементы технологического оборудования показывают только в том случае, если необходимо отразить непосредственный контакт с ними приборов и средств автоматизации.

Изображаемые на схеме технологические агрегаты и коммуникации по своему виду должны соответствовать схеме, принятой в технологической рабочей документации. Если такая схема отсутствует, а также по согласованию с генпроектировщиком технологическое оборудование может изображаться в соответствии со стандартами ЕСКД или с помощью общепринятых обозначений. Возле изображения технологического оборудования и отдельных его элементов или внутри него приводятся соответствующие поясняющие надписи, например "подогреватель", "сборник" и т. д.

Направление потока среды внутри трубопроводов указывается стрелкой на технологической части СА. Трубопроводы, идущие от конечных аппаратов или подходящие к ним, на схеме обрываются и заканчиваются стрелкой, показывающей направление потока, а также снабжаются поясняющей надписью: "На выпарную станцию", "От фильтра" и т. д.

Для придания большей наглядности и выразительности контуры оборудования вычерчивают тонкими линиями (до 0,5 мм), а коммуникации - более толстыми (до 1-2 мм). На линиях пересечения трубопроводов, изображающих их соединение, ставится точка.

На СА при помощи условных изображений показывают приборы и средства автоматизации, которые необходимы для оснащения проектируемого объекта, в том числе входящие в комплект поставки оборудования и имеющиеся у заказчика.

#### Изображение приборов и средств автоматизации

ГОСТ 21.404+85 "СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах" охватывает практически все

средства автоматизации, необходимые для разработки схем автоматизации. Если возникает необходимость ввести дополнительное изображение, то оно дается проектировщиком на схеме с соответствующей оговоркой и разъяснением.

Устройства и аппаратура вспомогательного назначения (реле, выключатели, фильтры, редукторы и т. д.) на схемах автоматизации не изображаются, кроме случаев, когда это необходимо для уяснения работы отдельных контуров системы автоматизации. Так, при дистанционном управлении электродвигателями наряду с магнитными пускателями, переключателями, кнопочными станциями могут показываться также реле и другие элементы схемы управления.

На схемах автоматизации изображаются также комплектные устройства (вычислительные устройства, комплексы и т. д.). Так как для этих устройств ГОСТ специальных обозначений не предусматривает, их условно показывают в виде прямоугольников произвольных размеров с соответствующими разъяснениями на чертеже.

Все первичные преобразователи, встроенные в технологическое оборудование и трубопроводы, показываются непосредственно на изображениях оборудования или трубопроводов. На технологические коммуникации также наносятся изображения регулирующих органов, входящих в отдельные контуры регулирования, а рядом с ними изображения исполнительных механизмов, с которыми регулирующие органы связаны механически.

В нижней части чертежа (примерно 1/3 по высоте) под технологической схемой размещают прямоугольники, в которых изображают остальную аппаратуру системы автоматизации, группируя ее по соответствующим признакам, например местные приборы, приборы на местных и специальных щитах, приборы на центральном щите и т. д. Число прямоугольников зависит от структуры системы автоматизации и принятой организации управления.

На СА пищевых производств прямоугольники наиболее часто размещаются в такой последовательности:

1. местные приборы, где изображаются первичные преобразователи, и вторичные приборы, не совмещенные непосредственно с первичными элементами, смонтированными на оборудовании и коммуникациях, но которые должны размещаться вблизи оборудования по месту контроля;
2. местные щитки управления (могут быть объединены с прямоугольником местных приборов);
3. оперативные щиты или пульты отдельных агрегатов и групповые щиты;
4. специальные щиты;
5. центральный (диспетчерский) щит; I
6. вычислительные устройства, комплексы и т. д.

Прямоугольники рекомендуется выполнять высотой 40 мм, а при большом количестве аппаратуры высота может быть увеличена. Все прямоугольники с левой стороны на поле шириной 15 мм снабжают соответствующими надписями: "Приборы местные", "Щит ... отделения", "Щит центральный" и т. д. В прямоугольниках щитов показывают все средства автоматизации, установленные на лицевой панели щита, а также приборы и средства автоматизации, которые установлены внутри щита и без которых затруднено изображение контуров регулирования, вычислительные блоки, преобразователи, сигнализаторы и т. д. Звонок, сирена и гудок электрические, сирена пневматическая, сигнальная лампа (табло) и электродвигатель на СА изображаются с помощью обозначений для электрических схем.

Для изображения отдельных измерительных или регулирующих комплектов используются линии связи между отдельными элементами. Линии связи показывают тонкими сплошными линиями толщиной 0,2-0,3 мм, которые проводят с наименьшим числом перегибов и пересечений с изображением технологического оборудования и трубопроводов. Пересечения условных обозначений средств автоматизации линиями

связи не допускаются. На соединительных линиях вблизи пересечения с первым (сверху) прямоугольником указываются максимальное рабочее значение измеряемой величины, а также некоторые другие характеристики соответствующего автоматического устройства (пояснения, ссылки на другие чертежи).

Если несколько первичных элементов подключается к одному вторичному прибору, то допускается объединять соединительные линии в одну. Такое объединение допускается также при наличии нескольких отборных устройств, работающих с одним прибором через переключатель. Аппаратуру, предназначенную для управления и сигнализации однотипного оборудования, допускается изображать на схеме для одного контура, а на чертеже проставлять число комплектов.

При выполнении схем автоматизации сложных технологических установок допускается делать обрыв линии связи во избежание большого числа изломов и пересечений. При этом концы линий связи располагают на прямых невидимых линиях, параллельных линиям рамки схемы, и нумеруют одной и той же арабской цифрой. Концы соединительных линий около прямоугольников рекомендуется нумеровать цифрами в возрастающем порядке слева направо.

Каждому измерительному и регулируемому комплекту присваивается порядковый номер на схеме, а каждому элементу, изображенному на схеме позиционное обозначение (позиция).

Позиции сохраняются во всех документах проекта. Позиция каждого из средств автоматизации состоит из номера комплекта, к которому добавляется буквенный индекс, начиная от первичного элемента и кончая регулирующим органом. Если схема или часть ее повторяется для других установок, то на схеме рекомендуется показывать технологическое оборудование одного объекта, а приборы и средства автоматизации – полностью для всех.

Номера позиций присваиваются в такой последовательности: температура, давление, расход или количество, уровень, состав или качество.

Электроаппаратуре рекомендуется присваивать позиционные обозначения, принятые в соответствующих электрических схемах

При упрощенном способе выполнения СА изображение каждого контура, располагаемое на технологической части схемы, включает окружность, разделенную горизонтальной чертой пополам, и линии связи с оборудованием или трубопроводами и исполнительным устройством. В верхнюю часть окружности вписывается буквенный код, определяющий параметр, и все функции, выполняемые данным контуром, в нижнюю – позиционный номер контура. Возле графического обозначения контура или в таблице контуров приводят предельные рабочие значения величин. В таблице контуров указывают номер контура и обозначение проектного документа, раскрывающего состав контура.

Агрегируемое технологическое оборудование изображается в виде прямоугольника, в котором указывают наименование и тип блока.

Над основной надписью схемы располагают таблицу, в которую сверху вниз вносят условные обозначения трубопроводов, буквенно-цифровые сокращения, резервные буквенные обозначения.

#### **Раздел 4 Выбор средств измерений**

Заключается в установлении конкретных требований к СИ и выборе типов СИ, отвечающих этим требованиям, в разработке (или уточнении) алгоритма измерения. Выбор и обоснование выбора СИ требует определения их обобщенных метрологических характеристик с учетом влияния всех участвующих в измерении СИ, вспомогательных устройств, веществ и материалов, особенностей метода измерений и обработки его результатов.

Требования к СИ носят технологический, конструкторский, метрологический, экономический, экологический и социальный характер и включают: предел допустимых

погрешностей; условия измерения (параметры объекта измерения и окружающей среды, не измеряемые данными СИ, но влияющие на результат измерения); быстродействие СИ; вид измерительной информации (местные показания, дистанционные показания, автоматическая регистрация, интегрирование, сигнализация и др.); необходимость и возможность использования информации в системах автоматического управления на базе микропроцессоров и ЭВМ; требования к помещениям и условиям установки СИ; стоимость и экономическую эффективность от использования; требования к персоналу, осуществляющему монтаж и техническое обслуживание СИ и оборудования.

Выбор СИ осуществляется, как правило, в три этапа.

Первый этап состоит в анализе объекта измерений; при этом изучают нормативно-техническую и технологическую документацию на соответствующий вид продукции, анализируют показатели качества и количества продукции, диапазон их измерений, условия протекания технологического процесса, возможные виды измерения и контроля параметров технологических процессов и показателей качества продукции. По результатам первого этапа составляют перечень контролируемых показателей продукции и параметров технологического процесса по следующей форме: наименование ступени технологического процесса; наименование параметра; границы возможных изменений параметра; возможный вид контроля параметра; особые характеристики процесса.

Второй этап состоит в сравнительном анализе применяемых и предлагаемой методик выбора СИ и самих средств измерений. На этом этапе решают, какие выбрать измерения — прямые или косвенные; оценивают возможные погрешности измерений различными методами и средствами и выбирают предпочтительные варианты СИ; определяют места отбора проб или установки СИ, методы и периодичность снятия показаний; устанавливают алгоритм обработки результатов измерений и порядок их использования. По результатам второго этапа составляют схему контроля технологического параметра.

Третий этап заключается в экспериментальной проверке (исследовательских испытаниях) предлагаемого СИ и методики выбора СИ для выяснения действительных качеств.

Приводимый ниже порядок выбора и обоснования выбора средств измерения рекомендуется в основном при выполнении учебных работ по автоматизации контроля параметров технологических процессов.

Задание (а в проектировании оно называется техническим заданием) по измерению определенного параметра должно содержать:

1. наименование технологического параметра (например, температура  $0^{\circ}\text{C}$ );
2. его измеряемое значение (например,  $t$ );
3. его измеряемое значение (например,  $t_{\text{зм}} = 100^{\circ}\text{C}$ );
4. границы возможных, т. е. технологически допустимых, отклонений (например,  $\Delta t_{\text{доп}} = \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ );
5. условия измерения (например, в емкости диаметром 500 мм при давлении среды не более 0,5 МПа);
6. условия протекания технологического процесса (например, медленно изменяющаяся температура, среда неагрессивная, невязкая и т.п.);
7. возможный вид контроля (например, показание и регистрация на дисковой диаграмме);
8. вид измерительной информации для передачи данных (например, унифицированный токовый сигнал 0... 5 мА).

Таким образом, в нашем примере необходимо выбрать СИ для измерения и регистрации температуры  $100 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$  неагрессивной среды при давлении не более 0,5 МПа в сосуде диаметром 500 мм; при этом вторичный прибор должен иметь унифицированный токовый сигнал 0...5 мА. Исходя из метрологических требований задания и с учетом экономической целесообразности можно предварительно определить измерительный

комплект из термопреобразователя сопротивления типа ТСМ и вторичного регистрирующего прибора .

Верхний предел измерения СИ ( $X_{\max}$ ) определяется по следующим формулам; для медленно изменяющейся измеряемой величины -

$X_{\text{изм}} \leq (2/3) X_{\max}$ ; для быстро изменяющейся –  $X_{\text{изм}} \leq 2X_{\max}$ ; Таким образом,  $t_{\max} \geq 3 \cdot 100/2 = 150^\circ\text{C}$ .

Уточняем (по справочнику), что ТСМ-0879 НСХ 100М класса допуска В работают в диапазоне до  $200^\circ\text{C}$ , т.е. удовлетворяются условия задания.

Определяем модификацию ТСМ (по справочнику), считая глубину погружения ТС 250 мм: ТСМ-0879 5Ц2.821.430-58.

Основная допустимая погрешность ТСМ класса допуска В для температуры  $100^\circ\text{C}$  определяется выражением (см. главу 11)  $\Delta t_{\text{т.с}} = 0,25 + 0,0035 t = 0,25 + 0,0035 \cdot 100 = 0,6^\circ\text{C}$ .

Для вторичного прибора ДИСК-250 предварительно необходимо уточнить верхний предел измерения  $t_{\max}$ . Он выбирается из стандартного ряда :  $t_{\max} = 150^\circ\text{C}$ ,  $t_{\min} = 0$ .

В случаях несовпадения требуемого  $X_{\max}$  со значениями стандартного ряда выбирается ближайшее большее значение  $X_{\max}$  и расчет погрешности ведется по этому значению. Например, если бы при расчете мы получили значение  $t = 175^\circ\text{C}$ , то был бы выбран верхний предел  $200^\circ\text{C}$ .

Далее определяется модификация вторичного прибора (по справочнику): ДИСК250-1131 класса точности 0,5.

Основная, допустимая погрешность вторичного прибора ДИСК-250 -0,5

$$\Delta_{\text{вип}} = \pm \frac{K(X_{\max} - X_{\min})}{100} = \pm \frac{0,5(150 - 0)}{100} = \pm 0,75^\circ\text{C}$$

Таким образом, в соответствии с заданием выбран измерительный комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления ТСМ-0879 5Ц2.821.430-58 с  $\Delta t_{\text{т.с}} - 0,6^\circ\text{C}$  и вторичного регистрирующего прибора ДИСК-250-1 131 с  $\Delta t_{\text{и.п}} = 0,75^\circ\text{C}$ .

При обоснования выбора СИ по точности необходимо доказать, что выбранный измерительный комплект (или отдельное СИ) обеспечивает допустимое по заданию отклонение измеряемого параметра :

$$\Delta_{\text{к.факт}} = \pm \sqrt{\Delta_{\text{т.с}}^2 + \Delta_{\text{вип}}^2} = \pm \sqrt{0,36 + 0,56} \approx 1^\circ\text{C}$$

Так как  $\Delta_{\text{т.к.факт}} < \Delta_{\text{доп}}$  выбор сделан верно.

В случае, если  $\Delta_{\text{т.к.факт}} > \Delta_{\text{доп}}$  выбранное средство измерения не может быть использовано и необходимо или пересмотреть вопросы выбора по допустимым отклонениям первичного преобразователя, или применить вторичный прибор более высокого класса точности, или выбрать другие СИ.

Такого типа задачи решают при автоматизации основных технологических процессов по каждому параметру.

При контроле неотчетливых параметров (технологический контроль, сигнализация и т. д.), как правило, определяют фактическую погрешность выбранных СИ по правилам, изложенным в главе 4.

## Тема 4.1 Погрешность измерений датчиков температуры

При автоматизации технологических процессов в пищевой промышленности наибольшее распространение получили термопары хромель-копелевая (ТХК), хромельалюмелевая (ТХА) и платинородий-платиновая (ТПП); в некоторых случаях ограниченно применяются термопары платинородиевые (ТПР), вольфрамрениевые (ТВР) или медькопелевые (ТМК).

**Термопара хромель-копелевая (ТХК)** имеет самую высокую термоЭДС (до 70 мВ) и отличается высокой линейностью НСХ. Положительный электрод - хромель, являющийся сплавом никеля с 9,5 % хрома, обладает высокой жаростойкостью, устойчивостью к окислению, сульфитации. Термопары ТХК изготавливаются из хромелевой (ТНХ 9,5) и копелевой (МНМц 43-05) проволоки диаметром 0,5 . . . 3,2 мм и имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
-200... 0	$0,1 + 0,2 \cdot 10^{-3} (t + 200)$
0...300	$0,14 + 0,2 \cdot 10^{-3} t$
$0,2 + 0,52 \cdot 10^{-3} (t - 300)$	300 ... 600

**Термопреобразователь хромель-алюмелевый (ТХА)** является наиболее высокотемпературным (до 1000 °С) и жаростойким среди серийных термопреобразователей из неблагородных металлов. ТХА изготавливаются из хромелевой (ТНХ 9,5) и алюмелевой (НМц АК2-2-1) проволоки диаметром 0,5 , . . 3,2 мм. Алюминий (1,6 ... 2,4%), которым легируют никель, уменьшает его окисление на воздухе, образуя плотный окисный слой; марганец (0,6 . . . 1,2 %) и кремний (0,85 . . . 1,5 %) защищают никелевый термоэлектрод от воздействия серы, связывая ее на поверхности в сульфиды. Основными недостатками ТХА являются высокая чувствительность к деформациям и обратимая нестабильность термоЭДС. Термопреобразователи имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
- 200 ... 0	$0,08 + 0,3 \cdot 10^{-3} (t + 200)$
0...300	0,14
300...1000	$0,14 + 0,22 \cdot 10^{-3} (t - 300)$

**Термопреобразователь платинородий-платиновый (ТПП) \*** - наиболее точный, используется как стандартная образцовая ТП для установления НСХ других термопар методом сличения. Она применяется для непрерывных измерений температур до 1300°С (до 1600 С при кратковременных измерениях). Ниже 500 °С ТПП имеет более низкую чувствительность, но вследствие ее исключительной стабильности часто применяется в этом интервале температур при особо точных измерениях. Термопары ТПП изготавливаются из платинородиевой (ПР10) и платиновой (ПлТ) проволоки диаметром 0,1. . . 0,5 мм и имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
300. . . 1300	$0,008 + 2,69 \cdot 10^{-5} (t - 300)$
300	0,008

\* Термопреобразователи из благородных металлов и сплавов (ТПП, ТПР) обладают наиболее высокой стабильностью и воспроизводимостью, хотя их термоЭДС гораздо

меньше, чем у термопреобразователей типа ТХК и ТХА. Высокие температуры плавления благородных металлов делают эти ТП особенно ценными для измерения высоких температур. Они могут работать в окислительной и нейтральной средах, но в восстановительной среде применять их не рекомендуется. Разрушение термопреобразователей ТПП и ТПР обычно обусловлено хрупкостью, возникающей при наличии элементов-восстановителей, а также таких элементов, как сера и фосфор.

**Термопреобразователь платшродий-платинородиевый (ТПР)** применяется для длительных измерений температур до 1600°C и кратковременных - до 1800 °С. Для изготовления термопар ТПР применяется проволока из платинородиевых сплавов (ПР30 и ПР6) диаметром не менее 0,5 мм. Допустимое отклонение термоЭДС от НСХ преобразования ТПР в диапазоне 300 . . . 1600°C составляет  $0,009 + 3,4 \times 10^{-5} (t - 300)$  мВ.

Важной особенностью ТПР является очень малая термоЭДС в диапазоне до 100°C ( $4 \cdot 10^{-3}$  мВ при 50°C и  $34 \cdot 10^{-3}$  мВ при 100°C). Если не принимать никаких мер для устранения влияния нагрева свободных концов ТП, то колебания температуры свободных концов в пределах 0 . . . 100°C приведут к погрешности, не превышающей 3°C при изменении температуры от 300 до 1600°C. В связи с этим технические ТПР применяют без удлинительных проводов, что существенно упрощает их эксплуатацию.

При автоматизации высокотемпературных процессов применяют термопары из тугоплавких металлов, которые могут работать только в вакууме, нейтральных или восстановительных средах. Для них необходима тщательная защита от окисления и агрессивных сред. Кратковременно они могут использоваться и на воздухе. В основном это термопары на основе вольфрамрениевых сплавов, изготовленных методом порошковой металлургии с предельными рабочими температурами до 2500° С.

**Термопара вольфрамрениевая (ТВР)** имеет ряд преимуществ перед всеми высокотемпературными ТП: высокая температура плавления (выше 3000°C), значительная термоЭДС, химическая устойчивость в защитной атмосфере, хорошая обрабатываемость. Для изготовления термопар ТВР применяется вольфрамрениевая проволока (ВР5 и ВР20) диаметром 0,1 ... 0,5 мм.

Стандартизованы три НСХ термопар ТВР: ВР-1 до 2500 °С, ВР-2 и ВР-3 до 1800°C, что обусловлено разбросом химического состава проводников по содержанию рения. Термопары ТВР имеют следующие допустимые отклонения термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	ΔE, мВ
0...1000	<0,08
1000... 1800	$0,08 + 3,8 \cdot 10^{-5} (t - 1000)$
1800...2500	$0,11 + 11,0 \cdot 10^{-5} (t - 1800)$

**Термопара медь-копепевая (ТМК)** стандартизована для низкотемпературных измерений в диапазоне - 200 . . . 100 °С. Для ее изготовления используется проволока диаметром 0,2 ... 0,5 мм из меди марки М1 и сплава копель марки МНМц 43-05. Термопара имеет следующие допустимые отклонения термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	ΔE, мВ
0...100	± 0.055
- 200 ... 0	$0,026 + 1,45 \cdot 10^{-4} (t + 200)$

В зависимости от марки медного провода ЧЭ используются для различных температурных диапазонов: ЧЭ из провода ПЭТВ и ПЭТВ-Р - три температурах до 150°C, а из провода ПЭТ-имид - до 200 °С. ЭЧМ-0183 имеет диаметр 7 мм и длину от 32 до 80 мм в зависимости от R<sub>0</sub>.

Номинальное электрическое сопротивление  $R_0$  медного ЧЭ при  $0^\circ\text{C}$  равно 10; 50 или 100 Ом. НСХ медных ЧЭ обозначается соответственно 10М, 50М или 100М (в эксплуатации находятся медные ТС со старым обозначением НСХ; гр23 и гр24 с соответствующими значениями  $R_0$ , равными 53 и 100 Ом).

НСХ ТС определяется значениями  $R_0$  и  $W_{100}$ . По допускам  $R_0$  от номинальных значений ТС делятся на три класса: А, В и С, по которым отклонение не должно превышать соответственно  $\pm 0,05$ ;  $\pm 0,10$  и  $\pm 0,20$  %. При этом платиновые ТС могут иметь все три класса допусков, а медные - два класса: В и С.

Значения сопротивления  $R$ , при заданной температуре  $t$  определяются по формуле  $R_t = Wf R_0$ , а значения  $W$ , выбираются непосредственно по таблицам НСХ. Допустимые отклонения НСХ от номинальных значений, характеризующие сходимость показаний ТС (в  $^\circ\text{C}$ ), приведены ниже:

Класс допуска	$\Delta t_{\text{ТСП}}$	$\Delta t_{\text{ТСМ}}$
А	$0,15 \pm 0,002t$	-
В	$0,30 \pm 0,005t$	$0,25 \pm 0,0035t$
С	$0,30 + 0,08t$	$0,50 + 0,0065t$

## Раздел 5 Принципиальные электрические и пневматические схемы

Принципиальная схема - схема, каждый элемент которой, выполняя определенную функцию, не может быть разделен на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, для электрических схем такими элементами будут резистор, трансформатор, конденсатор, а для пневматических - дроссель, емкость).

### Тема 5.1 Общие требования и порядок разработки

Принципиальные схемы, входящие в проекты автоматизации технологических процессов по назначению разделяют на схемы управления, сигнализации и питания. К принципиальным схемам предъявляются следующие требования: надежность; безопасность работы обслуживающего персонала и предотвращение брака продукции и повреждения оборудования при аварийных ситуациях, вызванных неисправностями в цепях схемы; удобство эксплуатации; экономичность.

#### Схемы управления

В зависимости от выполняемых функций схемы управления разделяются на следующие виды:

1. схемы управления электроприводами производственных механизмов, к которым относят и схемы управления поточно-транспортными системами (ПТС)\*;
2. схемы управления электроприводами или пневмоприводами запорных и регулирующих устройств;
3. схемы программного управления технологическими агрегатами периодического действия в функции времени или других параметров.

Схемы управления в зависимости от степени участия оператора могут работать в автоматическом, автоматизированном и ручном режимах.

Управление в автоматизированном или ручном режимах может быть местным или дистанционным

Дистанционное управление, осуществляемое с центрального или диспетчерского пункта, называют централизованным, или диспетчерским, причем в схемах управления ПТС оно является диспетчерским автоматизированным управлением (ДАУ).

#### Схемы сигнализации.

В зависимости от выполняемых функций их можно разделить на следующие виды:

- схемы технологической сигнализации, предназначенные для сигнализации о состоянии величин, характеризующих технологический процесс;
- схемы производственной сигнализации, служащие для оповещения о положении рабочих органов машин, механизмов и агрегатов;
- схемы командной сигнализации, выполняющие некоторые организационные функции управления производством;
- схемы пожарной сигнализации, служащие для быстрого оповещения о месте возникновения пожара;
- схемы сторожевой сигнализации, выполняющие функции по охране складских и специальных помещений.

В каждой из перечисленных схем сигнализации могут быть применены один или несколько типов сигналов: сигнал нормального режима, предупреждающий или аварийный.

В схемах производственной сигнализации используется также предупредительный сигнал для предупреждения персонала, находящегося в производственном помещении, о предполагаемом дистанционном пуске электродвигателей данного участка

Схемы сигнализации, как правило, имеют светозвуковые сигнализаторы.

Световой сигнал указывает не только характер, но и конкретную причину его появления и продолжает оставаться включенным до устранения причины. В электрических схемах сигнализации световой сигнал можно подавать разными способами: ровным или мигающим светом, свечением сигнальных ламп с неполным накалом. Схемы защиты

Эти схемы контролируют процессы в защищаемом объекте, подают аварийные сигналы и выключают оборудование или изменяют режимы его работы в целях предотвращения аварий. В зависимости от степени воздействия схем защиты на защищаемый объект различают схемы с полным остановом установки и схемы с локальными воздействиями.

#### Схемы питания

По своей структуре, принципам построения и оформлению схемы питания существенно отличаются от схем управления и сигнализации, поэтому их рассмотрению посвящен п. 2.4.

Принципиальные схемы разрабатывают на основании задания на проектирование и схемы автоматизации, а для создания схем программного управления дополнительно необходима циклограмма работы технологического оборудования.

Проектирование ПЭС управления и сигнализации ведут в такой последовательности: составляют алгоритм работы схемы, разрабатывают структуру схемы управления и сигнализации; переходят от структурной схемы к принципиальной, одновременно выбирая род тока и напряжение питания, а также необходимую аппаратуру; составляют принципиальную электрическую схему.

### **Составление алгоритма работы схемы**

При составлении алгоритма работы схемы кратко описывают условия работы исполнительных элементов схемы при заданной последовательности воздействий (ручные команды оператора, сигналы других автоматических устройств и т. п.) на ее приемные элементы, т. е. контакты ключей управления, кнопок, сигнализирующих приборов и др.

Исполнительные элементы (катушки магнитных пускателей, электромагниты, звуковые и световые сигнализаторы и т. п.) передают воздействия внешним объектам.

Наряду с приемными и исполнительными элементами в многотактных схемах в отличие от одноконтурных есть еще и промежуточные элементы, которые обеспечивают определенную последовательность в передаче воздействий приемных элементов на исполнительные. Алгоритм работы схемы не содержит упоминаний о работе промежуточных элементов.

Алгоритм работы схемы составляется после тщательного изучения исходных условий. При этом стремятся использовать существующие типовые алгоритмы, корректируя их с учетом особенностей автоматизируемого технологического процесса.

#### Алгоритмы работы схем управления электроприводами производственных механизмов

При их составлении наряду с автоматическим управлением в схеме следует предусмотреть ручное управление, которое может быть как местным, так и дистанционным. Причем местное управление может использоваться наряду с дистанционным, если наладка и опробование механизмов с помощью последнего затруднены из-за отдаленности щитов управления. Режим управления выбирается специально предназначенным для этой цели переключателем выбора режима (ПВР). Не рекомендуется использовать один командоаппарат и в качестве ПВР, и в качестве устройства для пуска и останова электродвигателя. При положении ПВР, соответствующем местному управлению, должна исключаться возможность пуска механизма в любом другом режиме. В схеме должен быть также предусмотрен аппарат для аварийного отключения электропривода вне зависимости от режима его работы, который устанавливается вблизи соответствующего механизма.

При управлении двумя аналогичными производственными механизмами, один из которых является резервным, можно предусмотреть следующие режимы работы: автоматический рабочий, автоматический резервный и ручной (ремонтный). В алгоритме работы рассматриваемых схем управления отражается также наличие или отсутствие защиты от минимального напряжения, предупреждающей повторный самозапуск электродвигателя, возможность отключения электродвигателя любой из кнопок "Стоп" в зависимости или независимо от положения ПВР. Схемы управления электроприводами производственных механизмов и, следовательно, алгоритмы их работы можно разделить на две группы: схемы управления электродвигателями, не связанными технологической последовательностью включения, и схемы управления электродвигателями, связанными технологической последовательностью включения, в том числе и схемы управления ПТС.

Составляя алгоритм работы схемы управления ПТС, необходимо для каждого из электродвигателей предусмотреть три режима работы: централизованный, заблокированный, местный заблокированный и местный не заблокированный. При заблокированном режиме предусматривается автоматический последовательный пуск механизмов в направлении, обратном потоку материалов. В случае остановки какого-либо из механизмов автоматически последовательно останавливаются все предшествующие по потоку материалов механизмы, чтобы предотвратить образование завалов материалов.

Существуют два варианта алгоритмов работы схем управления ПТС: с индивидуальными и общим ПВР. Общий ПВР может быть использован для всех механизмов небольшого участка (часть ПТС, ограниченная емкостями и предназначенная для выполнения самостоятельного технологического процесса) или тракта (любая параллельная часть участка, не зависящая в работе от других параллельных ветвей) ПТС, так как при его установке увеличивается протяженность сетей управления. Во всех остальных случаях используют индивидуальные ПВР для каждого механизма.

#### Алгоритмы работы схем сигнализации

При их составлении выбирают характер действия звукового и светового сигналов. Действие звукового сигнала может быть одно- и многократным. В схемах с однократным действием звукового сигнала последний подается только при поступлении первого

сигнала. Поступление остальных сигналов (при уже поданном первом) вызывает лишь появление дополнительных световых сигналов без звука. Таким образом сигнализируется останов электродвигателей ПТС, вызванный срабатыванием блокировочных связей после аварийной остановки одного из них. В схемах с многократным действием звукового сигнала (например, в большинстве схем технологической сигнализации) замыкание любого из сигнальных контактов вызывает появление соответствующего светового и одновременно с ним звукового сигналов. Среди схем технологической сигнализации только схема аварийной защиты и сигнализации, в которой нарушение любого из контролируемых параметров вызывает останов всего агрегата, проектируется с однократным действием звукового сигнала.

Световой сигнал может подаваться ровным или мигающим горением сигнальной лампы.

Алгоритм работы схемы технологической сигнализации с повторным действием звукового сигнала при большом числе световых сигнализаторов: при замыкании технологического контакта соответствующая сигнальная лампа загорается мигающим светом и включается звуковой сигнал. При нажатии на кнопку съема сигнала лампа переходит на горение ровным светом и горит без звукового сигнала до размыкания технологического контакта. Проверка исправности световых и звуковых сигнализаторов осуществляется нажатием на кнопку проверки. Функции кнопок съема сигнала и проверки может выполнять переключатель.

Алгоритм работы схемы технологической сигнализации с повторным действием звукового сигнала при небольшом числе световых сигнализаторов характеризуется тем, что при замыкании технологического контакта сигнальная лампа загорается не мигающим, а ровным светом.

Алгоритмы работы схем производственной сигнализации более разнообразны. Сигнализаторы положения могут входить в состав как схемы управления электроприводом, так и отдельной схемы производственной сигнализации. Совмещать схемы управления и сигнализации рекомендуется в том случае, когда не предполагается проектировать щиты и пульты с мнемосхемой, а их размеры позволяют применять сигнальную арматуру на напряжение цепей управления.

Совмещенные схемы управления и сигнализации о состоянии электроприводов производственных механизмов могут включать от одного до трех световых сигнализаторов. Наиболее распространено использование в этом случае двух ламп: одна сигнализирует о нормальной работе электродвигателя, вторая - об отключении электродвигателя, готового к включению. Третья лампа обычно применяется для сигнализации аварийного отключения, когда возникает несоответствие между положением ключа управления "Включено" и состоянием электродвигателя. Для этой же цели часто в схеме с двумя лампами используют горение ламп неполным накалом. В схемах с одной лампой отсутствует аппаратура, позволяющая периодически проверять исправность ламп, и перегорание лампы может привести к дезинформации.

Для сигнализации работы электродвигателей, не связанных технологической последовательностью включения, может быть использован следующий алгоритм: при нормальной работе агрегатов сигнальные лампы горят ровным светом, при аварийной остановке одного из агрегатов включается звуковой сигнал и соответствующая сигнальная лампа начинает мигать. Звуковой сигнал снимается, и лампа тухнет при нажатии на кнопку съема сигнала. Проверку световых и звуковых сигнализаторов осуществляют специально предназначенной для этого кнопкой.

Алгоритм схемы сигнализации работы электродвигателей, связанных технологической последовательностью включения: при пуске линии по мере включения агрегатов последовательно загораются соответствующие сигнальные лампы, после включения последнего по пуску электродвигателя сигнальные лампы электродвигателей, кроме последнего, могут быть отключены специальной кнопкой. При аварийной остановке одного из электродвигателей, сблокированных с последним, включается звуковой сигнал и

загораются все лампы механизмов, оставшихся в работе, а лампы остановившихся механизмов потушены. Звуковой сигнал снимается кнопкой съема сигнала. Включение лампы работающих электродвигателей можно осуществить кнопкой "Включение ламп".

К производственной сигнализации относится также сигнализация положения запорных органов (задвижки, вентили, шиберы, клапаны и т. п.), имеющих два конечных рабочих положения. Чаще всего проектируются совмещенные схемы сигнализации и управления электроприводами запорных органов по тому же принципу, что и совмещенные схемы сигнализации и управления электроприводами производственных механизмов. Причем при использовании двух сигнальных ламп одна сигнализирует положение

"Открыто", а другая "Закрыто".

### **Разработка структурной схемы**

Структурная схема определяет основные функциональные части устройства, их назначение, взаимосвязи. Выполняется без раскрытия всех их характеристик и детализации цепей.

При разработке структурной схемы используют интуитивный, формализованный и комбинированный методы. Первый применяют в простых случаях, используя решения, аналогичные имеющимся типовым разработкам в данной или других отраслях промышленности. При построении сложных схем для объектов, опыт проектирования которых незначителен, применяют формализованные методы синтеза структурных схем с использованием аппарата формальной математической логики. Процедура синтеза в этом случае сводится к нахождению структурных формул, описывающих работу промежуточных и исполнительных элементов схемы; их аналитической записи и преобразованию чаще всего в целях минимизации числа элементов схемы.

Разработка сложных структурных схем возможна и с помощью комбинированного метода, когда схему вначале создают интуитивно, не обращая внимания на число элементов, занятых в ней. Затем, используя логические функции, полученную схему записывают аналитически и далее с помощью формализованных методов минимизируют длину структурных формул. При этом следует учитывать, что уменьшение длины формул всегда приводит к упрощению только релейно-контактных схем, т. е. к уменьшению числа контактов.

Бесконтактные схемы можно минимизировать только в определенной степени, так как при минимизации их логических функций не всегда удастся учесть ряд специфических особенностей схемы (необходимость применения однотипных элементов, имеющих несколько входов и один выход; их детектирующие свойства, необходимость фазировки сигналов, ограниченную нагрузку элементов и т. п.). Преобразуя схемы, можно использовать опыт проектирования и эксплуатации подобных схем.

Наибольшее число типовых решений существует в области проектирования схем сигнализации, поэтому разработка структуры этих схем сводится к выбору способа взаимодействия их центральной части и цепей технологических контактов

На рис. 2.11 показаны три схемы технологической сигнализации, из которых одна по своей структуре относится к релейным, а две другие - к импульсным схемам. Причем все три схемы предназначены для относительно небольшого числа световых сигнализаторов и имеют повторное действие звукового сигнала. Алгоритм работы таких схем приведен выше.

Например, схема на рис. 2.11а работает следующим образом. При замыкании технологического контакта SQ1 включается реле K1 и своими контактами самоблокируется, а также включает звуковой сигнал HA и реле K2. Реле K2 включает лампу HL1 и отключает реле K1 от контакта SQL. При нажатии на кнопку SB2 теряет питание реле K1, что приводит к отключению HA.

В приведенных схемах в цепи технологических контактов наряду с контактами SQ1, SQ2... входят сигнальные лампы HL1, HL2..., диоды (например, VD2 на рис. 2.11, в),

а в некоторых случаях конденсаторы (С1, С2, ... на рис. 2.11, в), резисторы (R4, R5, ... на рис. 2.11, б) и т. д.; в центральную часть схемы - звуковой сигнализатор НА, центральное реле (K1. на рис. 2.11,а; KV и KP на рис. 2.11,б ив), кнопки для проверки ламп, подачи звукового сигнала (SB1) и его снятия (SB2) и т. д.

Релейные схемы в отличие от импульсных имеют промежуточные реле в цепях технологических контактов. Это позволяет использовать длительные сигналы отклонения сигнализируемого параметра от нормы в качестве воздействия цепи технологического контакта на центральную часть схемы. В импульсных схемах сигнализации для этой цели применяют кратковременные импульсы. В импульсной, схеме сигнализаций с реле (РИС)\* и в схеме с конденсаторами (см. рис. 2.11, в) импульс тока образуется в процессе зарядки конденсатора при изменении сопротивления цепи за счет замыкания технологических контактов. В схеме рис. 2.11, б импульс тока возникает за счет того, что сопротивление нити накаливания лампы в холодном состоянии примерно в 6-10 раз ниже, чем в горячем. Причем время переходного процесса при включении лампы находится в диапазоне 40-100 мкс.

К преимуществам импульсных схем сигнализации следует отнести отсутствие промежуточных реле и, следовательно, значительное сокращение общего числа реле и контактов. Недостатки связаны с ограничениями в некоторых случаях по числу принимаемых сигналов, потерей звукового сигнала при неисправности сигнальной лампы, взаимным влиянием цепей технологических контактов при большом числе одновременно замкнутых контактов из-за возникающего при этом большого заряда на конденсаторах.

### **Переход к принципиальной схеме**

При этом учитывают ряд дополнительных требований, предъявляемых к принципиальным схемам, выбирают напряжение питания схемы, производят ее аппаратную реализацию, рассчитывая в необходимых случаях параметры элементов схемы и проверяя возможность реализации схемы с учетом ограниченного числа обмоток и контактов реле, выпускаемых промышленностью.

#### Учет дополнительных требований

Для предотвращения случайных коротких замыканий и аварийных режимов в случае замыканий на землю, а также облегчения контроля и наладки схемы катушки всех аппаратов подключают в схемах переменного тока к нулю (при двухфазной схеме питания к одной и той же фазе), а в схемах постоянного тока - к минусу. Чтобы уменьшить число соединительных проводов в монтажной схеме и предотвратить случайные короткие замыкания, контакты одного и того же аппарата присоединяют к одной фазе и стремятся увеличить число одно потенциальных точек.

Рекомендуется, чтобы в схемах отсутствовала аппаратура, постоянно находящаяся под напряжением и отключающаяся только при снятии напряжения питания. Если этого сделать не удастся, предусматривают сигнализацию о наличии напряжения питания.

#### Принципиальные схемы управления должны отвечать следующим требованиям:

- ввод в схему предупредительной сигнализации, и установка кнопки пуска и аппарата для аварийного отключения электродвигателя, если с поста управления электродвигателем не виден приводимый им механизм и если обслуживающий персонал постоянно находится у этого механизма;
- невозможность совмещения в одном аппарате функций выбора режима управления и непосредственного управления;
- отсутствие возможности одновременного пуска электродвигателя при управлении электроприводом из нескольких мест;
- осуществление переключений в схеме только в цепях управления, а не в силовых цепях. В случае разделения цепей управления на цепи разного напряжения большинство переключений проектировать в цепях низкого напряжения;

□ включение выходных контактов автоматических устройств в схемы управления с двойным разрывом цепи с обеих сторон этих контактов с помощью переключателей управления для удобства наладки и эксплуатации. Двойной разрыв можно использовать также в цепи катушки отключающегося аппарата при ответственных блокировках, которые обеспечивают остановку привода.

В схемах сигнализации, имеющих узел проверки схемы, для исключения ложных связей между цепями технологических контактов используют контакты промежуточных реле или диоды (см. рис. 2.11, а). Выбор варианта (контакты или диоды) зависит от наличия свободных контактов у промежуточных реле. В то же время применение арматуры с двумя параллельно соединенными лампами делает необязательным включение в схему сигнализации узла проверки ламп, так как о перегорании одной из двух ламп свидетельствует снижение освещенности арматуры.

#### Выбор напряжения питания схемы

Напряжение питания выбирают из ряда номинальных значений напряжения сетей и приемников электрической энергии постоянного и переменного однофазного тока, регламентированных государственным стандартом. Наиболее распространенным является применение напряжения 220 В переменного тока либо напряжения 60 В и ниже (48, 24 и 12 В) постоянного тока. Выбор одного из указанных напряжений в значительной степени определяет и аппаратную реализацию схемы, так как при напряжении ниже 60 В используют слаботочную аппаратуру, а при напряжении выше 60 В - аппаратуру управления сильного тока.

Выбор напряжения питания определяется требованиями техники безопасности и условиями окружающей среды, числом элементов, входящих в схему, разветвленностью цепей проектируемой схемы, допустимым значением напряжения на контактах приемных элементов, родом тока и величиной напряжения существующих источников питания, условиями эксплуатации и, в частности, квалификацией обслуживающего персонала, а также экономическими показателями.

Иногда применение того или другого напряжения ограничивается допустимым значением напряжения на контактах приемных элементов, их разрывной мощностью. Если допустимое напряжение и разрывная мощность нескольких приемных элементов отличаются от допустимого напряжения и разрывной мощности большинства приемных элементов или напряжение срабатывания исполнительных элементов отличается от рабочего напряжения остальной части проектируемой схемы, проводят разделение схемы на цепи слабого тока низкого напряжения и цепи сильного тока выходных элементов схемы. Однако в некоторых случаях по значению коммутируемых токов и напряжений контакты слабого тока не могут быть использованы для включения или отключения цепей сильного тока. Тогда схему строят таким образом, чтобы контакты слабого тока коммутировали обесточенные цепи сильного тока, либо между этими контактами и цепями вводят промежуточные слаботочные реле.

Защитой протяженных цепей управления в случае их междуфазного питания служит двухполюсный автомат. Преимущества фазного напряжения 220 В для питания схем управления перед междуфазным напряжением 380 В состоят в его меньшей опасности, создании удобств при сочетании схем управления и сигнализации, расширении возможностей выбора аппаратуры для схем управления.

На рис. 2.12 показаны простейшие схемы управления электродвигателем при питании междуфазным и фазным напряжением. В первом случае замыкание на землю при включенном пускателе в любой точке за предохранителем FU4 приведет к перегоранию этого предохранителя, но катушка пускателя КМ останется включенной на фазное напряжение, т. е. пускатель может не отключиться как при нажатии на кнопку SB1, так и при размыкании контактов конечного выключателя SQ. При отключенном пускателе замыкание на землю в цепи от катушки до кнопки SB2 может вызвать самовключение электродвигателя, что опасно для обслуживающего персонала и может привести к серьезным аварийным режимам. При использовании для питания фазного напряжения и

надежного заземления одного вывода катушки (см. рис. 2.12,6) замыкание на землю в любой точке цепи вызовет перегорание предохранителя и отключение пускателя.

Для питания цепей управления слабого тока чаще всего применяют постоянный ток напряжением 60 В. Однако следует избегать применения для питания цепей управления напряжением только 60 В и ниже, так как на поверхности контактов аппаратов с номинальным напряжением 110 и 220 В образуется непроводящая оксидная пленка, которая легко пробивается только при напряжении, на которое рассчитан аппарат.

В схемах сигнализации при выборе напряжения питания кроме перечисленных общих предпосылок следует учитывать, что в цепях сигнализации существует повышенная вероятность замыканий на землю из-за большой разветвленности этих цепей, частого расположения датчиков сигнализации и их цепей в местах с повышенными загрязненностью и влажностью. Питание цепей сигнализации рекомендуется осуществлять от разделительного трансформатора с изолированной от земли вторичной обмоткой и устройствами контроля изоляции на землю. Так как контроль изоляции в разветвленных цепях легко выполнять при питании этих цепей постоянным током, то вместе с разделительным трансформатором иногда применяют выпрямительную установку.

При питании схем сигнализации пониженным напряжением и отсутствии необходимых при этом источников питания используют понижающие трансформаторы с изолированными обмотками. Применять для этой цели последовательно включенные резисторы или автотрансформаторы не разрешается.

#### Выбор аппаратуры управления и сигнализации

Для принципиальных электрических схем выбор такой аппаратуры в первую очередь определяется принятым для питания схемы напряжением и родом тока, а также выполняемыми данной аппаратурой функциями, необходимым числом регулирующих органов и контактов, характеристикой помещения, где будет устанавливаться аппаратура", с точки зрения его опасности при применении электрооборудования. Во всех случаях стремятся к применению однородной по своим техническим характеристикам аппаратуры, причем необходимое исполнение ее определяется по ПУЭ в зависимости от класса помещений, в которых она устанавливается.

При выборе аппаратуры управления и сигнализации прежде всего учитывают род тока, номинальное напряжение и мощность, допустимые параметры окружающей среды, установочные размеры и исполнение. Кроме того, на выбор аппаратуры управления влияет величина предельной разрывной способности исполнительных органов аппаратуры, число включений и переключений, а при выборе реле - дополнительно время срабатывания и отпускания, число исполнительных и реагирующих органов, кратность пускового тока; при выборе кнопок и кнопочных станций - число штифтов и контактов (замыкающих и размыкающих); при выборе переключателей и выключателей - число секций, диаграмма замыкания контактов, число фиксированных, положений и угол поворота рукоятки, число полюсов. При питании переменным током схем сигнализации, >. имеющих диоды, могут быть применены только те реле переменного тока, которые срабатывают в схеме однополупериодного выпрямления с последующей самоблокировкой на полное напряжение.

В качестве световых сигнализаторов в схемах технологической сигнализации используют табло с высвечиваемыми надписями о содержании подаваемого сигнала, а в схемах производственной сигнализации - сигнальную арматуру с круглыми линзами разного цвета. Линзы красного цвета применяют для подачи аварийного сигнала, зеленого - сигнала нормального режима, желтого - сигналов другого назначения, белого - разных сигналов одной сигнальной лампой.

Сигнальные лампы рекомендуется выбирать на напряжение, несколько превышающее номинальное, либо включать последовательно с лампами добавочный резистор, учитывая, что уменьшение напряжения питания на 10 % увеличивает срок службы лампы примерно в 3 раза. Добавочный резистор включают также в том случае,

когда напряжение питания схемы сигнализации превышает номинальное напряжение лампы.

Выбор звукового сигнализатора зависит от характера сигнала, продолжительности его включения, номинального напряжения и потребляемой мощности. В схемах технологической сигнализации в качестве звуковых сигнализаторов чаще всего применяют звонки, в схемах производственной сигнализации - гудки и ревуны.

Выбор прибора с технологическим контактом включает анализ тех же факторов, которые определяют выбор приборов для систем автоматического контроля. Кроме них еще учитывают пределы настройки и точность срабатывания контактов, их разрывную мощность и допустимое напряжение. При недостаточной разрывной мощности контактного устройства, низком допустимом напряжении на контактах, а также при необходимости размножения сигнала в схему дополнительно включают промежуточное реле.

### **Тема 5.1 Выполнение ПЭС**

Проектируемые для одного объекта принципиальные электрические схемы управления и сигнализации в зависимости от сложности могут выполняться на одном или нескольких листах. На принципиальных электрических схемах управления и сигнализации в общем случае могут быть показаны цепи управления, сигнализации, измерения и регулирования, силовые цепи; контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, и контакты аппаратов из других схем; диаграммы и таблицы включений контактов приемных элементов схемы (переключателей, конечных и путевых выключателей, программных устройств); таблицы применимости; поясняющая технологическая схема, циклограмма работы оборудования; схема блокировочных связей оборудования; необходимые пояснения и примечания; перечень элементов и основная надпись

Элементы на принципиальных электрических схемах должны быть изображены в соответствии со стандартами ЕСКД совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов показывают на схеме в непосредственной близости один к другому. Так, магнитный пускатель изображают со всеми его катушками, контактами и другими частями. Совмещенный способ применяют для изображения сложных регулирующих устройств. Однако наиболее часто элементы на принципиальных электрических схемах управления и сигнализации систем автоматизации изображают разнесенным способом, при котором их составные части располагают в разных местах схемы таким образом, чтобы отдельные цепи были наиболее наглядными. При этом рекомендуется использовать строчный способ изображения цепей, при котором отдельные цепи располагают в горизонтальную или вертикальную (последняя менее желательна) строчку последовательно одна за другой. Все аппараты на схеме показывают в их нормальном положении, т. е. в таком, которое они занимают при отсутствии внешнего воздействия (электрического, механического, теплового и т. п.). Аппараты, не имеющие отключенного положения, изображают в одном из положений, принимаемом за исходное.

Маркировка цепей в электрических схемах выполняется в соответствии с ГОСТ и служит для опознания цепей, а в некоторых случаях отражает их функциональное назначение. Одни и те же цепи на всех электрических схемах (принципиальных, монтажных и внешних соединений) должны иметь одинаковую маркировку, которая проставляется слева от вертикально и над горизонтально расположенными цепями.

Участки цепей, сходящиеся в одном узле схемы или проходящие через разъемные контактные соединения, имеют одинаковую маркировку. Участки цепей, разделенные контактами аппаратов, катушками реле, обмотками машин, резисторами, предохранителями и другими элементами, имеют разную маркировку. Цепи маркируют независимо от заводской нумерации зажимов аппаратов и приборов, к которым они присоединяются. В связи с применением табличного способа оформления монтажных

схем на принципиальных электрических схемах наряду с маркировкой цепи приводится заводская нумерация зажимов (выводов) аппарата или прибора

Цепи маркируют арабскими цифрами, перед которыми при необходимости проставляют прописные буквы (одинакового с цифрами размера) А, В, С (для маркировки фаз) и N (для маркировки нуля). Входные и выходные участки, цепей постоянного/ тока маркируют с указанием полярности: "+" и "-".

Цепи принципиальных электрических схем систем автоматизации маркируют, как правило, последовательными числами от ввода источника питания к потребителю, а разветвляющиеся участки - сверху вниз в направлении слева направо. При маркировке цепей допускается оставлять резервные номера. В системах автоматизации для маркировки рекомендуется применять следующие три группы чисел:

- для цепей управления, регулирования и измерения 1-399, 1001-1399, 2001-2399 и т.д.;
- для цепей сигнализации 400-799, 1400-1799, 2400-2799 и т. д.;
- для цепей питания 800- 999, 1800-1999, 2800- 2999 и т. д.

Контакты аппаратов, работающих в других схемах, на данной схеме обводят тонкой сплошной линией, около которой приводят обозначение аппарата и ссылку на номер чертежа схемы, в которую включен сам аппарат. Контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, располагают на свободном поле чертежа в виде отдельной цепи. Рядом с изображением цепей указывают номер чертежа и название схемы, в которой они работают.

Среди диаграмм и таблиц включений контактов приемных элементов схемы наиболее распространены диаграммы замыканий контактов ключей управления и переключателей и диаграммы замыканий многоцепных реле времени (например, приборов КЭП), конечных и путевых выключателей, технологических контактов и др.

При выполнении принципиальных электрических схем управления сложными объектами эти схемы дополняют поясняющей технологической схемой с упрощенным изображением всех аппаратов и машин, входящих в состав технологического узла, для которого они разрабатываются. При необходимости на схеме приводят также циклограмму работы оборудования и схему блокировочных зависимостей, указывающие последовательность работы оборудования. В более простых случаях ограничиваются краткими текстовыми пояснениями по условиям и режимам работы оборудования.

Для пояснения работы схемы приводят таблицы, помещаемые справа от изображения схемы с горизонтальным строчным расположением отдельных цепей. В таблицах записывают назначение цепи и входящих в нее элементов. Номер относящихся к данной схеме чертежей, ссылки на исходные материалы и другие сведения дают в примечаниях. В перечне электроаппаратуры, помещаемом обычно над основной надписью в виде таблицы, приводят основные характеристики этой аппаратуры и ее обозначение по схеме.

### **Тема 5.3 ПЭС питания**

Система электропитания включает источники питания (цеховые распределительные подстанции, распределительные щиты, питающие сборки и т. п.), щиты и сборки питания системы автоматизации, электроприемники (преобразователи, приборы, регуляторы, исполнительные механизмы), питающую сеть от источников питания до щитов и сборок питания систем автоматизации с аппаратами защиты и управления, распределительную сеть от щитов и сборок питания до электроприемников с аппаратами защиты и управления.

К системам электропитания предъявляются следующие основные требования: надежность, экономичность, удобство и безопасность обслуживания.

Проектирование системы электропитания ведут в такой последовательности: выбирают источники питания, выбирают и размещают щиты и сборки питания системы автоматизации, проектируют питающую сеть, проектируют распределительную сеть,

выполняют принципиальные схемы электропитания. Иногда к проектированию систем электропитания относят также выбор сечения проводников питающей и распределительной сетей, а также проектирование заземления электроустановок систем автоматизации.

#### Выбор источников питания

Источник питания должен обеспечить необходимые электроприемникам напряжение и мощность, достаточные для того, чтобы отклонение напряжения не превышало значений, при которых нарушается нормальная работа электроприемников. Так, для контрольно-измерительных и регулирующих приборов отклонение напряжения не должно быть больше значений, указанных заводами-изготовителями. К источникам питания систем автоматизации не подключают силовые электроприемники (например, крупные электродвигатели, электропечи) с резкопеременной нагрузкой. В качестве источников электропитания систем автоматизации чаще всего используют распределительные подстанции и щиты, сборки питания, а для неотчетливых установок - в виде исключения щиты освещения при условии что последние питаются от общих с силовой нагрузкой трансформаторов и система электропитания приборов и средств автоматизации допускает кратковременное исчезновение напряжения.

#### Выбор и размещение щитов и сборок питания

В щитах и сборках питания располагается аппаратура защиты и управления питающей и распределительной сетей. Их выбор и размещение должны прежде всего обеспечить надежность, удобство и безопасность эксплуатации системы электропитания. При этом учитывается территориальное расположение источников питания и электроприемников, число последних, необходимая мощность.

При незначительном общем числе электроприемников системы автоматизации специальные щиты электропитания не применяют, а аппаратуру защиты и управления системы электропитания размещают на щитах управления или в релейных шкафах. Задвижки и электродвигательные ИМ и в этом случае получают питание от отдельных сборок питания. В ВЦ обычно предусматривают специальные помещения для размещения питающего пункта с автоматическими выключателями и вводного щита для электрического освещения.

#### **Проектирование питающей сети**

Проектирование питающей сети включает выбор напряжения, числа фаз и проводов, конфигурации питающей сети и решение вопросов резервирования, выбор и размещение аппаратов защиты и управления.

Выбор напряжения питающей сети определяется напряжением в цепях питания приборов и средств автоматизации с учетом напряжений, принятых в системе электроснабжения автоматизируемого объекта. Наибольшее распространение в системах электроснабжения промышленных предприятий получили четырехпроводные сети трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В с глухим заземлением нейтрали. На действующих предприятиях иногда встречаются менее экономичные четырехпроводные сети трехфазного переменного тока напряжением 220/127 В с глухозаземленной нейтралью. Применяют также трехпроводные трехфазные системой переменного тока напряжением 380 и 500 В с изолированной нейтралью и трехфазные системы переменного тока напряжением 660 В. Если на автоматизируемом объекте существуют или проектируются стационарные двухпроводные сети переменного тока напряжением 36 и 12 В, то их используют и в сетях питания для переносного освещения и электрифицированного инструмента.

#### Выбор числа фаз и проводов питающей сети

Выбор этих параметров зависит от числа фаз и напряжения питания приборов и средств автоматизации. При наличии однофазных электроприемников применяют двухпроводные однофазные (фаза-нуль) и двухфазные (фаза-фаза) сети. Три фазы могут подаваться на щит однофазного электропитания только при большой нагрузке щита по

сравнению с мощностью питающего трансформатора, когда существует опасность несимметричной нагрузки его более чем на 10 %.

#### Выбор конфигурации питающей сети

Выбор производят в зависимости от категории автоматизируемого объекта и расположения щитов и сборок питания относительно источников питания.

#### Выбор и размещение аппаратуры защиты и управления

В системах электропитания приборов и средств автоматизации используются рубильники, пакетные выключатели и переключатели в открытом, защищенном и герметичном исполнении, тумблеры, предохранители и автоматы. Рубильники, пакетные выключатели и тумблеры используются в качестве аппаратов управления. Предохранители предназначены для защиты сетей и отдельных электроприемников от коротких замыканий и перегрузок. Они характеризуются номинальными напряжениями, силой тока и номинальной силой тока плавкой вставки  $I_{B-вст}$  (наибольшая сила тока, которую вставка выдерживает неограниченно длительное время)

Автоматы сочетают функции аппаратов защиты и управления. Они выпускаются с электромагнитным расцепителем для защиты от коротких замыканий; с тепловым или электромагнитным расцепителем с гидравлическим замедлением для защиты от перегрузки и комбинированным расцепителем, осуществляющим оба вида защиты. Кроме того, выпускаются автоматы без расцепителей, с расцепителями минимального напряжения и дистанционного отключения. Автоматы характеризуются номинальным напряжением, силой тока, номинальной силой тока расцепителя (наибольшая сила тока, которую расцепитель выдерживает неограниченно длительное время), силой тока уставки электромагнитного расцепителя (или силой тока отсечки - наименьшей силой тока, при которой срабатывает расцепитель) или кратностью силы тока отсечки по отношению к номинальной силе тока расцепителя.

Рубильники с предохранителями дешевле и проще автоматов, однако из-за значительных отклонений времени перегорания разных «ставок одного и того же типа предохранителей при одной и той же силе тока вставки возникают неполнофазные отключения, при которых плавкие вставки перегорают не во всех фазах защищаемой сети. При использовании автоматов возможность неполнофазных отключений отсутствует. Кроме того, автоматы удобнее в эксплуатации, безопасны в работе, обладают многократностью действия.

Аппараты защиты и управления в питающих сетях устанавливают в местах присоединения их к источнику питания и на вводах в щиты. Защиты могут отсутствовать при условии, что аппараты защиты, находящиеся в местах присоединения к источнику питания, обеспечивают надежную защиту всей линии, а все присоединения распределительной сети к указанным щитам и сборкам питания имеют индивидуальную защиту.

#### Выбор характеристик аппаратов защиты и управления

Необходимые характеристики данных аппаратов определяют с учетом основных требований ПУЭ. Номинальное напряжение  $U_{кл}$  аппаратов защиты и управления должно быть больше или равно номинальному напряжению  $U_{нА}$  в сети, а номинальная сила тока  $I_{н}$  рубильника, пакетного выключателя, тумблера, автомата и плавкой вставки - больше или равна расчетной (номинальной) силе тока  $I_{р}$  в цепи. Для рубильников, пакетных выключателей и тумблеров, кроме того, наибольшая сила отключаемого тока не должна быть меньше длительной расчетной силы тока в цепи, причем эти аппараты управления должны без повреждений включать и отключать цепи при пусковых токах электроприемников.

При выборе безинерционных предохранителей необходимо учитывать, что плавкая вставка не должна перегорать при кратковременных увеличениях силы тока в цепи, например при пуске электродвигателей исполнительных механизмов и задвижек.

#### **Проектирование распределительной сети.**

Включает в основном те же операции, что и проектирование питающей сети.

### Выбор напряжения

При выборе напряжения распределительной сети наряду с положениями, приведенными выше, учитывают некоторые дополнительные требования. Для стационарного освещения монтажной стороны шкафов щитов, в том числе и малогабаритных, применяют ток напряжением не выше 220 В, а для местного стационарного освещения шкафов щитов в производственных помещениях - напряжением не выше 36 В, панельных щитов в щитовых помещениях - не выше 220 В. Питание электрифицированного инструмента и переносного освещения рекомендуется осуществлять от производственной распределительной электрической сети. Однако допускается использование и распределительной сети системы автоматизации с применением понижающих трансформаторов, не являющихся автотрансформаторами.

Напряжение питания электрифицированного инструмента и переносных ламп в помещениях без повышенной опасности выбирается не выше 220 В, в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных", вне помещений и при производстве работ в шкафов щитах - не выше 36 В. При производстве работ вне помещений и в шкафов щитах с внутренним проходом, а также при наличии особо неблагоприятных условий, связанных с теснотой и неудобным положением работающего, для питания переносных ламп используют напряжение 12 В. Лампы освещения, электрифицированный инструмент и переносные лампы подключают так, что даже при отключении питающего щита они остаются под напряжением.

Питание некоторых типов приборов и регуляторов в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей осуществляют через разделительный трансформатор (при наличии сильных электромагнитных полей) или стабилизатор.

### Выбор аппаратуры защиты и управления

При выборе аппаратуры защиты и управления в распределительных сетях чаще всего отдают предпочтение комплекту пакетный выключатель (рубильник, ключ управления, тумблер) - предохранитель. Автоматы в распределительных сетях применяют в том случае, если они обладают достаточной чувствительностью к токам короткого замыкания, а также если это оправдано экономически и удобно в эксплуатации. В цепях стационарного освещения шкафов щитов и местного стационарного освещения шкафов и панельных щитов во всех случаях используют в качестве аппаратов защиты и управления выключатель с предохранителем, устанавливаемые в фазном проводе.

В распределительной сети аппараты управления и защиты размещают, как правило, во всех нормально незаземленных фазных проводниках в местах их присоединения на щитах и сборках питания. Аппараты защиты и управления не устанавливают в заземляющих проводниках всех видов. В то же время в распределительных сетях взрывоопасных зон класса В-1 аппараты защиты от токов коротких замыканий могут находиться на фазном и нулевом проводах. В помещениях всех классов аппараты управления могут размещаться в нулевых проводниках (и при использовании их в качестве заземляющих) при условии, что они одновременно отключают все фазные провода.

В цепях питания электроприводов исполнительных устройств в качестве аппаратуры защиты и управления используют либо автомат и магнитный пускатель, либо рубильник, предохранители и магнитный пускатель. Первый вариант предпочтительнее. При междофазном питании протяженных цепей управления электродвигателями исполнительных устройств для их защиты применяют двухполюсные автоматы.

Выбор характеристик аппаратуры защиты и управления для распределительной сети производят так же, как и для питающей сети, определения номинальной (расчетной) силы токов электроприемников при известных их номинальных мощностях могут быть использованы формулы. Мощности, потребляемые приборами, регуляторами и исполнительными механизмами, находят с помощью специальных справочников и инструкций заводов-изготовителей.

## **Выполнение принципиальных электрических схем питания**

Принципиальные электрические схемы питания выполняют для питающей и распределительной сетей либо на отдельных листах, либо (при небольшом числе групп питания) совмещают на одном листе. При этом схема питающей сети дается в однолинейном, а схема распределительной сети - в многолинейном изображениях. Принципиальную электрическую схему питающей сети чертят одну для всей системы автоматизации. Она включает схему питающей сети, перечень электроаппаратуры и примечание с перечнем чертежей.

На схеме питающей сети показывают аппараты защиты и управления, устанавливаемые со стороны источника питания и щитов питания системы автоматизации, а также электрические связи между ними. Рядом с аппаратами защиты управления проставляют буквенно-цифровое обозначение, номинальные значения напряжения и силы тока, силу тока плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата.

Принципиальную электрическую схему распределительной сети выполняют для каждого щита или сборки питания отдельно. В нее включают схему распределительной сети, перечень электроаппаратуры и примечание с перечнем относящихся чертежей.

На схеме распределительной сети показывают питающие вводы и отводы, отводы к электроприемникам, аппараты защиты и управления, выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы, источники питания, лампы освещения, штепсельные розетки, схемы АВР и линии электрической связи между аппаратами. В нижней части схемы таблицу, в которой перечисляют электроприемники, питающиеся от данного щита питания, с указанием их позиций по спецификации, потребляемой мощности, напряжения и места установки. Кроме того, на схеме у изображений приборов и аппаратов приводят их буквенноцифровые обозначения и следующие данные: для автоматов - номинальную силу тока и силу тока уставки теплового и электромагнитного расцепителей; для рубильников, выключателей и переключателей - номинальную силу тока; для предохранителей - номинальную силу тока патрона предохранителя (в числителе) и силу тока плавкой вставки (в знаменателе); для трансформаторов, выпрямителей и источников питания - максимальное и минимальное напряжения.

Все цепи на схеме питания маркируют. Допускается не маркировать только участки цепей между выключателями и предохранителями, установленными в пределах одного щита или сборки питания. Условные графические обозначения электроаппаратов, их буквенные обозначения и маркировку цепей осуществляют в соответствии с теми же стандартами и техническими условиями, что и на принципиальных схемах управления и сигнализации.

## **Тема 5.4 Разработка принципиальных пневматических схем (ППС).**

Принципиальные пневматические схемы разрабатывают на основании тех же исходных материалов и в той же последовательности, что и принципиальные электрические схемы. Особенности их - выбор аппаратурно-элементной базы ограничен двумя системами элементов: мембранных (УСЭППА) или мембранно-струйных.

На принципиальных пневматических схемах управления и сигнализации в общем случае могут быть показаны цепи командных пневматических участков силовых органов управления (только в схемах управления исполнительными механизмами); цепи управления и сигнализации с таблицами пояснений; диаграмма работы пневмо-контактов ключей, приборов и аппаратов; элементы, используемые в других схемах; перечень аппаратуры, пояснения и примечания.

Все аппараты на схеме (рис. 2.14) изображают в их нормальном положении, т. е. в таком, которое они занимают при отсутствии внешнего воздействия. Изображение элементов на принципиальных пневматических схемах в основном должно соответствовать стандартам ЕСКД. При выполнении принципиальных пневматических схем возможно также применение обозначений по ГОСТ 21.404-85.

Питающий пневмопривод с давлением 0,14 МПа изображают вертикальной линией толщиной 1 мм. К нему подсоединяют пневматические цепи с приборами и элементами. Цепи располагают горизонтально в порядке их действия сверху вниз. Остальные правила выполнения принципиальных пневматических схем такие же, как и принципиальных электрических схем.

Участки пневмоцепей маркируют так же, как и участки электроцепей с добавлением нуля перед арабскими цифрами. Например, для цепей сигнализации применяют числа от 0400 до 0799 или от 01400 до 01799 и т. д. Буквенные индексы при маркировке участков пневмоцепей не используют. Допускается не маркировать короткие участки пневмоцепей между рядом расположенной аппаратурой.

#### Принципиальные пневматические схемы питания

В систему пневмопитания входят источник питания (установка воздухообеспечения с устройствами воздухоподготовки), воздухохранилища, распределительные коллекторы, воздухопроводы, соединяющие коллекторы и пневмоприемники, редукторы давления и блоки питания, фильтры, манометры, запорная и переключающая резервные и продувочные штуцера.

К системам пневмопитания предъявляются требования, аналогичные требованиям к системам электропитания: надежность воздухообеспечения при допустимых отклонениях параметров сжатого воздуха экономичность, удобство и безопасность обслуживания. Надежность работы систем пневмоавтоматики в значительной степени зависят от качества воздуха. Воздух, поступающий в систему пневмоавтоматики, должен быть тщательно осушен и очищен и давление сжатого воздуха в системе пневмопитания не должны превышать допустимые пределы.

#### Выбор источников питания и составление задания на обеспечение установок автоматизации сжатым воздухом

В качестве источников питания систем пневмоавтоматики могут быть использованы (по степени применимости): специальный воздушный компрессор поршневого типа или безмасляный поршневой компрессор, специальный воздушный поршневой компрессор с масляной смазкой, компрессорная станция предприятия, предназначенная для технологических целей. Последний вариант возможен только в случае непрерывной работы станции, имеющей достаточный резерв производительности и автоматический ввод резерва в течение всего периода работы системы пневмоавтоматики. На трубопроводе отбора сжатого воздуха на питание системы пневмоавтоматики в этом случае устанавливают обратный клапан.

Во всех случаях последовательно с источником питания включают установку воздухоподготовки, которая состоит из воздухохранилища, холодильника, водомаслоотделителя, масляного фильтра (только в случае применения компрессоров с масляной смазкой), блока осушки воздуха и воздухохранилища.

Необходимый расход питающего воздуха подсчитывают с помощью формул. Номинальное давление в пневмопроводах выбирают с учетом интервала температур, в которых эксплуатируются пневмолинии и пневмоустройства. В интервале температур от +50 до +5 °С номинальное давление в пневмолиниях составляет 0,25 МПа, в интервале температур от +50 до -30 °С - 0,4 МПа; в интервале температур от +50 до -50 °С - 0,6 МПа. Номинальное давление в пневмолиниях определяет допустимые колебания давления сжатого воздуха на выходе из компрессора: давлению в пневмолиниях 0,25; 0,4 и 0,6 МПа соответствует давление на выходе из компрессора 0,4-0,8; 0,6-0,8 и 0,7-0,8 МПа.

Необходимое значение давления сжатого воздуха в пневмопроводах поддерживается регуляторами давления прямого действия, которые устанавливают в

начале сети магистральных пневмопроводов в ответвлениях от них к отдельным технологическим объектам.

Компрессор и установку воздухоподготовки оснащают системой автоматизации которая обеспечивает автоматическое регулирование производительности; автоматическую остановку при прекращении подачи охлаждающей воды или чрезмерном повышении температуры масла; контроль и сигнализацию давления и температуры сжатого воздуха на каждой ступени компрессора после промежуточного и конечного холодильников, давления и температуры в системе смазки, поступления охлаждающей воды и ее температуры. Для систем производительностью до 250 м<sup>3</sup>/ч допускается автоматическое регулирование производительности методом остановки и пуска электродвигателя компрессора. Во избежание аварийного выхода из строя компрессора и установки воздухоподготовки последние должны резервироваться, а ресиверы - создавать достаточный запас сжатого воздуха. Выбор конфигурации сети пневмопитания

Конфигурация сети пневмопитания должна обеспечить минимальную протяженность пневмопроводов с минимальным количеством арматуры, удобство эксплуатации системы пневмопитания, возможность продувки сети, отдельных ее участков и их отсоединения для осмотра и ремонта при нормальной эксплуатации оставшейся в действии части.

#### Проектирование распределительной сети пневмопитания

При проектировании распределительной сети пневмопитания выбирают способ подключения пневмоприемников к ответвлениям сети магистральных пневмопроводов и аппаратуру для повторной очистки (фильтры) и редуцирования сжатого воздуха (редукторы). Чаще всего подключение пневмоприемников к ответвлениям сети магистральных пневмопроводов осуществляют через групповые распределительные коллекторы, которые размещают у группы рядом расположенных пневматических приборов (например, у установленных на щитах). Отдельные пневмоприемники рекомендуется снабжать воздухом от ближайшего распределительного коллектора.

Различают индивидуальный, групповой и централизованный способы подключения пневмоприемников к распределительным коллекторам. При индивидуальном способе на каждом ответвлении от коллектора к пневмоприемнику последовательно (в направлении подачи воздуха) монтируют запорный орган, воздушный фильтр, редуктор и контрольный манометр. Такой способ применяется при подключении небольшого числа отдельно расположенных пневмоприемников или когда редукторы с фильтрами поставляются комплектно с используемыми пневмоприемниками.

При групповом способе группа пневмоприемника питается через групповые фильтр и редуктор, пропускная способность которых не ниже суммарного потребления воздуха приборами. Групповой способ рекомендуется при питании группы взаимосвязанных пневмоприемников, не комплектуемых редукторами и фильтрами.

Если число рядом расположенных пневмоприемников 30 и более и аппаратура пневмопитания не поставляется с ними комплектно, то возможно применение централизованного узла питания, состоящего из двух фильтров и двух регуляторов давления, через которые осуществляется подвод питания к распределительному коллектору. Во всех случаях фильтр устанавливают на входе редуктора.

Для контроля давления и настройки редукторов используют показывающие манометры.

Для переключения и отключения пневмоприемников на каждом входе и выходе коллектора предусматривают запорную арматуру. Наряду с этим каждый коллектор снабжают резервным штуцером с запорным органом для продувки коллектора. Для перераспределения давления между распределительными коллекторами может быть установлена дросселирующая арматура. В качестве аппаратуры, используемой в системах пневмопитания для повторной очистки и редуцирования сжатого воздуха, применяют

редукторы или стабилизаторы давления, блоки фильтра с редуктором или стабилизатором давления, фильтры и манометры.

Давление в воздухопроводах не должно быть ниже тех значений, при которых давление на входе редуктора станет меньше 0,2 МПа.

### Выполнение принципиальных пневматических схем питания

Схема пневмопитания обычно объединяет все пневмоприемники, которые питаются от одного источника питания. Отдельная схема пневмопитания может не выполняться при небольшом числе пневматических приборов. В этом случае элементы системы пневмопитания показывают на соответствующей принципиальной схеме управления сигнализации. Принципиальная схема пневмопитания включает собственно схему, перечень пневмоаппаратуры, таблицу условных изображений пневмоаппаратуры и трубопроводов, примечание с перечнем чертежей.

На схеме пневмопитания показывают главный, цеховые групповые распределительные коллекторы с указанием условных давления и диаметра, сеть воздухопроводов от главного коллектора до пневмоприемников с проставлением условных диаметров их, запорную и переключающую аппаратуру, редукторы, фильтры или блоки питания, резервные и продувочные штуцеры, манометры.

Пневмоприемники изображают на схеме условно в виде таблицы, которой указывают позицию прибора по спецификации, тип, номинальный расход воздуха и место установки. Для изображения редукторов, фильтров и запорной арматуры используют стандарты ЕСКД на изображение трубопроводной арматуры и элементов гидравлических и пневматических сетей. Буквенно-цифровые обозначения этой аппаратуры состоят из букв, соответствующих функциональному назначению аппаратуры, и порядковых номеров, например В1, В2 - вентили; Р1, - редукторы; Ф1, Ф2 - фильтры и т. д. Маркировку трубы на принципиальной схеме пневмопитания не указывают, ее приводят на схеме внешних соединений. Перечень пневмоаппаратуры приводится в виде таблицы, как и на принципиальной схеме электропитания.

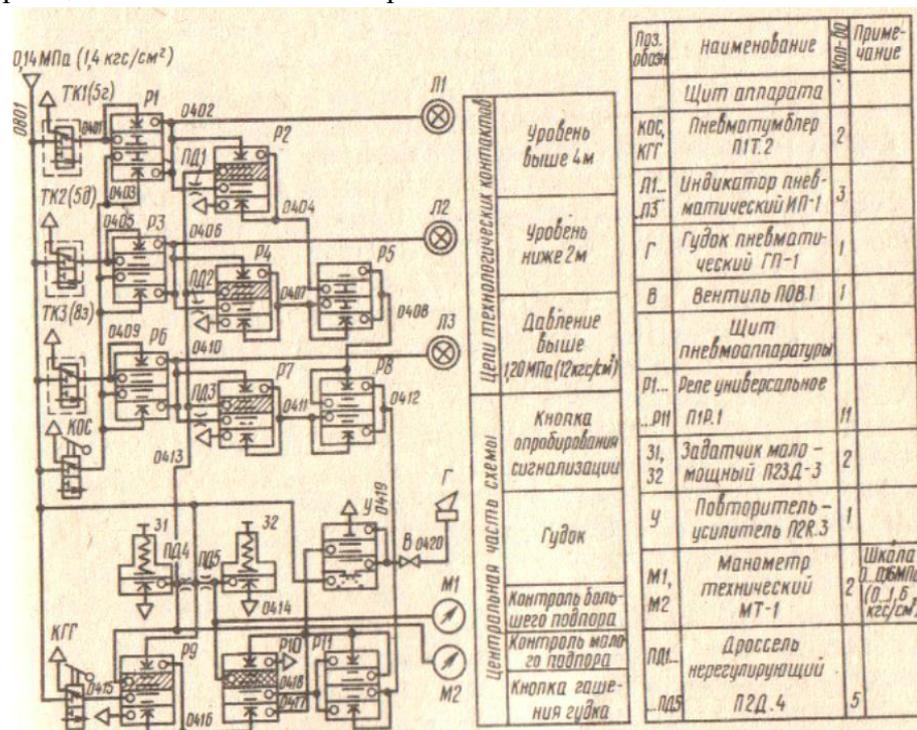


Рис. 2.14. Пример выполнения принципиальной пневматической схемы

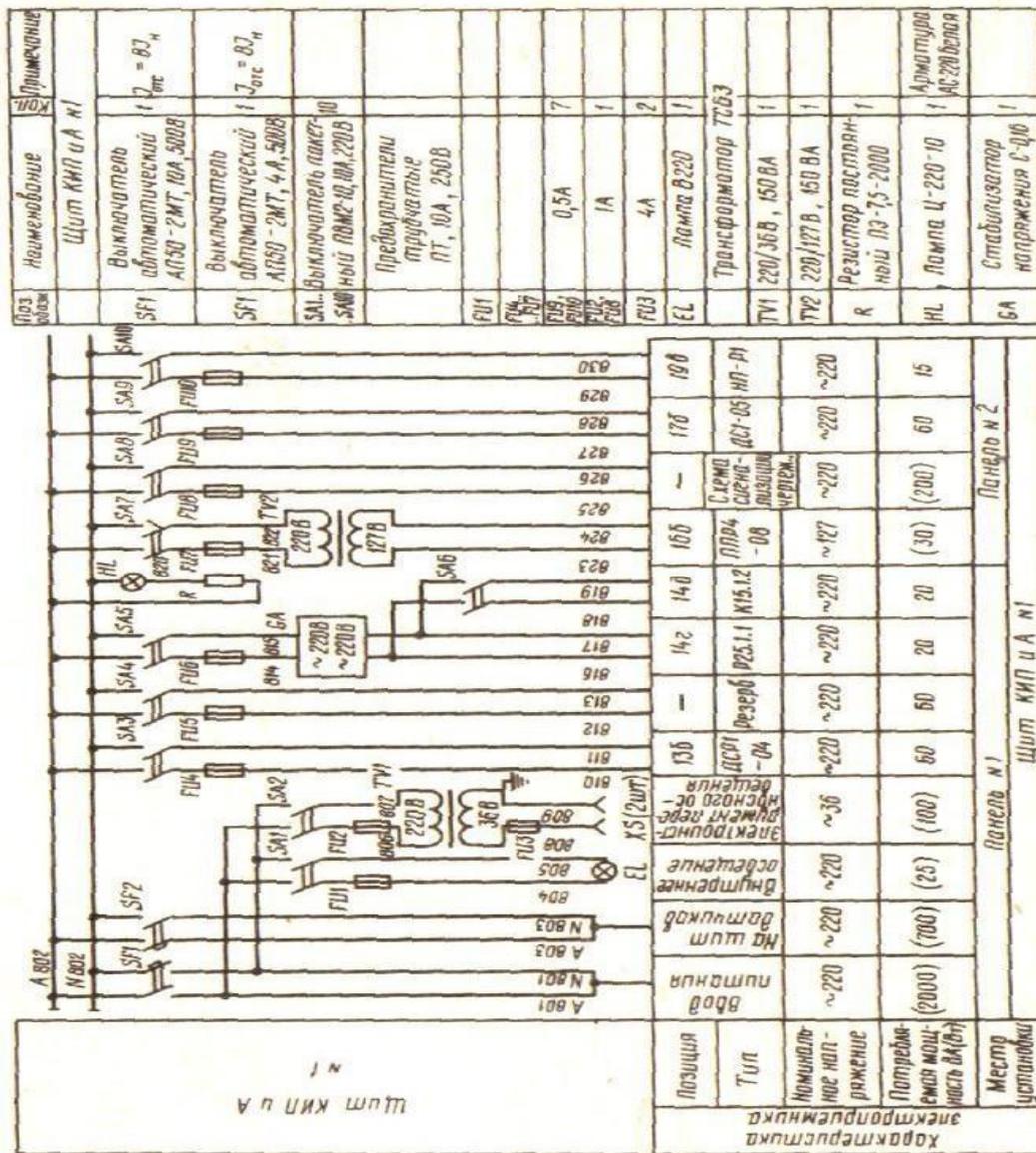


Рис. 2.17. Пример выполнения электрической принципиальной схемы распределительной сети

## Раздел 6 Разработка общего вида щита и вида щита на внутренние плоскости.

Выбор типа и конструкции щитов определяется в первую очередь их эксплуатационным назначением. На стадии выбора конструкции и размеров щитов должны быть известны не только общая структура системы управления, но также объем и характеристики комплекса технических средств, распределение функций между оператором и автоматическим управляющим устройством. В качестве местных щитов для размещения на них местных приборов и вспомогательной аппаратуры часто используют малогабаритные щиты.

При проектировании щитов и пультов необходимо использовать средства контроля и управления и так размещать их, чтобы обеспечить оператору наилучшие условия восприятия информации и манипулирования органами управления

Приборы и аппаратуру на щите необходимо компоновать в соответствии с ходом процесса слева направо, начиная от начальных стадий и кончая завершающими для данной установки или процесса. Если проектируются многосекционные щиты, то каждая секция должна соответствовать какому-либо звену технологической установки, агрегату, определенной стадии процесса либо объединять группу приборов, предназначенных для той или иной операции контроля или управления. Следует избегать совместной установки в пределах одной секции электрических приборов и приборов, к которым подводятся трубки, заполненные жидкостью.

Приборы и аппаратуру в пределах одной секции обычно размещают симметрично (при отсутствии на фронтальной плоскости мнемосхемы). На пультах, где сосредоточена однотипная аппаратура управления, рекомендуется несимметричное расположение с приданием характерных компоновочных признаков, облегчающих запоминание принадлежности аппаратуры к тому или иному управляемому объекту. При этом приборы контроля и органы управления целесообразно располагать в одинаковом порядке.

Применительно к условиям наилучшего восприятия информации оператором и манипулирования органами управления в практике проектирования пультов и щитов выявлены оптимальные зоны размещения разной аппаратуры. Так, для операторов в положении "стоя" оптимальная зона зрительного наблюдения находится на высоте 1300-1650 мм, оптимальная зона для размещения органов управления - 1100-1440 мм, а в положении "сидя" эти величины соответственно равны 835-1300 и 700-835 мм. В горизонтальной плоскости оптимальный угол обзора без поворота головы составляет 30-40°, допустимый 60°; в вертикальной плоскости 0-30° вниз от горизонтальной оси зрения, допустимый - 30° вверх и 40° вниз. Рабочее место оператора должно обеспечивать угол обзора в горизонтальной плоскости 50-60" (допустимый 90"), в вертикальной - 30" вверх и 40" вниз от оси зрения.

По высоте щитов принято располагать аппаратуру в несколько рядов, как правило, в два-три ряда. Допускается четыре ряда в диапазоне 700-2100 мм. Из этого диапазона рекомендуемым является 900-1900 мм, а на высоте 1900-2200 мм целесообразно располагать только надпись, определяющую название щита. При наличии приставного пульта аппаратуру на щите монтируют выше уровня пульта (более 1100 мм).

Компоновка приборов и аппаратуры на фасадной стороне щитов и пультов должна также обеспечить необходимые условия для коммутации электрических проводок и размещения трубных линий на тыльной стороне щита или пульта и их крепления. Минимальные расстояния между отдельными элементами на фасадной стороне щита составляют 40-80 мм, а между приборами и боковыми стенками щита - 100 мм) эти расстояния должны учитывать также необходимость установки рамок для надписей под приборами или справа от них, за исключением встраиваемых в мнемосхему.

Показывающие приборы и сигнальную арматуру монтируют на высоте 800-1900 мм для полногабаритных щитов без пульта. При наличии пульта (только для полногабаритных щитов) этот размер - составляет 950-1900 мм. Регистрирующие приборы на оперативных щитах размещают на высоте 900-1800 мм (с пультом 1100-1800 мм), на неоперативных - на высоте 700-1800 мм. Регулирующие приборы при установке их на фасаде щита размещают на высоте 900-1900 мм (с ом ИОО-1700 мм), а оперативную аппаратуру контроля и управления (переключатели, ключи, кнопки управления, панели дистанционного управления) - на высоте 800-1600 мм, индикаторы положения и сигнальные приборы - на высоте 1000-1600 мм.

Мнемосхему можно размещать на щитах на высоте 700-1800 мм, при наличии пульта 1000-1900 мм.

### **Тема 6.1 Размещение аппаратуры на внутренних плоскостях щитов.**

На внутренних плоскостях щитов размещают вспомогательную неоперативную аппаратуру (реле, трансформаторы, источники питания, панели с выключателями и предохранителями, фильтры, редукторы), а также регуляторы и функциональные блоки пневмоавтоматики. На пультах вспомогательную аппаратуру не монтируют. На поворотных рамах в каркасных щитах устанавливают вспомогательную электроаппаратуру. Аппаратуру, требующую подключения трубной проводки, на поворотных рамах не размещают.

Для установки вспомогательной аппаратуры также используют боковые и задние стенки шкафов щитов. Крепление аппаратуры осуществляют с помощью специальных кронштейнов, скоб, угольников и других конструктивных элементов.

Компоновку электро- и пневмоаппаратуры и установочных изделий внутри щитов и штативов выполняют с учетом конструктивных особенностей этих изделий и обеспечения удобства их монтажа и эксплуатации.

При совместной установке электро- и пневмоаппаратуры электроаппаратуру следует располагать в левой части, пневмоаппаратуру - в правой части с монтажной стороны щита.

Размещение приборов, аппаратов и установочных изделий на разных плоскостях щита не должно ухудшать их монтаж и эксплуатацию. Для удобства эксплуатации и соблюдения техники безопасности рекомендуется аппаратуру устанавливать на таких расстояниях (в мм) по высоте от основания (опорной рамы): трансформаторы, источники питания, пускатели, аппаратура освещения щита, звонки громкого боя, ревуны 1700-2000; регуляторы, функциональные блоки, элементы аналоговой и дискретной техники, реле, преобразователи 600-1900; выключатели, предохранители, розетки, автоматы 700-1700; манометры 700-1600; аппаратура пневмопитания (фильтры, редукторы, запорная арматура) 300-700; сборки коммутационных зажимов 350-1900; переборочные соединители 300-800, воздушный коллектор 250-500.

Аппараты и приборы рекомендуется группировать по принадлежности к системам измерения, управления, сигнализации и т. л., а внутри групп - по роду тока и значению напряжения, соблюдая при этом основные правила техники безопасности.

Направления электрической и трубной проводок выбирают при разработке чертежа общего вида щита и показывают на виде на внутренние плоскости. При этом необходимо учитывать, что провода и трубы могут прокладываться как открыто (жгутами или пакетами), так и в коробах.

## **Тема 6.2 Оформление документации на изготовление щитов и пультов**

Документация на изготовление щитов и пультов оформляется в виде задания и содержит в качестве основных документов виды на фронтальную и внутренние плоскости щита и пульта, а также схемы соединений внутрищитовых проводок (монтажные схемы щита). Последние могут быть выполнены одним из трех методов: графическим, адресным или табличным.

Графический метод) заключается в том, что на схеме соединений непрерывными или прерывистыми линиями показывают соединительную проводку как одиночную, так и объединенную в пакеты или жгуты. В местах ее присоединения к выводам приборов и аппаратов проставляют маркировку цепи, выполненную в соответствии с принципиальными схемами или схемой соединений и подключений внешних проводок.

Адресный (встречный) метод состоит в том, что соединительную проводку показывают в виде отрезков непрерывной или прерывистой линии, один конец которой соединен с изображением вывода прибора или аппарата, а на втором проставлен трех- или двухчисловой адрес его присоединения. При этом первый включает маркировку цепи, номер (обозначение) прибора или аппарата, номер вывода, а во втором - отсутствует номер вывода.

Табличный метод характеризуется тем, что вместо схемы составляют таблицу соединений. В эту таблицу по определенной форме записывают адреса внутрищитовых проводок.

### Чертеж общего вида щита

В чертеж общего вида единичного щита входят вид спереди на фронтальную плоскость, вид на внутренние плоскости, технические требования, таблица надписей на табло и в рамках, перечень составных частей, основная надпись и дополнительные графы. Кроме этого, при необходимости допускается также помещать на нем другие изображения (виды, разрезы), а также другие таблицы (условных обозначений, символов мнемосхемы и т. д.). Все таблицы на чертеже имеют сквозную нумерацию.

Чертеж общего вида составного щита содержит вид спереди на фронтальную плоскость, перечень составных частей, основную надпись и дополнительные графы.

Чертежи общих видов щитов изображают в масштабах 1 : 10 для единичного и 1:25 для составного. Другие масштабы при необходимости (для вырезов, узлов крепления и т. д.) используют в установленном порядке и проставляют над изображением узла. Все приборы и средства автоматизации показывают упрощенно в виде внешних очертаний. Всем шкафам, стойкам, корпусам пультов, вспомогательным элементам, рамам, приборам и средствам автоматизации, аппаратуре и монтажным изделиям, устанавливаемым на фасадах щитов и внутри них (составным частям щита), присваивают номера позиций, начиная с цифры 1 в порядке записи их в перечень составных частей. Номера позиций наносят на полки линий-выносок.

Вид спереди на фронтальную плоскость содержит изображения приборов, средств автоматизации и элементов мнемосхемы с простановкой габаритных размеров щита и размеров, координирующих установку всех приборов и средств автоматизации. Размеры по вертикали проставляют от нижнего края панели (столешницы), принимаемого за базу, по горизонтали - от вертикальной оси симметрии панели или, столешницы. Под обозначением позиции приборов и аппаратуры указывают обозначения установочных чертежей (типовых монтажных). При отсутствии их разрабатывают

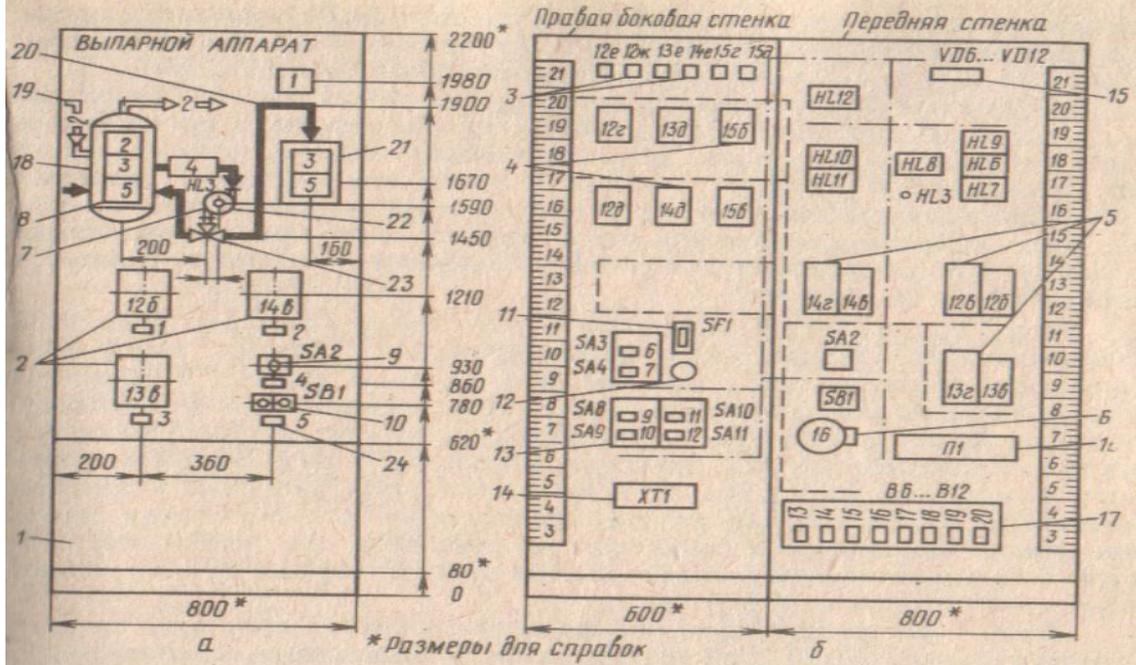


Рис. 2.22. Пример выполнения чертежа единичного щита:  
а – вид спереди; б – вид на внутренние плоскости

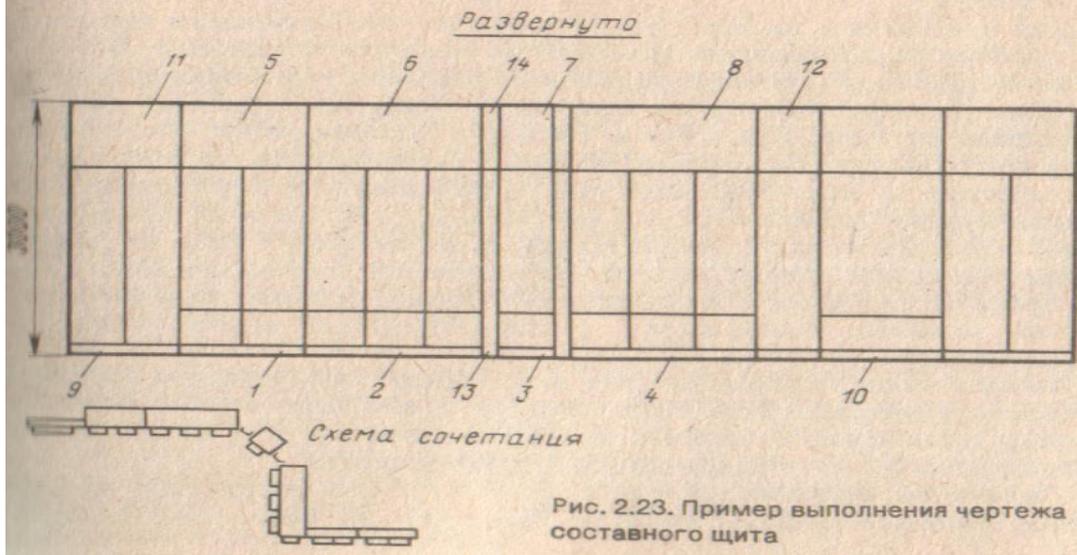


Рис. 2.23. Пример выполнения чертежа составного щита

Если для шкафных щитов предусмотрен ввод проводок сверху, на поле чертежа (вид спереди) размещают вид на крышку щита с указанием необходимых размеров.

На фронтальной плоскости составного щита приборы и средства автоматизации не изображают. Вид спереди на составной щит, имеющий сложную (не прямолинейную) схему сочетания, узлов; но показывают в развернутом виде и снабжают надписью "Развернуто". Выполняют также схему сочетания составных частей такого щита. На виде спереди составного щита проставляют общие габаритные размеры; при этом габаритные размеры единичных щитов, входящих в составной, не указывают.

Вид на внутренние плоскости щита содержит над изображением щита заголовки "Вид на внутренние плоскости (развернуто)", так как все боковые стенки, поворотные рамы, находящиеся в разных плоскостях, показывают в плоскости чертежа. На передних, боковых стенках, поворотных рамах изображают установленные на них приборы, аппараты, блоки зажимов, рейки для размещения аппаратов, а также потоки электрических и трубных проводок. Вертикальные жгуты, прокладываемые в стойках щитов шкафных, панельных с каркасом и штативом, не показывают. На стойки условно наносят дециметровые шкалы, служащие для координации аппаратуры по вертикали.

Жгуты электропроводок изображают сплошной основной линией, измерительных цепей (при необходимости прокладки их отдельно) - штрихпунктирной линией, потоки трубных проводок - штриховой линией, экранированные кабели - основной линией в окружении штриховкой.

Для приборов и аппаратуры, которые не изображены на фронтальной плоскости, показывают позиции по перечню составных частей, а для всех приборов и аппаратов, блоков зажимов указывают позиционные обозначения, которые наносят на изображение прибора, над ним или справа от него. При этом в качестве позиционного обозначения принимают следующие: для приборов - позиции по спецификации; для электро- и пневмоаппаратуры - позиции по принципиальным электрическим и пневматическим схемам; для блоков зажимов - обозначение ХТ и порядковый номер, присвоенный блоку на данном чертеже; сборкам переборочных соединителей для командных трубных проводок - букву П и порядковый номер, присвоенный сборке на данном чертеже. Аппаратуру, устанавливаемую внутри щита, не координируют.

Технические требования помещают над основной надписью на листе с изображением вида спереди и в общем случае содержат размеры для справок. При необходимости могут указываться и другие данные.

Таблица надписей на табло и в рамках снабжается тематическим заголовком "Надписи на табло и в рамках". Каждой надписи присваивается номер и проставляется внутри контура табло или рамки слева направо, сверху вниз, вначале на табло, затем в рамках. Надписи должны быть лаконичными с учетом размеров табло и рамок и применяемого шрифта.

Перечень составных частей составного щита состоит из разделов "Сборочные единицы" и "Стандартные изделия".

Перечень составных частей единичного щита содержит разделы: "Детали", "Стандартные изделия", "Прочие изделия", "Материалы". В "Детали" включают нетиповые детали для установки приборов и аппаратуры внутри щитов (рейка, плата и т. д.); в раздел "Стандартные изделия" - щитовые конструкции (шкаф, панель с каркасом, са и т. д. Раздел "Прочие изделия" содержит приборы, аппаратуру и монтажные изделия по группам:

□ приборы и средства автоматизации - в порядке включения их в заказные спецификации (по возрастанию номеров позиций);

□ электроаппаратура по функциональным группам - аппаратура управления (ключи, переключатели, кнопки), сигнальная арматура, реле, аппаратура питания (трансформаторы, выпрямители, автоматы, выключатели);

□ монтажные изделия - изделия для электромонтажа (щитки питания, блоки зажимов, упоры, перемычки), изделия для монтажа трубных проводок (щитки пневмопитания, трубопроводная арматура, соединители переходные, переборочные, тройниковые для подключения к приборам и т. д.), рамки для надписей. Элементы для оконцевания и маркировки проводок в перечень составных частей не включают, а выбираются заводом-изготовителем самостоятельно.

При заполнении графы "Наименование" технические характеристики приборов и средств автоматизации не указывают, однако обязательно приводят тип, модификацию и обозначение исполнений прибора. В графе "Примечание" для всех приборов, электроаппаратуры, щитков пневмопитания, трубопроводной арматуры указывают обозначение установочного чертежа (типовых монтажных чертежей) или чертежей, разработанных в данном проекте.

#### Таблицы для монтажа электрических проводок

Данные таблицы составляют взамен разрабатываемых монтажных схем щитов. Монтаж электрических трубных проводок выполняют на основе таблиц соединения и подключения проводок, в которых приводят сведения о проводках, а также адреса их присоединения.

Таблицы снабжают тематическими заголовками "Соединение проводок" и "Подключение проводок". Каждую таблицу начинают с нового листа. Таблица "Соединение проводок" обязательна, таблица "Подключение проводок" может не разрабатываться при незначительных потоках электрических и трубных проводок. При заполнении таблиц соединений может быть использован или метод непрерывности цепи или метод возрастания номеров маркировки цепей. Вначале указывают проводки, прокладываемые по передней стенке, затем последовательно - по левой и правой боковым стенкам. Для каждой плоскости при использовании метода непрерывности цепи записывают проводки в порядке, соответствующем расположению приборов и аппаратуры (на виде с внутренней стороны) слева направо и сверху вниз. Первыми записывают проводки общих цепей (фазные и нулевые провода и т. д.), затем - остальные, кроме перемычек, выполняемых непосредственно на аппаратах, далее - проводники, используемые для заземления приборов, и последними - перемычки на аппаратах. Для боковых стенок после указанных проводок записывают проводки, идущие на переднюю стенку, затем - на другую боковую. При использовании метода возрастания номеров маркировки цепей в таблицу записывают проводки, руководствуясь только номером маркировки цепей по принципиальным схемам.

Все трубные проводки, прокладываемые в щитах, изображают графическим методом на чертеже общего вида единичного щита как фрагмент вида на внутренние плоскости. Таблицы соединений для этих проводок не выполняют.

Спецификация щитов и пультов. Она состоит из двух разделов "Щиты и пульты" и "Аппаратура и приборы, поставляемые комплект со щитами и пультами".

### Тема 7.1 Проектирование электропроводок

Электропроводка в соответствии с правилами устройств электроустановок (ПУЭ) представляет собой совокупность проводов и кабелей с носящимися к ним креплениями, поддерживающимися и защитными конструкциями. В системах автоматизации различают внутреннюю и внешнюю как электрическую, так и трубную проводку. Причем под первой понимают внутрищитовые, а под второй - внешещитовые связи, т.е. связи щита с внешещитовыми приборами, аппаратурой источниками питания, а также между секциями одного щита.

Проектирование внешних электрических и трубных проводок осуществляют при разработке схем и чертежей этих проводок, которая ведется на основании схем автоматизации, принципиальных схем, схем питания, а также в соответствии с ПУЭ и руководящими материалами ведущих проектных организации. Разработке схем и чертежей должно предшествовать определение мест установки отборных устройств, регулирующих органов, местных приборов, щитов и пультов.

При проектировании электропроводок систем автоматизации. Последовательно выбирают способ выполнения их, техническую характеристику провода или кабеля (марка, площадь сечения и число жил кабеля или проводов в одном защитном устройстве) защитные и поддерживающие конструкции. В электропроводках систем автоматизации используют установочные изолированные и термоэлектродные провода, силовые кабели.

Установочные изолированные провода состоят из двух конструктивных элементов: токоведущей жилы (алюминиевой, алюминиевой или медной) и изоляции (полихлорвиниловой или резиновой). Термоэлектродные (компенсационные) провода применяют для отвода свободных концов термопар в зону с известной постоянной температурой или для непосредственного присоединения свободных концов термопары к зажимам потенциометра или милливольтметра. Термоэлектродные провода могут быть изготовлены из тех же материалов, что и термоэлектроды термопары, а в случае высокой стоимости последних из материалов, имеющих в диапазоне температуру 0-100<sup>0</sup>с термоэлектрическую характеристику, аналогичную характеристики термопары.

Кабели состоят из следующих конструктивных элементов: токоведущих жил, их изоляции, оболочки и защитного покрова. Токоведущие жилы изготовляют из алюминия или меди. В марках кабелей с алюминиевыми жилами на первом месте стоит буква А, в марках кабелей с медными жилами буква отсутствует. Вторая буква марки кабеля соответствует назначению кабеля: наличие буквы К означает, что кабель контрольный, отсутствие буквы что кабель силовой.

Изоляция жил кабеля может быть поливинилхлоридной (В), полиэтиленовой (П), резиновой (Р), бумажной, а так же из самозатухающего полиэтилена (По) Оболочки кабелей предназначены для защиты изоляции жил от воздействия влаги, света, разрушающих химических веществ а также для предохранения ее от механических повреждений. Чаще всего оболочки изготовляют в виде сплошной трубы из поливинилхлоридного пластика (В), негорючей шланговой резины свинца (С) или алюминия (А), накладываемой на кабель. Кабели могут быть также без защитной оболочки и со стальной гравированной оболочкой (Ст). В скобках приведены буквы которые в марке кабеля соответствуют определённому виду оболочки, причем соответствующая прописная буква является четвёртой в марке кабеля. Для защиты от наводок контрольный кабель может иметь под оболочкой экран из медной или алюминиевой фольги. В этом случае марка кабеля заканчивается буквой Э.

Весьма разнообразные по конструктивным особенностям защитные покровы предохраняют оболочки кабелей от механических повреждений, коррозии. Наиболее

распространены следующие типы защитных покровов: без брони (голый) Г, без брони, но с общим экраном ГЗ, с броней из двух стальных лент с наружным покровом Б с броней из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием БГ, с броней из двух оцинкованных стальных лент без противокоррозионного покрытия БГЦ, с броней из одной профилированной стальной оцинкованной ленты без подушки и наружного покрова ББГ, с броней из круглых оцинкованных стальных проволок с наружным покровом К, с броней из плоских оцинкованных проволок со шлангом из поливинилхлоридного пластина без подушки ПБШв. Приведённые буквенные обозначения защитных покровов в марке кабеля проставляются последними.

Контрольные кабели могут иметь от 4 до 61 жилы сечением от 0,75 до 6 мм<sup>2</sup> для медных и от 2 до 10 мм<sup>2</sup> для алюминиевых и предназначены для работы в цепях напряжением до 660 В переменного или до 1000В постоянного тока. Силовые кабели используются в цепях, имеющих значительно большее напряжение и силу тока, однако в системах автоматизации даже в силовых цепях, обычно не применяются напряжения выше 660В. Силовые кабели выпускаются с одной, двумя или тремя основными жилами, а также могут иметь дополнительную заземляющую или зануляющую жилу меньшего сечения.

В АСУ ТП в качестве физической среды для передачи данных используют телефонные и радиочастотный кабели с витыми парами, коаксиальные и волоконнооптические кабели.

### **Выбор кабелей и проводов**

При проектировании электропроводок систем автоматизации выбор кабеля и проводов часто разделяют на выбор материала токоведущей жилы, изоляции жил проводов, кабелей и их оболочки, защитного покрова кабеля, площади сечения токоведущих жил, числа жил кабеля или проводов в одном защитном устройстве.

#### Выбор материала токоведущей жилы

Определение марки кабеля или провода начинают с выбора материала токоведущей жилы. В целях экономии меди для электропроводок систем автоматизации рекомендуется использовать кабели и провода с алюминиевыми жилами. В цепях термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей; в цепях измерения, управления, питания и сигнализации (в том числе в цепях телемеханических устройств) напряжением до 60 В при площади сечения жил проводов и кабеля до 0,75мм<sup>2</sup> (диаметр до 1мм); во взрывоопасных (в зонах классов В-1 и В-1а) и передвижных установках, для питания переносного электрооборудования и в установках, подверженных вибрации в электропроводках систем автоматизации электростанций с генераторами мощностью более 100 МВт (за исключением химводоочистки, очистных, инженерно-бытовых и вспомогательных сооружений, а также пусковых котельных) в электропроводках систем автоматизации зрелищных предприятий, студий радио- и телевизионных центров, прокладываемых на сцене, в технических аппаратных чердачных помещениях, пространстве над потолком (включая подвесной потолок зрительного зала), зрительных залах на 800 мест и более; в электропроводках систем автоматизации в музеях, картинных галереях, библиотеках, архивах и других хранилищах союзного значения; в открытых электропроводках в чердачных помещениях со сгораемыми конструкциями применяют кабели и провода с медными жилами. Для достижения повышенной гибкости электропроводки (например передвижных установок и т.п.) используют провода с гибкими жилами. Все отклонения от указанных требований, в том числе и возможность применения в измерительных цепях приборов и средств автоматизации кабелей и проводов с алюминиевыми и алюмомедными жилами (при необходимости), допустимы только при условии согласования их с заводами изготовителями приборов и средств автоматизации.

#### Выбор изоляции жил проводов, кабелей и их оболочки

Этот выбор проводят, учитывая прежде ВСЕГО способ прокладки электропроводки и характеристику окружающей среды, связанную с температурными условиями эксплуатации электропроводок и влиянием химически активных веществ, содержащихся в воздухе помещения, на электротехнические материалы изоляции оболочки.

Кабели электропроводок систем автоматизации должны иметь изоляцию жил типа В или Р и оболочку типов В,Н,С или А. Не допускается применение кабелей с горючей полиэтиленовой изоляцией и оболочкой. При этом следует учитывать, что кабели с резиновой изоляцией жил применяют при температуре окружающей среды не выше 50°C и температуре жил не выше 65°C. В помещениях с агрессивной средой применяют кабели с химически стойкой оболочкой, чаще всего поливинилхлоридной.

#### Выбор защитного покрова кабеля.

В производственных помещениях для прокладки на кабельных конструкциях и лотках при отсутствии опасности механических повреждений применяют небронированные кабели.

При наличии опасности механических повреждений и невозможности выполнения надежной механической защиты небронированных кабелей для прокладки на кабельных конструкциях и лотках в производственных помещениях применяют бронированные кабели без горючих защитных покровов.

#### Выбор площади сечения токоведущих жил.

Этот выбор осуществляется по максимально допустимой токовой нагрузке и механической прочности с проверкой при необходимости по потере напряжения или допустимому сопротивлению измерительных цепей. Минимально допустимые площади сечения жил кабелей и проводов по условиям механической прочности составляют:

1. в цепях напряжение до 60В-не менее 0,2 мм<sup>2</sup> (диаметр 0,5мм) для медных жил;
2. в цепях напряжением выше 60В-не менее 0,35 мм<sup>2</sup> для многопроволочных медных; 0,5 мм<sup>2</sup> для однопроволочных медных; 2мм<sup>2</sup> для алюминиевых; 1,5 мм<sup>2</sup> для алюмомедных жил;
3. для прокладки в пластмассовых и стальных защитных трубах (в металлических рукавах) -не менее 1мм<sup>2</sup> для алюминиевых;
4. во взрывоопасных и пожароопасных зонах не менее 1 мм<sup>2</sup> для алюминиевых жил (алюмомедные жилы не используются).

Площадь сечения жил гибких питающих кабелей должна быть не менее 0,75 мм<sup>2</sup>. Для выбора площади сечения жил электропроводок систем автоматизации пользуются формулой

После Выбора площади сечения жил для измерительных цепей подсчитывают их сопротивление. Оно должно быть меньше или равно его паспортному значению.

#### Выбор числа жил кабелей и проводов в одном защитном устройстве

При выборе учитывают преобладающую роль экономических факторов и допустимость совместном прокладке цепей разного назначения. В целях экономии стремятся объединять в одном защитном устройстве проводки разного назначения включая цепи управления, измерения сигнализации постоянного тока, а также цепи питания электроприёмников небольшой мощности.

Исключение составляют измерительные цепи пирометрических и других приборов автоматического контроля, в которых помехи от влияния цепей другого назначения или которые по требованию, заводов-изготовителей прокладывают отдельно. Не объединяют также взаимнорезервируемые цепи питания и управления, ответственные цепи систем автоматизации установок пожаротушения и стационарно прокладываемые цепи освещения шкафовных щитов напряжением до 42 В.

Если в конструкциях заводов-изготовителей отсутствует указание на возможность совместной прокладки цепей разного назначения, то следует учитывать помехи, возникающие при совместной прокладке цепей разного назначения, которые увеличивается с ростом длины проложенных линии. Наиболее сильные помехи

возникают в приборах феродинамической и дифференциально-трансформаторной системами передач. Линии идущие от термопар и термометров сопротивления, практически не имеют взаимного влияния.

При прокладке проводов в защитных трубах, коробах или пучками на лотках рекомендуется предусматривать резервные провода в размере 10 % числа рабочих жил, но не менее одного. Сечения резервных жил контрольных кабелей выбирают следующим образом: для медных кабелей - одна резервная жила при числе 8-26; двести при 27-59; три при 60-105; для алюминиевых и алюмомедных кабелей - одна при; 4-10; Две при 14-37; три при 52-61. При прокладке группы кабелей, относящихся к одной системе автоматизации, в одном направлении рекомендуется число резервных жил определять по суммарному числу жил этих кабелей. Для соединения и разветвления кабелем в целях увеличить число жил в многожильных кабелях используют соединительные коробки с установленными внутри них клеммными зажимами, а для разветвления и протяжки проводов и кабелей, прокладываемых в стальных трубах, электрофитинги протяжные и ответвительные коробки.

## **Тема 7.2 Проектирование трубных проводок**

Трубная проводка системы автоматизации представляет собой совокупность труб и трубных кабелей с относящимся к ним соединительными и присоединительными устройствами, креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями, трубные проводки классифицируются в зависимости от места прокладки на наружные и внутренние. По назначению они делятся на импульсные, передающие импульсные от отборные к чувствительным элементам приборов и средств автоматизации (например, от приборов отбора давления к манометру); командные, передающие командные импульсы от передающих к приемным элементам приборов и средств автоматизации (например пневмолиния от регулятора к исполнительному механизму); питающие подводящие жидкости или газ для питания приборов и средств автоматизации (например, коллекторы сжатого воздуха) выбросные или сливные, отводящие отработанные жидкости или газы; обогревающие и охлаждающая подводящие и отводящие теплоносителем или охлаждающие среду для обогрева или охлаждения элементов и устройств систем автоматизации; продувочные, подводящие инертные, вещества к импульсным проводкам. При проектировании трубных проводок вначале выбирают вид труб, а затем способ их прокладки.

### Выбор труб.

Трубы для трубных проводок систем автоматизации выбирают в зависимости от назначения трубопровода, давления, температуры и химических свойств вещества, заполняющего трубопровод, а также условий окружающей среды. Наиболее часто в системах автоматизации используют стальные водогазопроводные и бесшовные, медные, алюминиевые, а также пневматические кабели. Трубные проводки всех назначений, за исключением командных линий пневмоавтоматики, обычно выполняют из углеродистых сталей. Причем стальные бесшовные трубы не применяют в установках где могут быть использованы водогазопроводные трубы. Последние предпочтительнее для внутренних и наружных проводок всех назначения при условном давлении до 1,6 МПа и температуре до 175 °С (для оцинкованных до 100°С). Для более высоких давлений и температур используют бесшовные трубы из углеродистых легированных систем.

Допустимое рабочее давление и температуру определяют в зависимости от марки стали и конструктивных размеров трубы. В тех случаях когда трубы из углеродистых и легированных сталей не могут быть применены ввиду агрессивных сред или необходимости сохранения чистоты продукта, трубные проводки выполняют бесшовными трубами из цветных металлов или пластмассы.

В качестве командных линий пневмоавтоматики обычно применяют пластмассовые трубы, пневматические и пневмоэлектрические кабели.

Пластмассовые трубы и пневмокабели могут использоваться и для трубных проводок другого назначения в допускаемых интервалах температуры и давления при условии стойкости пластмассовых труб к соответствующим средам.

При температуре окружающей среды  $-10...+ 60$  °С можно применять полихлоридные трубы, при  $- 40...+ 60$  - пневмокабели, при  $2-60...+ 50$  °С полиэтиленовые трубы. Однако с повышением температуры механические характеристики пластмассовых труб резко падают. Другие ограничения в применении пластмассовых труб связаны с такими недостатками их, как невысокая механическая прочность, горючесть, особенно полиэтиленовых труб, большом коэффициент линейного расширения, подверженность порчи грызунами, нестойкость к нефти, нефтепродуктами прямому солнечному свету. Поэтому пластмассовые трубы и, пневмокабели не применяют в жарких помещениях и условиях тропического климата, системах автоматического и дистанционного управления аппаратами пожаротушения и пожарной сигнализации устройствах аварийной вентиляции и перекрывных задвижек пожаро- и взрывоопасных помещениях и на наружных установках. В остальных случаях использование пластмассовых труб по сравнению с металлическими обеспечивает ряд преимуществ: коррозиестойкость и, следовательно, отсутствие необходимости окраски и загрязнения воздуха пневмолиний продуктами коррозии; малый коэффициент теплопроводности, стойкость к вибрациям, сотрясениям и действию агрессивных сред; малая масса; большая строительная среда; простота выполнения монтажных работ.

Упрощению технологии и снижению стоимости монтажных работ способствует также применение пневмокабелей вместо пластмассовых труб.

Для предотвращения старения под действием солнечного света полиэтиленовые трубы окрашивают газовой сажей в чёрный цвет. Поливинилхлоридные трубы могут быть окрашены в 12 цветов. Выбор защитных покровов пневмокабелей аналогичен таковому для электрических кабелей. Трубные проводки из цветных металлов применяют только в крайнем случае, когда использование любых других труб невозможно. Медные трубы служат для импульсных и командных проводок при условном давлении до 6,4 МПа и температуре среды до 250°С (в частности их используют для командных линий пневмоавтоматики). Резиновые трубы применяют для подключения к приборам, измеряющим разрежения и малые давления. Алюминиевые трубы используют для трубных проводок при наличии сред, по отношению к которым алюминий наиболее стойкий преследующих параметрах

Выбор диаметра труб при проектировании трубных проводок осуществляют исходя из существующего сортамента труб и назначения трубных проводок. Диаметр труб для командных и импульсных проводок выбирают с учётом динамических свойств линии в передаче сигнала (о выборе диаметра командных линий пневмоавтоматики), а также возможности засорения проводок. Диаметр труб для питающих и выбросных (сливных) трубных проводок выбирают с целью получить необходимый расход среды.

Диаметр обогревающих и охлаждающих проводок может быть определён путем тепловых расчётов; из условий получения допустимых температурных режимов работы элементов и устройств средств автоматизации. В продувочных линиях, подводящих инертные газы к импульсным проводкам, при выборе диаметра добиваются того, чтобы эти линии создавали сопротивление в несколько сотен раз больше сопротивления импульсных линий на участке к которому подключаются продувочные проводки.

В системах автоматизации трубные проводки выполняют из труб с толщиной стенки не менее 1мм. Для большинства импульсных трубных проводок в тех случаях, когда измеряемой или транспортируемой средой являются газ, пар или жидкость, в соответствии с нормативными рекомендациями в качестве импульсных используют водогазопроводные трубы с условным диаметром 8,15,20, 25мм (при измерении расхода уровня восьми миллиметровые тубы не применяют), если давление не превышает 1,6 МПа и температура 175°С, для больших давлений и температур импульсные проводки при измерении давления выполняют из бесшовных труб размера 10 на 2мм, 14на 2мм. В

других случаях толщину стенки труб выбирают в зависимости от наружного диаметра и условного давления на основании расчетов на прочность.

#### Выбор способа прокладки труб

Трубные проводки, как правило, бывают прокладывают открыто, однако возможна и скрытая прокладка пластмассовых труб и небронированных пневмокабелей при условии, если в них не содержится токсичные взрывоопасные и легковоспламеняющиеся среды. При скрытой прокладке металлических труб дополнительно должна быть обеспечена возможность осмотра и ремонта трубных проводок без нарушения строительных частей зданий и сооружений.

Такие же требования предъявляются к трубам, содержащим перечисленные вещества даже при открытой прокладке.

Различают одиночные и групповые трубные проводки, причем последние чаще выполняются готовыми каркасными или бескаркасными блоками. Одиночные трубы проводки прокладывают открыто на стойках, опорных кронштейнах, подвесках или непосредственно по остальным, бетонным и кирпичным основаниям, за исключением труб из коррозиестойкой стали, алюминиевых сплавов и пластика. Групповые проводки (каркасные на мостах или бескаркасные) прокладывают открыто на опорных металлических конструкциях или тросах. Пластмассовые трубы прокладывают в коробах или путем подвески теми же способами, что и электрокабели, а также подвешивают на тросах.

Трубные проводки, как правило, прокладывают отдельно от электрических. Исключение составляют только металлические и пластмассовые трубные проводки, заполненные негорючими жидкостями парами, инертными газами при температуре 0...120°C и давлении до 0,6 МПа, которые можно прокладывать с электропроводками искробезопасными цепями.

### **Тема 7.3 Выполнение схем соединений и подключений внешних проводок.**

Соединение и подключение внешних проводок в проектной документации могут быть выполнены графическим (в виде схем соединения и подключения) или табличным методами. Табличные формы документации из-за возможности перехода к автоматизированному проектированию с помощью ЭВМ предпочтительны, однако менее информативны.

Таблица соединений включает следующие колонки: кабель, жгут, труба; направление (откуда, куда); направление по чертежам расположения; кабель, провод (марка, число жил, сечение, длина); труба (марка, диаметр, длина); чертеж установки. Таблица подключения внешних проводок содержит такие колонки: кабель, жгут; проводник; вывод; адрес связи.

Схема соединений внешних проводок (рис. 2.28) представляет собой комбинированную схему, на которой показаны электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании вне щитов и на щитах, а также подключение проводок к приборам и щитам. Схему подключения внешних проводок выполняют отдельным документом только при наличии единичных многосекционных или составных щитов, большого числа соединительных коробок, групповых стоек приборов, когда подключение к ним затрудняет чтение схемы соединения. Допускается не выполнять схему подключения в том случае, если подключения могут быть показаны на схеме соединения внешних проводок.

Схема соединения внешних проводок выполняется без масштаба и является чисто монтажной. Она содержит собственно схему, перечень монтажных материалов и изделий, примечание с перечнем относящихся чертежей.

В верхней и нижней частях схемы у поясняющих таблиц в принятом условном изображении, применяемом при выполнении СА, показывают отборные устройства,

чувствительные элементы, исполнительные механизмы и другие элементы систем автоматизации, которые на СА наносят непосредственно на коммуникации или оборудование технологической схемы (см. рис. 2.7). В поясняющих таблицах, расположенных над или под изображением перечисленных элементов, указывают наименование технологического агрегата или аппарата, контролируемого или регулируемого параметра, среды, а также место установки, номер установочного чертежа и позицию по спецификации или обозначение по схемам приборов и средств автоматизации.

В средней части схемы в виде прямоугольника изображают щиты и пульты с указанием их наименования. Если щит многопанельный, то прямоугольник щита разделяют по вертикали на ряд меньших прямоугольников, каждый из которых относится к одной панели щита. В тех случаях, когда элементы систем автоматизации, встраиваемые в оборудование и трубопроводы или механически связанные с уже встроенными элементами, показывают только в верхней части схемы, прямоугольники щитов помещают в ее нижней части. Между изображениями щитов и отборных устройств, чувствительных элементов, исполнительных механизмов и т. п. помещают изображение соединительных коробок, датчиков, вторичных приборов и других элементов систем автоматизации, устанавливаемых по месту. На СА им соответствуют приборы и средства автоматизации, расположенные в прямоугольнике "Приборы по месту".

Электрические и трубные проводки между перечисленными приборами и устройствами систем автоматизации чертят на схеме сплошными линиями (толщиной 0,4-1 мм). Около каждой линии соответствующей электрической проводки указывают марку кабеля (провода), число жил, их сечение и, кроме того, длину кабеля или провода в метрах. Если кабель или провод прокладывают в защитной, то указывают тип трубопровода, его диаметр (если приводят наружный диаметр, то дают и толщину стенки) и длину. Такие же данные проставляют у линий соответствующей трубной проводки. Перечисленные данные располагают по линии, изображающей проводку.

Короба для прокладки проводов, пластмассовых труб, пневмо- и электрокабелей показывают двумя тонкими сплошными линиями, которые наносят перпендикулярно изображению соответствующих проводок, причем линии, изображающие эти проводки, прерывают в месте изображения короба.

Электрическую проводку на схеме маркируют порядковыми номерами (1, 2, 3, ..., 101, 102, 103, ...) слева направо и сверху вниз. Причем кабелю или проводу, идущему от соединительной коробки или местного прибора к щиту, присваивают номер, следующий за последним номером кабеля или провода от датчика к соединительной коробке или местному прибору. Трубные проводки маркируют порядковым номером с нулем впереди (01, 02, 03, ..., 011, 012, 013,...)- Защитные трубы отдельно не маркируют, а короба обозначают буквенно-цифровой маркировкой (1К, 2К, 3К,...). Номер короба, электрической или трубной проводки проставляют в кружке диаметром 8-10 мм в разрыве соответствующей линии.

Самостоятельную систему нумерации электрических и трубных проводок (начиная с 1 или 01) выполняют, как правило, в пределах цеха или системы взаимосвязанных щитов. При наличии нескольких аналогичных участков или агрегатов маркировка имеет двойное цифровое обозначение, первая часть которого соответствует номеру агрегата или участка (1-37, 3-068). В тех случаях, когда схемы соединения внешних проводок разных панелей аналогичны, приводят схему только одной из них, о чем делают соответствующую запись в примечаниях.

Около изображений приборов средств автоматизации проставляют номер их позиции по спецификации или по принципиальной схеме, а соединительным и протяжным коробкам присваивают порядковые номера, которые указывают вместе с типом коробки. На изображении жил электрических и пневматических кабелей, проводов и пневмотруб, присоединенных к соединительным коробкам, электроприемникам и пневмоприемникам вне щитов, указывают маркировку цепей, взятую из принципиальных электрических и



Наряду с электрическими и трубными проводками на этих чертежах показывают приемные и отборные устройства, исполнительные механизмы и регулирующие органы, устанавливаемые на технологическом оборудовании и трубопроводах и протяжные соединительные коробки приборы и средства автоматизации, размещаемые по месту щиты и пульты. Все эти элементы, в том числе и потоки электрических и

трубных проводок, координируют, исключение составляют только отборные устройства и первичные приборы встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы. Их координация проводится на соответствующих чертежах генерального проектировщика.

Приемные и отборные устройства, исполнительные механизмы и регулирующие органы на этом чертеже должны и иметь номер позиции по спецификации. Это же касается внештатных приборов. У соединительных и протяжных коробок проставляют нумерацию, совпадающую с нумерацией их на схеме внешних соединений.

На свободном поле чертежа около изображений потоков электрических и трубных проводок в виде таблиц приводят номера кабелей, проводов в защитных трубах и трубных поводок по схеме внешних соединений, а также номера блоков или кабельной конструкции и чертежа крепления.

В спецификацию монтажных изделия и материалов, которая приводится на чертеже и имеет графы; обозначение, наименование количество, примечание, вносят трубные блоки, короба, мосты, лотки, кабельные конструкции, швеллеры, уголки, листы, полосы, элементы конструкций для прохода трубных и электрических проводок через проемы в стенах и перекрытиях. Чертежи расположения проводок и оборудования согласовывают с генеральным проектировщиком.

#### Влияние химически активных веществ на электротехнические материалы.

Материал	Кислота				Хлор	Едкий натр.	Аммиак
	солян.	азот.	серн.	уксус.			
Медь	Д	Д	Д	СД	Д	Н	Д
Алюминий	Д	ДОК	ДОК	ДНК	Н	Д	Д
Сталь	Д	Д	Д	Д	Д	Н	ДОС
Олово	СД	ДОС	СД	Н	Н	СД	Н
Свинец	СД	Д	Н	СД	СД	СД	Н
Ткани х/б	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н
Резина вулкан.	ДОС	Д	Д	ДОС	ДН	Н	Н
Полихлорвинилхлорид	СД	СД	СД	СД	СД	Н	Н
Фарфор	Н	Н	Н	Н	ДИ	Н	Н
8	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:

Д- сильно действует

СД- слабо действует

Н- не действует

ДОК - сильно действует при определенных концентрациях

ДНК - сильно действует при низкой концентрации

ДОС - сильно действует при особых условиях

ДИ - испарения действуют

Число труб, проводов и кабелей, закрепляемой одной скобой.

Наружный диаметр	БСП-46	БСП-62	БСП-78	БСП-94	БСП-113	БСП-129	БСП-145
6	6	8	8	12	16	18	22
8	4	6	8	10	12	14	16
10	-	4	6	8	10	10	12

Допустимая длина трубных проводок (вм) в зависимости от категории сложности протяжки.

Число изгибов на участке	А	Б	В
-	100	75	50
1	75	50	30
2	50	30	20
3	40	25	15

Формулы для расчета внутреннего диаметра для защитных труб.

Число прокладываемых проводников	Категория сложности протяжки		
	А	Б	В
1	$D \geq 1,64 d$	$D \geq 1,4 d$	$D \geq 1,25 d$
2	$D \geq 2,7 d$	$D \geq 2,5 d$	$D \geq 2,4 d$
3 и более	$D^2 \geq nd^2/0,32$	$D^2 \geq nd^2/0,4$	$D^2 \geq nd^2/0,45$

Зависимость рабочего давления полиэтиленовых труб от транспортируемой среды и ее температуры.

СРЕДА	Температура, С	Максимальное рабочее давление, МПа
Неопасная к которой стоек полиэтилен	20	0,6
	30	0,5
	40	0,3
	50	0,2
	60	0,1
Опасная к которой полиэтилен стоек	20	0,5
	30	0,3
	40	0,1
Неопасная к которой полиэтилен условно стоек	+20	0,3
	30	0,2
	40	0,1

#### Список используемых источников

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие ; под ред. А.С.Клюева- М.:Энергоатом издат,1990

Интернет –ресурсы

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методическому  
комплексу \_\_\_\_\_ С. А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
**МДК.02.02 НАЛАДКА СИСТЕМ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Специальность

***15.02.14 ОСНАЩЕНИЕ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ***

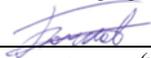
программа подготовки специалистов среднего звена  
на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры  
Автоматики и компьютерных  
технологий

(название кафедры)

Зав.кафедрой

  
(подпись)

Бочков В. С.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета  
Горно-механического

(название факультета)

Председатель

  
(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

## Содержание

<b>Раздел 1. Стадии проектирования и состав проектной документации систем автоматизации</b>	<b>3</b>
<b>Тема 1.1 Исходные данные для разработки проектов систем автоматического управления</b>	<b>6</b>
<b>Тема 1.2 Содержание проекта автоматизации технологических процессов</b>	<b>7</b>
<b>Раздел 2 Инженерный анализ при проектировании систем автоматизации</b>	<b>11</b>
<b>Раздел 3 Схемы автоматизации</b>	<b>16</b>
<b>Раздел 4 Выбор средств измерений</b>	<b>19</b>
<b>Раздел 5 Принципиальные электрические и пневматические схемы</b>	<b>24</b>
<b>Раздел 6 Разработка общего вида щита и вида щита на внутренние плоскости</b>	<b>42</b>
<b>Раздел 7 Внешние электрические и трубные проводки</b>	<b>48</b>
<b>Раздел 8 Чертежи расположения проводок и оборудования</b>	<b>56</b>

## **Раздел 1. Стадии проектирования и состав проектной документации систем автоматизации**

В случаях проектирования систем автоматизации технологических процессов с применением средств вычислительной техники, а также автоматизации объектов с новой, неосвоенной или особо сложной технологией производства предварительно должны проводиться научно-исследовательские работы, результаты которых используются при выполнении проекта.

Проекты систем автоматизации технологических процессов выполняются в соответствии с заданием на проектирование, в котором указываются:

1. наименование производственного участка и задача проекта;
2. перечень аппаратов, установок и отделений, подлежащих автоматизации, с выделением в случае наличия особых условий, к которым относятся, например, класс взрыво- и пожароопасности помещений, наличие агрессивной, влажной, сырой, запыленной окружающей среды;
3. стадийность проектирования;
4. сроки строительства и ввода в эксплуатацию системы автоматизации;
5. предложения по структуре управления технологическими процессами, объему и уровню автоматизации;
6. предложения по размещению центральных и местных пунктов управления, щитов и пультов;
7. наименование организации-разработчика данного проекта системы автоматизации;
8. планируемый уровень капитальных затрат на автоматизацию.

Исходными данными для выполнения проектов систем автоматизации являются технологические схемы с характеристиками оборудования и трубопроводами, перечни контролируемых и регулируемых параметров с необходимыми требованиями, характеристиками и величинами и чертежи производственных помещений с расположением технологического оборудования.

Состав проектных материалов систем автоматизации технологических процессов на различных стадиях проектирования различен.

На стадии проекта, предусматривающей разработку документации с целью выявления технической возможности и экономической целесообразности автоматизации данного технологического участка, определяются уровень и объем автоматизации, принципы ее осуществления и структура, экономическая эффективность. Все основные технические и экономические вопросы решаются укрупнено, без особой детализации, с общими принципиальными выводами о возможности и целесообразности автоматизации.

В состав проектных материалов этой стадии входят:

1. структурная схема управления и контроля, которая разрабатывается для сложных систем управления;
2. схема автоматизации технологического процесса;
3. планы расположения щитов и пультов;
4. ведомости приборов и средств автоматизации, электроаппаратуры, щитов и пультов, трубопроводной арматуры, основных монтажных материалов и изделий;
5. сметы на приобретение и монтаж технических средств автоматизации;
6. пояснительная записка;
7. задания смежным отделам.

На стадии рабочей документации предусматривается разработка проектных материалов, целью которой является обеспечение проведения монтажно-наладочных работ. Уровень и объем автоматизации, предусмотренные в рабочих чертежах,

должны полностью соответствовать уровню и объему автоматизации, принятым в утвержденном проекте.

В состав рабочей документации входят следующие проектные материалы:

1. Структурная схема управления и контроля;
2. Схема автоматизации;
3. Принципиальные электрические, гидравлические, пневматические схемы контроля, автоматического регулирования, управления, сигнализации и питания;
4. Общие виды щитов и пультов;
5. Таблицы для монтажа электрических и трубных проводок;
6. Схемы внешних электрических и трубных проводок;
7. Планы расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок;
8. Пояснительная записка;
9. Спецификации оборудования, щитов и пультов, ведомости основных монтажных материалов;
10. Уточненные задания смежным отделам на разработки, связанные с автоматизацией объекта.

На стадии рабочего проекта, разрабатываемого для несложных объектов или по существующим прототипам, проектные материалы объединяют цели и задачи, стоящие на стадиях проекта и рабочей документации.

### **Тема 1.1 Исходные данные для разработки проектов систем автоматического управления.**

Проектирование систем автоматического управления ведется на основании технического задания, составленного при разработке технологической части проекта соответствующего объекта (установки, цеха, производства и т. п.).

Техническое задание на проектирование должно содержать следующие данные: задачу проекта; основание для проектирования; наименование объекта управления с указанием класса взрыво- и пожароопасности помещений, агрессивности, влажности перерабатываемых веществ, запыленности помещения и т. п.; стадии проектирования; требования к разработке отдельных вариантов технического проекта; рекомендации по централизации и структуре управления; предложения по размещению пунктов управления (местных, центральных); результаты изыскательских, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, которые необходимо использовать при проектировании; перечень организаций — участников разработки и внедрения проекта; генерального проектировщика, головного НИИ, исполнителей смежных частей проекта (строительной, сантехнической и др.), изготовителя щитов и пультов, исполнителя монтажно-наладочных работ; планируемый уровень капитальных затрат на автоматизацию; сроки строительства и очередности ввода в действие производственных подразделений.

К техническому заданию должны быть представлены следующие данные:

1. Технологические схемы с характеристиками оборудования и указанием внутренних диаметров, толщины стенок и материала труб;
2. Чертежи производственных помещений с указанием расположения технологического оборудования, трубопроводов и рекомендуемых мест для размещения щитов и пультов;
3. Чертежи технологического оборудования со средствами автоматизации, поставляемыми комплектно с ним (перечень и характеристики средств автоматизации, чертежи комплектно поставляемых щитов и пультов);
4. Схемы водо-, воздухо- и электроснабжения с указанием соответствующих диаметров труб, расхода, давления, температуры, влажности, запыленности, напряжения;

5. Схемы управления электродвигателями с указанием типа пусковой аппаратуры;
6. Данные для расчета исполнительных и сужающих устройств, заполнения опросных листов;
7. Результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, содержащие рекомендации по проектированию управляющих систем и средств автоматизации (математическое описание динамических свойств объекта, а при отсутствии математического описания — временные или частотные характеристики объекта);
8. Требования к надежности систем автоматического управления.

Проектирование систем автоматического управления технологическими процессами может вестись как в одну, так и в две стадии. В первом случае выполняется технорабочий проект, т. е. технический проект, совмещенный с рабочими чертежами (ТРП). Во втором случае на первой стадии выполняется технический проект (ТП), а на второй — рабочие чертежи (РЧ).

В состав технического проекта входит следующая документация: структурная схема управления (для сложных систем); структурная схема комплекса технических средств; структурные схемы комплексов средств автоматизации; функциональные схемы автоматизации; планы расположения щитов, пультов, ЭВМ; заявочные ведомости средств автоматизации, электроаппаратуры, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, монтажных материалов и изделий, не стандартизованного оборудования; технические задания на разработку новых средств автоматизации; смета на приобретение и монтаж средств автоматизации; пояснительная записка. В состав ТП входят также задания генеральному проектировщику на следующие виды разработок: обеспечение средств автоматизации электроэнергией, сжатым воздухом, гидравлической энергией, тепло- и хладоносителями; теплоизоляция трубных проводок и устройств; проектирование помещений для систем автоматизации, в том числе туннелей, каналов, эстакад, проемов, закладных устройств в строительных конструкциях; обеспечение средствами производственной связи; размещение закладных устройств, датчиков, регулирующих и запорных органов на технологическом оборудовании и трубопроводах.

На стадии рабочих чертежей или технорабочего проекта разрабатываются следующие документы: структурная схема управления; структурная схема комплекса технических средств; структурные схемы комплексов средств автоматизации; функциональные схемы автоматизации технологических процессов; принципиальные электрические, гидравлические, пневматические схемы управления (контроля, регулирования, сигнализации, защиты, блокировки, питания); общие виды щитов и пультов; монтажные схемы щитов и пультов (или таблицы для монтажа электрических и трубных проводок); схемы внешних электрических и трубных проводок; планы расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок; чертежи установки нестандартных средств автоматизации; пояснительная записка; расчеты систем регулирования, расчеты исполнительных и сужающих устройств (приводятся лишь исходные данные и результаты расчетов без текста); заказные спецификации средств автоматизации, электроаппаратуры, щитов и пультов, трубопроводной арматуры, кабелей, проводов, основных монтажных материалов, не стандартизованного оборудования; перечень нормалей (чертежей) на установку средств автоматизации.

В состав технорабочего проекта (при одностадийном проектировании) включается еще смета на оборудование и монтаж.

## **Тема 1.2 Содержание проекта автоматизации технологических процессов.**

Проекты автоматизации технологических процессов включают различные схемы (см. ГОСТ 2.701—76. «Схемы. Виды и типы»).

В зависимости от элементов и связей между ними схемы подразделяют на следующие виды (далее в скобках указан шифр вида схемы): электрические (Э), гидравлические (Г), пневматические (П), кинематические (К), оптические (Л), вакуумные (В), газовые (Х), автоматизации (А), комбинированные (С).

В соответствии с основным назначением схемы МОГУТ быть следующих типов (далее в скобках указан шифр типа схемы): структурные (1), функциональные (2), принципиальные (3), соединений (4), подключения (5), общие (6), расположения (7), прочие (8), объединенные (О). Разрешается разрабатывать схемы и других типов.

Полное название схемы включает обозначение ее вида и типа, например электрическая принципиальная схема — ЭЗ.

Принципиальная схема и схема соединений могут быть совмещены друг с другом. То же разрешается и для схем соединений и подключения. Совмещенной схеме присваивают наименование схемы, тип которой имеет меньший порядковый номер. На одном листе (чертеже) разрешается выполнять схемы двух типов для одного объекта. Наименование такого чертежа должно определяться видом и объединяемыми типами схем, например: «Схема электрическая принципиальная и соединений».

Структурные схемы определяют основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Они разрабатываются ранее схем других типов и служат для общего ознакомления с объектом.

Функциональные схемы разъясняют определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях объекта или в объекте в целом. Функциональными схемами пользуются для изучения принципа работы объекта, а также при его наладке, контроле и ремонте.

Принципиальные (полные) схемы определяют полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дают детальное представление о принципах работы объекта. Эти схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов» например схем соединений.

Схемы соединений (монтажные) показывают соединения составных частей объекта и определяют провода, щиты, кабели или трубопроводы, с помощью которых осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода.

Схемы подключения показывают внешние подключения объекта. Этими схемами пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при подключении объектов в ходе эксплуатации.

Общие схемы определяют составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Общими схемами пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации.

Схемы расположения определяют относительное расположение составных частей объекта, а при необходимости — проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т. п. Ими пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте объекта.

Все схемы выполняют без соблюдения масштаба; действительное пространственное расположение составных частей объекта не учитывают или учитывают приближенно.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее число изломов и взаимных пересечений. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи, длину которых следует по возможности ограничивать. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

Обрывы линий связи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места подключения и (или) необходимые характеристики цепей (например, полярность, потенциал и т. д.). Линии связи, переходящие с одного листа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы. Рядом с обрывом линии должно быть указано

обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение и т. п.), а в круглых скобках — номер листа схемы (при выполнении схемы на нескольких листах) или обозначение документа (при выполнении схем в виде самостоятельных документов), на который переходит линия связи. Если на схеме таких обозначений нет, то места обрыва должны быть условно обозначены буквами или цифрами, или же буквами и цифрами,

Элементы, составляющие одно устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему, выделяют на схемах сплошной линией, толщина которой равна толщине линии связи.

Элементы, составляющие функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, допускается на схемах выделять штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, указывая при этом наименование функциональной группы, а для устройства — наименование и (или) тип, и (или) обозначение документа, на основании которого это устройство применено.

Элементы и устройства, входящие в состав объекта, допускается на схеме разграничивать штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, соответственно постам и помещениям, указывая при этом наименования и (или) номера постов и помещений.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида, а также элементы и устройства, не входящие в объект, на который составляют схему, но необходимые для разъяснения принципа работы объекта.

Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывающие местонахождение этих элементов, а также содержащие другие необходимые данные. При этом должна быть установлена однозначная связь, которая обеспечила бы возможность поиска одних и тех же элементов, изображенных на схемах разных видов.

При выполнении схем применяют следующие обозначения: условные графические обозначения, установленные в стандартах. Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), а также построенные на их основе; упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические); прямоугольники. В случае необходимости применяют не стандартизованные графические обозначения.

При использовании не стандартизованных обозначений и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

Применение на схемах тех или иных графических обозначений определяется правилами выполнения схем определенного вида и типа.

Размеры условных графических обозначений элементов должны соответствовать установленным в стандартах на условные графические обозначения. Если размеры условных графических обозначений элементов в соответствующем стандарте не указаны, следует изображать условные обозначения на схеме в тех размерах, в которых они выполнены в данном стандарте.

Размеры всех обозначений допускается пропорционально уменьшать; при этом расстояние (просвет) между двумя соседними линиями условного графического обозначения должно быть не менее 1 мм.

Размеры условных графических обозначений допускается увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков.

Графические обозначения следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи.

Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, они должны быть вдвое толще линий связи.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в том положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или же

повернутыми на угол, кратный  $90^\circ$  (если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания).

Допускается изображение условных графических обозначений повернутыми на угол, кратный  $45^\circ$ , или же зеркально повернутыми. Если при повороте или зеркальном изображении условных графических обозначений может нарушиться их смысл или удобочитаемость, следует изобразить такие обозначения в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Условные графические обозначения, содержащие буквенные, цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается повернуть против часовой стрелки только на угол  $90$  или  $45^\circ$ .

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линии от 0,3 до 0,4 мм.

На одной схеме рекомендуется применять линии не более трех различных толщин.

На схемах допускается приводить различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения помещают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы (желательно над основной надписью). Около графических 1 обозначений элементов и устройств указывают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы помещают диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т. п.).

## **Раздел 2 Инженерный анализ при проектировании систем автоматизации**

При проектировании схем автоматизации решаются следующие основные задачи:

### 1. Анализ технологического процесса

Глубокое знание технологии производства, для которого разрабатывается система автоматизации, позволяет обоснованно решать вопросы управления им. В большинстве случаев система автоматизации создается для действующей установки с известными технологическим регламентом, режимами работ и конструктивными особенностями, оснащенной запорной и регулирующей арматурой. Относительно статических и динамических характеристик управляемого объекта имеются определенные сведения. Все эти сведения подлежат тщательному анализу при проектировании СА.

При проектировании систем автоматизации производства всегда возникает задача согласования производительности смежных участков, что дает возможность исключить ряд возмущающих воздействий.

Анализ технологического процесса позволяет также правильно выбрать основные контролируемые и управляемые величины, установить диапазон их изменения и рабочее значение, определить характеристики возмущающих воздействий и выбрать главные управляющие воздействия. В последнем случае существует определенная свобода выбора. Например, управляющим воздействием может быть как приток вещества или энергии в аппарат, так и сток его. Выбор управляющих воздействий определяется их наибольшей эффективностью и структурой системы автоматизации. I

### 2. Анализ существующих схем автоматизации

Окончательные решения по автоматизации производства принимаются после анализа существующих схем автоматизации, известных из отечественной и зарубежной литературы. Рабочий вариант схемы автоматизации должен обеспечить достижение наиболее высоких технико-экономических показателей и учитывать также перспективы совершенствования технологических процессов и особенности развития технических средств автоматизации. Это позволяет совершенствовать систему автоматизации без существенных затрат.

### 3. Анализ статических и динамических характеристик объекта

Определение структуры схем регулирования. Наиболее целесообразно совместное создание технологического процесса и системы управления им. В этом случае технологический процесс и система автоматизации наиболее полно могут соответствовать требованиям, предъявляемым к автоматизированным процессам, так как на стадии проектирования могут задаваться (специалистами по автоматике) и реализовываться (специалистами-технологами) необходимые статические и динамические свойства объекта. При автоматизации действующих установок необходимо располагать сведениями о свойствах управляемого объекта в виде статических и динамических характеристик. Это помогает правильно выбрать каналы регулирования (регулирующие воздействия), обеспечивающие высокую эффективность управления,

### 4. Выбор на технологической схеме точек контроля или отбора импульсов на регулирующие системы

Выбор точек отбора импульсов должен обеспечивать точность показаний и достаточно полное представление о статических и динамических свойствах управляемого объекта. В ряде случаев именно место отбора импульсов определяет настройки регуляторов, качество регулирования и другие показатели функционирования системы.

Выбор точек контроля или отбора импульсов для регулирующих систем должен также обеспечить удобство монтажа соответствующих технических средств на оборудовании.

### 5. Выбор измерительных и регулирующих приборов

На первом этапе выбирают комплекс технических средств для всей системы, затем - измерительные комплекты для отдельных параметров

При проектировании с.а. стремятся к минимизации числа контролируемых величин при условии обеспечения достаточной информации о ходе процесса.

На выбор приборов в большой степени влияют характеристики технологического объекта с учетом условий его работы, диапазон изменения измеряемых величин, расстояние от чувствительного элемента до выбранного прибора, фактор надежности и др.

Основной аппаратурой, применяемой в системах автоматического контроля, являются серийно выпускаемые приборостроительной промышленностью средства измерений, входящие в ГСП. Применение специально разработанных приборов допускается только в тех случаях, когда типовой прибор либо отсутствует, либо его применение не обеспечивает выполнения технических условий работы и предъявляемых к нему требований. Использование в системах автоматического контроля однородной по техническим особенностям и характеристикам аппаратуры упрощает и удешевляет систему, улучшает условия ее эксплуатации, расширяет возможности резервирования и повышает надежность системы.

Условия работы системы автоматического контроля характеризуются данными о контролируемой среде (температура, давление, плотность, химическая реакция, дисперсность, абразивность и др.), внешней окружающей среде (температура, давление, влажность, запыленность, пожаро- и взрывоопасность, наличие в зоне действия аппаратуры магнитных и электрических полей, излучений и других помехообразующих факторов), о расстоянии от точки измерения до места установки измерительного прибора, а также от прибора до рабочего места оператора.

Требования к качеству работы системы автоматического контроля включают в себя основные метрологические данные: точность измерения, определяемую по классу точности (0,25-1,5); порог чувствительности - по чувствительности к отклонению контролируемого параметра (не более 0,05-0,1 %); быстродействие системы - по скорости реагирования на изменение контролируемой величины (постоянная времени, время начала реагирования) не более 16 с; надежность - по таким основным показателям, как вероятность отказов, частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, коэффициент ремонтпригодности.

В тех случаях, когда точность измерения не регламентирована специальными общегосударственными или ведомственными техническими условиями (правила ми), можно руководствоваться приведенными ниже рекомендациями по выбору класса точности прибора: 0,2 - образцовые, для проверки технических приборов; 0,5 - компенсационного типа (электронные потенциометры, мосты и т. п.), для контроля и регистрации ответственных величин, характеризующих качество работы агрегата, процесса. 1.0 1,5 - среднего класса точности, для контроля и регистрации параметров, оказывающих меньшее влияние на работу агрегата; 2,5- приборы для измерения параметров, непосредственно не влияющих на качество продукта и работу агрегата; 4,0 - грубые приборы для измерения неответственных параметров и оценки их относительного изменения.

При построении систем автоматического контроля последовательно производят выбор воспринимающего элемента и первичного преобразователя, выбор линии связи и источника питания, выбор вторичного прибора.

#### Выбор воспринимающего элемента и первичного преобразователя

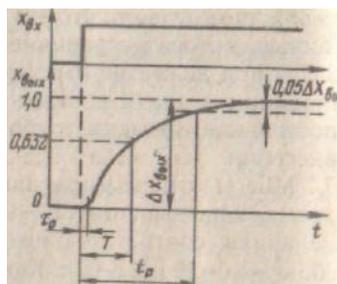
Зависит от характеристики контролируемой среды, диапазона изменения контролируемого параметра.

При выборе диапазона измерения должны учитываться возможные значения контролируемого параметра в условиях нормальной работы, а также при проведении некоторых дополнительных операций - стерилизации, промывки, дезинфекции и т. д. В

этих режимах значение контролируемого параметра может значительно отклоняться от номинального.

Воспринимающий элемент и первичный преобразователь обладают, как правило, наибольшей инерционностью в измерительном комплексе, поэтому при их выборе особое значение имеет оценка динамических свойств этих элементов. Для оценки пользуются такими величинами, как постоянная времени  $T$  или время переходного процесса), а также время начала реагирования  $T_0$ .

Приближенная оценка динамических свойств этих элементов осуществляется с помощью их паспортных данных. Для более точной оценки необходимо пользоваться экспериментальными данными, однако в период проектирования это часто неосуществимо.



### Выбор линии связи

Он в основном определяется видом энергии, принятым в проектируемой системе, расстоянием от места измерения характеристикой внешней окружающей среды.

В большинстве случаев измерительные приборы комплектуются преобразователями разных видов, позволяющими получать унифицированные сигналы и передавать их на расстояние.

По виду энергии дистанционные передачи делятся на пневматические и электрические. Пневматические дистанционные передачи обладают тем преимуществом, что они могут быть применены в пожаро- и взрывоопасных помещениях. Диапазон изменения измерительного сигнала представляет собой изменение давления сжатого воздуха в интервале 0,02-0,1 МПа (0,2-1 кгс/см<sup>2</sup>); эта передача обладает значительной инерционностью, которая ограничивает дистанционность передачи в пределах 300 м при диаметре импульсной линии 6 мм. Увеличение расстояния приводит к значительным запаздываниям в передаче сигналов.

Электрические дистанционные передачи показаний являются практически безынерционными и обладают большой дистанционностью. В настоящее время применяются индукционная, омическая, сельсинная, дифференциально-трансформаторная, ферродинамическая, электросиловая и частотно-силовая передачи. Наиболее часто используются дифференциально-трансформаторная и ферродинамическая передачи, а также электро- и частотно-силовая. Для применения последних двух типов передач необходимо наличие специальных преобразователей ограничивает их дистанции они составляют (250 м).

С помощью электросиловых преобразователей получают унифицированные выходные сигналы, которые изменяются в диапазоне 0—5, 0-20 и 0-100 мА или 0-10 В постоянного тока.

Дистанционность передачи показаний при измерении температуры термопреобразователями сопротивления и термоэлектрическими преобразователями зависит как от сопротивления соединительных проводов, так и от вида вторичных приборов.

### Выбор вторичного прибора

Этот выбор определяется видом измеряемой величины, характеристикой внешней окружающей среды и метрологическими требованиями. Вторичные приборы можно разделить на ряд групп по разным классификационным признакам:

а) по классу точности - прецизионные (класс точности 0,25 и выше), средней (0,5 и 1,0) и низкой (1,5 и ниже) точности;

б) по динамическим свойствам, характеризующимся временем пробега шкалы указателем, - быстродействующие (0,25 - 0,5 с), среднего (1-10 с) и низкого (до 16 с) быстродействия;

в) по габаритам - нормального габарита (размер по лицевой стороне 400x400 мм), малогабаритные (240x320 мм) и миниатюрные (160x 200 мм). Эти размеры приведены для электрических показывающих и самопишущих приборов. Пневматические показывающие приборы кроме основного размера 160 X 200 мм выпускаются также размерами 60 X 160 и 80x 160мм;

д) по числу измеряемых величин - одно- и многоканальные (одно- и многоточечные);

е) по виду шкалы - с прямолинейным, круглым, профильным, вращающимся циферблатом;

ж) по характеристике исполнения - в нормальном для работы при температуре 10-35 °С и относительной влажности от 30 до 80 %, а также в тропическом и искробезопасном;

з) по характеру отсчета измеряемой величины - цифровые, аналоговые и дискретно-аналоговые.

При выборе вторичных приборов важным показателем является диапазон шкалы, который должен охватывать все возможные рабочие значения измеряемой величины с учетом ее максимальных значений. Следует помнить, что расширение диапазона влечет за собою увеличение ошибки при данном классе точности.

Для большинства технологических измерений максимум измеряемой величины может лежать в пределах последней четверти диапазона шкалы, за исключением приборов с упругими чувствительными элементами, на показаниях которых сказываются явления гистерезиса. В этом случае при резко переменных нагрузках максимум измеряемой величины должен лежать в пределах 0,5-0,7 диапазона шкалы.

Для правильного выбора приборов регулирования необходимо располагать исходными данными, характеризующими условия работы АСР и свойства АСУ, составным элементом которой является проектируемая система.

Для упорядочения выбора приборов для АСР рекомендуется такая последовательность:

1. Составляют упрощенную технологическую схему объекта регулирования и анализируют показатели нормального функционирования объекта.

2. Выбирают основную регулируемую величину, исходя из использования одноконтурной замкнутой автоматической системы, и формулируют цель регулирования. При этом приборы для измерения должны быть простыми и надежными с достаточно высокой чувствительностью; допустимые значения статических и динамических ее отклонений от заданного значения достаточно велики; при нескольких регулируемых величинах в одном объекте взаимные связи их через процесс должны быть минимальными.

Затем выбирают регулирующее воздействие, определяя таким образом канал регулирующего воздействия. Выбранная в качестве регулирующей входная величина должна отвечать следующим требованиям: степень влияния регулирующего воздействия по величине коэффициента передачи и ширине рабочей области достаточна для получения необходимой точности регулирования; статические характеристики объекта регулирования линейны или несущественно нелинейны; запаздывание в передаче управляющего сигнала для данного объекта регулирования минимально.

3. Составляют упрощенную структурную схему АСР связывающую основные элементы системы.

4. Выбирают измерительный преобразователь и регулирующий орган.

5. Определяют динамические параметры объекта регулирования. Для этой цели могут применяться как экспериментальные, так и аналитические или экспериментально-аналитические методы.

6. Определяют характер и значение основных возмущающих воздействий, которые испытывает объект регулирования (чаще всего изменения нагрузки объекта). Изменения могут носить самый разнообразный характер, однако их сводят к трем наиболее распространенным видам: скачкообразно длительному, пиковому и монотонно нарастающему/

7. Предварительно выбирают характер выходного сигнала регулятора (тип регулирующего воздействия) по значению относительного запаздывания: релейный или релейно-импульсный; при - непрерывный или импульсный.

8. Устанавливают требуемые (заданные) показатели качества процесса регулирования, используя прежде всего данные технологического регламента. Причем процесс регулирования в случае применения релейных или релейно-импульсных регуляторов будет автоколебательным, а в случае непрерывно действующих или импульсных регуляторов - затухающим.

9. Проверяют пригодность выбранного типа регулирующего воздействия, сравнивая заданные значения показателей качества процесса регулирования с их фактическими значениями. Последние определяют по таблицам и номограммам в зависимости от значений динамических параметров объекта и возмущений по нагрузке. Если выбранный тип регулирующего воздействия можно реализовать с помощью нескольких законов регулирования, то параллельно выбирают закон регулирования. При этом с точки зрения экономической эффективности и надежности выбирают самый простой из законов регулирования, обеспечивающий требуемое качество регулирования.

10. Анализируют возможность улучшения динамических свойств объекта регулирования, если даже самый сложный из законов регулирования не обеспечивает требуемого качества регулирования. Такое улучшение прежде всего возможно за счет применения менее инерционных ИП, других регулирующих воздействий, а также изменения места установки РО.

II. Анализируют возможность применения многоконтурных систем или система с переменной структурой, если мероприятия по улучшению динамических свойств объекта регулирования не приносят желаемого результата.

12. Осуществляют аппаратную реализацию АСР, выбирая тип регулирующего устройства и исполнительного механизма с учетом выбранного КТС или приборной базы системы автоматизации при разработке более высокого уровня системы управления (см. первую группу исходных данных). Кроме того, принимают во внимание сравнительную оценку систем с энергоносителем разного вида.

#### 6. Выбор местоположения вторичных приборов и средств автоматизации

Чувствительные элементы, отборные устройства, регулирующие органы, исполнительные элементы и другие средства автоматизации, служащие для непосредственного получения информации либо для формирования управляющих воздействий, располагают на технологических трубопроводах, в конструктивных элементах технологического оборудования либо в специально спроектированных устройствах, которые установлены на этом оборудовании.

Различные преобразователи, промежуточные элементы, а иногда и автоматические регуляторы можно располагать как рядом с управляемым объектом, так и на локальных пунктах управления отдельными агрегатами. Средства обработки первичной информации, автоматические регуляторы, сигнальные устройства и вспомогательные средства (элементы схем питания, сигнализации, управления и др.) размещают также на локальных пунктах управления. Вторичные приборы можно располагать на локальных и центральных пунктах управления. Некоторые измеряемые и регулируемые параметры могут дублироваться, т. е. фиксироваться на разных щитах.

### **Раздел 3 Схемы автоматизации**

Схемы автоматизации технологического процесса - это основной документ проекта, отражающий технические решения автоматизации конкретных технологических процессов и показывающий функциональные связи между ними и средствами контроля и управления.

#### Выполнение схем автоматизации

Схема автоматизации технологического процесса содержит машинно-аппаратурную схему процесса, на которой с помощью условных обозначений изображают органы управления, приборы и средства автоматизации и связи между ними, определяющие в целом принципы построения системы автоматического контроля и управления объекта, а также таблицу условных обозначений, не предусмотренных стандартами, и необходимые пояснения.

Существуют два способа выполнения схем автоматизации: развернутый (традиционный) и упрощенный. При развернутом способе на схеме показывают состав комплекса технических средств каждого контура, при упрощенном - отражают только число контуров контроля и регулирования, их назначение и функции, а техническая структура каждого контура отражается в структурных схемах КТС или в другой проектной документации (принципиальных схемах контроля, регулирования, сигнализации, схемах соединений внешних проводов).

#### Изображение технологического оборудования

Это оборудование изображается упрощенно в виде схемы без масштаба, находящейся в верхней части чертежа (примерно 2/3 по его высоте). Эта схема по своему расположению должна соответствовать машинно-аппаратурной технологической схеме с изображением основных коммуникаций, органов управления, электрооборудования и вспомогательных устройств. Второстепенные конструктивные детали, как правило, опускаются. В то же время изображение технологического оборудования и трубопроводов должно давать полное представление о технологической схеме автоматизируемого участка производства. Внутренние ли и элементы технологического оборудования показывают только в том случае, если необходимо отразить непосредственный контакт с ними приборов и средств автоматизации.

Изображаемые на схеме технологические агрегаты и коммуникации по своему виду должны соответствовать схеме, принятой в технологической рабочей документации. Если такая схема отсутствует, а также по согласованию с генпроектировщиком технологическое оборудование может изображаться в соответствии со стандартами ЕСКД или с помощью общепринятых обозначений. Возле изображения технологического оборудования и отдельных его элементов или внутри него приводятся соответствующие поясняющие надписи, например "подогреватель", "сборник" и т. д.

Направление потока среды внутри трубопроводов указывается стрелкой на технологической части СА. Трубопроводы, идущие от конечных аппаратов или подходящие к ним, на схеме обрываются и заканчиваются стрелкой, показывающей направление потока, а также снабжаются поясняющей надписью: "На выпарную станцию", "От фильтра" и т. д.

Для придания большей наглядности и выразительности контуры оборудования вычерчивают тонкими линиями (до 0,5 мм), а коммуникации - более толстыми (до 1-2 мм). На линиях пересечения трубопроводов, изображающих их соединение, ставится точка.

На СА при помощи условных изображений показывают приборы и средства автоматизации, которые необходимы для оснащения проектируемого объекта, в том числе входящие в комплект поставки оборудования и имеющиеся у заказчика.

#### Изображение приборов и средств автоматизации

ГОСТ 21.404+85 "СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах" охватывает практически все

средства автоматизации, необходимые для разработки схем автоматизации. Если возникает необходимость ввести дополнительное изображение, то оно дается проектировщиком на схеме с соответствующей оговоркой и разъяснением.

Устройства и аппаратура вспомогательного назначения (реле, выключатели, фильтры, редукторы и т. д.) на схемах автоматизации не изображаются, кроме случаев, когда это необходимо для уяснения работы отдельных контуров системы автоматизации. Так, при дистанционном управлении электродвигателями наряду с магнитными пускателями, переключателями, кнопочными станциями могут показываться также реле и другие элементы схемы управления.

На схемах автоматизации изображаются также комплектные устройства (вычислительные устройства, комплексы и т. д.). Так как для этих устройств ГОСТ специальных обозначений не предусматривает, их условно показывают в виде прямоугольников произвольных размеров с соответствующими разъяснениями на чертеже.

Все первичные преобразователи, встроенные в технологическое оборудование и трубопроводы, показываются непосредственно на изображениях оборудования или трубопроводов. На технологические коммуникации также наносятся изображения регулирующих органов, входящих в отдельные контуры регулирования, а рядом с ними - изображения исполнительных механизмов, с которыми регулирующие органы связаны механически.

В нижней части чертежа (примерно 1/3 по высоте) под технологической схемой размещают прямоугольники, в которых изображают остальную аппаратуру системы автоматизации, группируя ее по соответствующим признакам, например местные приборы, приборы на местных и специальных щитах, приборы на центральном щите и т. д. Число прямоугольников зависит от структуры системы автоматизации и принятой организации управления.

На СА пищевых производств прямоугольники наиболее часто размещаются в такой последовательности:

1. местные приборы, где изображаются первичные преобразователи, и вторичные приборы, не совмещенные непосредственно с первичными элементами, смонтированными на оборудовании и коммуникациях, но которые должны размещаться вблизи оборудования по месту контроля;
2. местные щитки управления (могут быть объединены с прямоугольником местных приборов);
3. оперативные щиты или пульта отдельные агрегатов и групповые щиты;
4. специальные щиты;
5. центральный (диспетчерский) щит; I
6. вычислительные устройства, комплексы и т. д.

Прямоугольники рекомендуется выполнять высотой 40 мм, а при большом количестве аппаратуры высота может быть увеличена. Все прямоугольники с левой стороны на поле шириной 15 мм снабжают соответствующими надписями: "Приборы местные", "Щит ... отделения", "Щит центральный" и т. д. В прямоугольниках щитов показывают все средства автоматизации, установленные на лицевой панели щита, а также приборы и средства автоматизации, которые установлены внутри щита и без которых затруднено изображение контуров регулирования, вычислительные блоки, преобразователи, сигнализаторы и т. д. Звонок, сирена и гудок электрические, сирена пневматическая, сигнальная лампа (табло) и электродвигатель на СА изображаются с помощью обозначений для электрических схем.

Для изображения отдельных измерительных или регулирующих комплектов используются линии связи между отдельными элементами. Линии связи показывают тонкими сплошными линиями толщиной 0,2-0,3 мм, которые проводят с наименьшим числом перегибов и пересечений с изображением технологического оборудования и

трубопроводов. Пересечения условных обозначений средств автоматизации линиями связи не допускаются. На соединительных линиях вблизи пересечения с первым (сверху) прямоугольником указываются максимальное рабочее значение измеряемой величины, а также некоторые другие характеристики соответствующего автоматического устройства (пояснения, ссылки на другие чертежи).

Если несколько первичных элементов подключается к одному вторичному прибору, то допускается объединять соединительные линии в одну. Такое объединение допускается также при наличии нескольких отборных устройств, работающих с одним прибором через переключатель. Аппаратуру, предназначенную для управления и сигнализации однотипного оборудования, допускается изображать на схеме для одного контура, а на чертеже проставлять число комплектов.

При выполнении схем автоматизации сложных технологических установок допускается делать обрыв линии связи во избежание большого числа изломов и пересечений. При этом концы линий связи располагают на прямых невидимых линиях, параллельных линиям рамки схемы, и нумеруют одной и той же арабской цифрой. Концы соединительных линий около прямоугольников рекомендуется нумеровать цифрами в возрастающем порядке слева направо.

Каждому измерительному и регулирующему комплекту присваивается порядковый номер на схеме, а каждому элементу, изображенному на схеме позиционное обозначение (позиция).

Позиции сохраняются во всех документах проекта. Позиция каждого из средств автоматизации состоит из номера комплекта, к которому добавляется буквенный индекс, начиная от первичного элемента и кончая регулирующим органом. Если схема или часть ее повторяется для других установок, то на схеме рекомендуется показывать технологическое оборудование одного объекта, а приборы и средства автоматизации – полностью для всех.

Номера позиций присваиваются в такой последовательности: температура, давление, расход или количество, уровень, состав или качество.

Электроаппаратуре рекомендуется присваивать позиционные обозначения, принятые в соответствующих электрических схемах

При упрощенном способе выполнения СА изображение каждого контура, располагаемое на технологической части схемы, включает окружность, разделенную горизонтальной чертой пополам, и линии связи с оборудованием или трубопроводами и исполнительным устройством. В верхнюю часть окружности вписывается буквенный код, определяющий параметр, и все функции, выполняемые данным контуром, в нижнюю – позиционный номер контура. Возле графического обозначения контура или в таблице контуров приводят предельные рабочие значения величин. В таблице контуров указывают номер контура и обозначение проектного документа, раскрывающего состав контура.

Агрегируемое технологическое оборудование изображается в виде прямоугольника, в котором указывают наименование и тип блока.

Над основной надписью схемы располагают таблицу, в которую сверху вниз вносят условные обозначения трубопроводов, буквенно-цифровые сокращения, резервные буквенные обозначения.

## Раздел 4 Выбор средств измерений

Заключается в установлении конкретных требований к СИ и выборе типов СИ, отвечающих этим требованиям, в разработке (или уточнении) алгоритма измерения. Выбор и обоснование выбора СИ требует определения их обобщенных метрологических характеристик с учетом влияния всех участвующих в измерении СИ, вспомогательных устройств, веществ и материалов, особенностей метода измерений и обработки его результатов.

Требования к СИ носят технологический, конструкторский, метрологический, экономический, экологический и социальный характер и включают: предел допустимых погрешностей; условия измерения (параметры объекта измерения и окружающей среды, не измеряемые данными СИ, но влияющие на результат измерения); быстродействие СИ; вид измерительной информации (местные показания, дистанционные показания, автоматическая регистрация, интегрирование, сигнализация и др.); необходимость и возможность использования информации в системах автоматического управления на базе микропроцессоров и ЭВМ; требования к помещениям и условиям установки СИ; стоимость и экономическую эффективность от использования; требования к персоналу, осуществляющему монтаж и техническое обслуживание СИ и оборудования.

Выбор СИ осуществляется, как правило, в три этапа.

Первый этап состоит в анализе объекта измерений; при этом изучают нормативно-техническую и технологическую документацию на соответствующий вид продукции, анализируют показатели качества и количества продукции, диапазон их измерений, условия протекания технологического процесса, возможные виды измерения и контроля параметров технологических процессов и показателей качества продукции. По результатам первого этапа составляют перечень контролируемых показателей продукции и параметров технологического процесса по следующей форме: наименование ступени технологического процесса; наименование параметра; границы возможных изменений параметра; возможный вид контроля параметра; особые характеристики процесса.

Второй этап состоит в сравнительном анализе применяемых и предлагаемой методик выбора СИ и самих средств измерений. На этом этапе решают, какие выбрать измерения — прямые или косвенные; оценивают возможные погрешности измерений различными методами и средствами и выбирают предпочтительные варианты СИ; определяют места отбора проб или установки СИ, методы и периодичность снятия показаний; устанавливают алгоритм обработки результатов измерений и порядок их использования. По результатам второго этапа составляют схему контроля технологического параметра.

Третий этап заключается в экспериментальной проверке (исследовательских испытаниях) предлагаемого СИ и методики выбора СИ для выяснения действительных качеств.

Приводимый ниже порядок выбора и обоснования выбора средств измерения рекомендуется в основном при выполнении учебных работ по автоматизации контроля параметров технологических процессов.

Задание (а в проектировании оно называется техническим заданием) по измерению определенного параметра должно содержать:

1. наименование технологического параметра (например, температура  $0^{\circ}\text{C}$ );
2. его измеряемое значение (например,  $t$ );
3. его измеряемое значение (например,  $t_{\text{зм}} = 100^{\circ}\text{C}$ );
4. границы возможных, т. е. технологически допустимых, отклонений (например,  $\Delta t_{\text{доп}} = \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ );

5. условия измерения (например, в емкости диаметром 500 мм при давлении среды не более 0,5 МПа);
6. условия протекания технологического процесса (например, медленно изменяющаяся температура, среда неагрессивная, невязкая и т. п.);
7. возможный вид контроля (например, показание и регистрация на дисковой диаграмме);
8. вид измерительной информации для передачи данных (например, унифицированный токовый сигнал 0... 5 мА).

Таким образом, в нашем примере необходимо выбрать СИ для измерения и регистрации температуры  $100 \pm 1,5^\circ\text{C}$  неагрессивной среды при давлении не более 0,5 МПа в сосуде диаметром 500 мм; при этом вторичный прибор должен иметь унифицированный токовый сигнал 0 . . . 5 мА. Исходя из метрологических требований задания и с учетом экономической целесообразности можно предварительно определить измерительный комплект из термопреобразователя сопротивления типа ТСМ и вторичного регистрирующего прибора .

Верхний предел измерения СИ ( $X_{\max}$ ) определяется по следующим формулам; для медленно изменяющейся измеряемой величины -

$$X_{\text{изм}} \leq (2/3) X_{\max};$$

для быстро изменяющейся –  $X_{\text{изм}} \leq 2X_{\max}$ ;

Таким образом,  $t_{\max} \geq 3 \cdot 100/2 = 150^\circ\text{C}$ .

Уточняем (по справочнику), что ТСМ-0879 НСХ 100М класса допуска В работают в диапазоне до  $200^\circ\text{C}$ , т.е. удовлетворяются условия задания.

Определяем модификацию ТСМ (по справочнику), считая глубину погружения ТС 250 мм: ТСМ-0879 5Ц2.821.430-58.

Основная допустимая погрешность ТСМ класса допуска В для температуры  $100^\circ\text{C}$  определяется выражением (см. главу 11)  $\Delta t_{\text{т.с}} = 0,25 + 0,0035 t = 0,25 + 0,0035 \cdot 100 = 0,6^\circ\text{C}$ .

Для вторичного прибора ДИСК-250 предварительно необходимо уточнить верхний предел измерения  $t_{\max}$ . Он выбирается из стандартного ряда :  $t_{\max} = 150^\circ\text{C}$ ,  $t_{\min} = 0$ .

В случаях несовпадения требуемого  $X_{\max}$  со значениями стандартного ряда выбирается ближайшее большее значение  $X_{\max}$  и расчет погрешности ведется по этому значению. Например, если бы при расчете мы получили значение  $t = 175^\circ\text{C}$ , то был бы выбран верхний предел  $200^\circ\text{C}$ .

Далее определяется модификация вторичного прибора (по справочнику): ДИСК-250-1131 класса точности 0,5.

Основная, допустимая погрешность вторичного прибора ДИСК-250 -0,5

$$\Delta_{\text{вип}} = \pm \frac{K(X_{\max} - X_{\min})}{100} = \pm \frac{0,5(150 - 0)}{100} = \pm 0,75^\circ\text{C}$$

Таким образом, в соответствии с заданием выбран измерительный комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления ТСМ-0879 5Ц2.821.430-58 с  $\Delta t_{\text{т.с}} = 0,6^\circ\text{C}$  и вторичного регистрирующего прибора ДИСК-250-1 131 с  $\Delta t_{\text{и.п}} = 0,75^\circ\text{C}$ .

При обоснования выбора СИ по точности необходимо доказать, что выбранный измерительный комплект (или отдельное СИ) обеспечивает допустимое по заданию отклонение измеряемого параметра :

$$\Delta_{\text{к.факт}} = \pm \sqrt{\Delta_{\text{ип}} + \Delta_{\text{вип}}} = \pm \sqrt{0,36 + 0,56} \approx 1^\circ\text{C}$$

Так как  $\Delta_{\text{тк.факт}} < \Delta_{\text{тдоп}}$  выбор сделан верно.

В случае, если  $\Delta_{\text{тк.факт}} > \Delta_{\text{тдоп}}$  выбранное средство измерения не может быть использовано и необходимо или пересмотреть вопросы выбора по допустимым отклонениям первичного преобразователя, или применить вторичный прибор более высокого класса точности, или выбрать другие СИ.

Такого типа задачи решают при автоматизации основных технологических процессов по каждому параметру.

При контроле неотчетливых параметров (технологический контроль, сигнализация и т. д.), как правило, определяют фактическую погрешность выбранных СИ по правилам, изложенным в главе 4.

#### Тема 4.1 Погрешность измерений датчиков температуры

При автоматизации технологических процессов в пищевой промышленности наибольшее распространение получили термопары хромель-копелевая (ТХК), хромель-алюмелевая (ТХА) и платинородий-платиновая (ТПП); в некоторых случаях ограниченно применяются термопары платинородиевые (ТПР), вольфрамрениевые (ТВР) или медь-копелевые (ТМК).

**Термопара хромель-копелевая (ТХК)** имеет самую высокую термоЭДС (до 70 мВ) и отличается высокой линейностью НСХ. Положительный электрод - хромель, являющийся сплавом никеля с 9,5 % хрома, обладает высокой жаростойкостью, устойчивостью к окислению, сульфитации. Термопары ТХК изготавливаются из хромелевой (ТНХ 9,5) и копелевой (МНМц 43-05) проволок диаметром 0,5 ... 3,2 мм и имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{ мВ}$
-200... 0	$0,1 + 0,2 \cdot 10^{-3} (t+200)$
0...300	$0,14 + 0,2 \cdot 10^{-3} t$
300 ... 600	$0,2 + 0,52 \cdot 10^{-3} (t - 300)$

**Термопреобразователь хромель-алюмелевый (ТХА)** является наиболее высокотемпературным (до 1000 °С) и жаростойким среди серийных термопреобразователей из неблагородных металлов. ТХА изготавливаются из хромелевой (ТНХ 9,5) и алюмелевой (НМц АК2-2-1) проволок диаметром 0,5 ... 3,2 мм. Алюминий (1,6 ... 2,4%), которым легируют никель, уменьшает его окисление на воздухе, образуя плотный окисный слой; марганец (0,6 ... 1,2 %) и кремний (0,85 ... 1,5 %) защищают никелевый термоэлектрод от воздействия серы, связывая ее на поверхности в сульфиды. Основными недостатками ТХА являются высокая чувствительность к деформациям и обратимая нестабильность термоЭДС. Термопреобразователи имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{ мВ}$
-200 ... 0	$0,08 + 0,3 \cdot 10^{-3} (t + 200)$
0...300	0,14
300...1000	$0,14 + 0,22 \cdot 10^{-3} (t - 300)$

**Термопреобразователь платинородий-платиновый (ТПП) \*** - наиболее точный, используется как стандартная образцовая ТП для установления НСХ других термопар методом сличения. Она применяется для непрерывных измерений температур до 1300°С (до 1600 С при кратковременных измерениях). Ниже 500 °С ТПП имеет более низкую чувствительность, но вследствие ее исключительной стабильности часто

применяется в этом интервале температур при особо точных измерениях. Термопары ТПП изготавливаются из платанородиевой (ПР10) и платиновой (ПлТ) проволоки диаметром 0,1... 0,5 мм и имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
300... 1300	$0,008 + 2,69 \cdot 10^{-5} (t - 300)$
0... 300	0,008

\* Термопреобразователи из благородных металлов и сплавов (ТПП, ТПР) обладают наиболее высокой стабильностью и воспроизводимостью, хотя их термоЭДС гораздо меньше, чем у термопреобразователей типа ТХК и ТХА. Высокие температуры плавления благородных металлов делают эти ТП особенно ценными для измерения высоких температур. Они могут работать в окислительной и нейтральной средах, но в восстановительной среде применять их не рекомендуется. Разрушение термопреобразователей ТПП и ТПР обычно обусловлено хрупкостью, возникающей при наличии элементов-восстановителей, а также таких элементов, как сера и фосфор.

**Термопреобразователь платинродий-платинородиевый (ТПР)** применяется для длительных измерений температур до 1600°С и кратковременных - до 1800 °С. Для изготовления термопар ТПР применяется проволока из платинородиевых сплавов (ПР30 и ПР6) диаметром не менее 0,5 мм. Допустимое отклонение термоЭДС от НСХ преобразования ТПР в диапазоне 300... 1600°С составляет  $0,009 + 3,4 \times 10^{-5} (t - 300)$  мВ.

Важной особенностью ТПР является очень малая термоЭДС в диапазоне до 100°С ( $4 \cdot 10^{-3}$  мВ при 50°С и  $34 \cdot 10^{-3}$  мВ при 100°С). Если не принимать никаких мер для устранения влияния нагрева свободных концов ТП, то колебания температуры свободных концов в пределах 0... 100°С приведут к погрешности, не превышающей 3°С при изменении температуры от 300 до 1600°С. В связи с этим технические ТПР применяют без удлинительных проводов, что существенно упрощает их эксплуатацию.

При автоматизации высокотемпературных процессов применяют термопары из тугоплавких металлов, которые могут работать только в вакууме, нейтральных или восстановительных средах. Для них необходима тщательная защита от окисления и агрессивных сред. Кратковременно они могут использоваться и на воздухе. В основном это термопары на основе вольфрамрениевых сплавов, изготовленных методом порошковой металлургии с предельными рабочими температурами до 2500°С.

**Термопара вольфрамрениевая (ТВР)** имеет ряд преимуществ перед всеми высокотемпературными ТП: высокая температура плавления (выше 3000°С), значительная термоЭДС, химическая устойчивость в защитной атмосфере, хорошая обрабатываемость. Для изготовления термопар ТВР применяется вольфрамрениевая проволока (ВР5 и ВР20) диаметром 0,1... 0,5 мм.

Стандартизованы три НСХ термопар ТВР: ВР-1 до 2500 °С, ВР-2 и ВР-3 до 1800°С, что обусловлено разбросом химического состава проводников по содержанию рения. Термопары ТВР имеют следующие допустимые отклонения термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
0...1000	<0,08
1000... 1800	$0,08 + 3,8 \cdot 10^{-5} (t - 1000)$
1800...2500	$0,11 + 11,0 \cdot 10^{-5} (t - 1800)$

**Термопара медь-копепевая (ТМК)** стандартизована для низкотемпературных измерений в диапазоне - 200 ... 100 °С. Для ее изготовления используется проволока диаметром 0,2 . . . 0,5 мм из меди марки М1 и сплава копель марки МНМц 43-05. Термопара имеет следующие допустимые отклонения термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
0...100	$\pm 0.055$
- 200 ... 0	$0,026 + 1,45 \cdot 10^{-4} (t + 200)$

В зависимости от марки медного провода ЧЭ используются для различных температурных диапазонов: ЧЭ из провода ПЭТВ и ПЭТВ-Р - три температурах до 150°С, а из провода ПЭТ-имид - до 200 °С. ЭЧМ-0183 имеет диаметр 7 мм и длину от 32 до 80 мм в зависимости от R<sub>0</sub>.

Номинальное электрическое сопротивление R<sub>0</sub> медного ЧЭ при 0°С равно 10; 50 или 100 Ом. НСХ медных ЧЭ обозначается соответственно 10М, 50М или 100М (в эксплуатации находятся медные ТС со старым обозначением НСХ; гр23 И гр24 с соответствующими значениями R<sub>0</sub>, равными 53 и 100 Ом).

НСХ ТС определяется значениями R<sub>0</sub> и W<sub>100</sub>. По допускам R<sub>0</sub> от номинальных значений ТС делятся на три класса: А, В и С, по которым отклонение не должно превышать соответственно ± 0,05; ± 0,10 и ± 0,20 %. При этом платиновые ТС могут иметь все три класса допусков, а медные - два класса: В и С.

Значения сопротивления R, при заданной температуре t определяются по формуле  $R_t = Wf R_0$ , а значения W, выбираются непосредственно по таблицам НСХ. Допустимые отклонения НСХ от номинальных значений, характеризующие сходимость показаний ТС (в °С), приведены ниже:

Класс допуска	$\Delta t_{\text{ТСП}}$	$\Delta t_{\text{ТСМ}}$
А	$0,15 \pm 0,002t$	-
В	$0,30 \pm 0,005t$	$0.25 \pm 0,0035t$
С	$0,30 + 0,08t$	$0,50 + 0,0065t$

## Раздел 5 Принципиальные электрические и пневматические схемы

Принципиальная схема - схема, каждый элемент которой, выполняя определенную функцию, не может быть разделен на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, для электрических схем такими элементами будут резистор, трансформатор, конденсатор, а для пневматических - дроссель, емкость).

### Тема 5.1 Общие требования и порядок разработки

Принципиальные схемы, входящие в проекты автоматизации технологических процессов по назначению разделяют на схемы управления, сигнализации и питания. К принципиальным схемам предъявляются следующие требования: надежность; безопасность работы обслуживающего персонала и предотвращение брака продукции и повреждения оборудования при аварийных ситуациях, вызванных неисправностями в цепях схемы; удобство эксплуатации; экономичность.

#### Схемы управления

В зависимости от выполняемых функций схемы управления разделяются на следующие виды:

1. схемы управления электроприводами производственных механизмов, к которым относят и схемы управления поточно-транспортными системами (ПТС)\*;
2. схемы управления электроприводами или пневмоприводами запорных и регулирующих устройств;
3. схемы программного управления технологическими агрегатами периодического действия в функции времени или других параметров.

Схемы управления в зависимости от степени участия оператора могут работать в автоматическом, автоматизированном и ручном режимах. Управление в автоматизированном или ручном режимах может быть местным или дистанционным

Дистанционное управление, осуществляемое с центрального или диспетчерского пункта, называют централизованным, или диспетчерским, причем в схемах управления ПТС оно является диспетчерским автоматизированным управлением (ДАУ).

#### Схемы сигнализации.

В зависимости от выполняемых функций их можно разделить на следующие виды:

- схемы технологической сигнализации, предназначенные для сигнализации о состоянии величин, характеризующих технологический процесс;
- схемы производственной сигнализации, служащие для оповещения о положении рабочих органов машин, механизмов и агрегатов;
- схемы командной сигнализации, выполняющие некоторые организационные функции управления производством;
- схемы пожарной сигнализации, служащие для быстрого оповещения о месте возникновения пожара;
- схемы сторожевой сигнализации, выполняющие функции по охране складских и специальных помещений.

В каждой из перечисленных схем сигнализации могут быть применены один или несколько типов сигналов: сигнал нормального режима, предупреждающий или аварийный.

В схемах производственной сигнализации используется также предупредительный сигнал для предупреждения персонала, находящегося в производственном помещении, о предполагаемом дистанционном пуске электродвигателей данного участка

Схемы сигнализации, как правило, имеют светозвуковые сигнализаторы.

Световой сигнал указывает не только характер, но и конкретную причину его появления и продолжает оставаться включенным до устранения причины. В

электрических схемах сигнализации световой сигнал можно подавать разными способами: ровным или мигающим светом, свечением сигнальных ламп с неполным накалом.

#### Схемы защиты

Эти схемы контролируют процессы в защищаемом объекте, подают аварийные сигналы и выключают оборудование или изменяют режимы его работы в целях предотвращения аварий. В зависимости от степени воздействия схем защиты на защищаемый объект различают схемы с полным остановом установки и схемы с локальными воздействиями.

#### Схемы питания

По своей структуре, принципам построения и оформлению схемы питания существенно отличаются от схем управления и сигнализации, поэтому их рассмотрению посвящен п. 2.4.

Принципиальные схемы разрабатывают на основании задания на проектирование и схемы автоматизации, а для создания схем программного управления дополнительно необходима циклограмма работы технологического оборудования.

Проектирование ПЭС управления и сигнализации ведут в такой последовательности: составляют алгоритм работы схемы, разрабатывают структуру схемы управления и сигнализации; переходят от структурной схемы к принципиальной, одновременно выбирая род тока и напряжение питания, а также необходимую аппаратуру; составляют принципиальную электрическую схему.

### **Составление алгоритма работы схемы**

При составлении алгоритма работы схемы кратко описывают условия работы исполнительных элементов схемы при заданной последовательности воздействий (ручные команды оператора, сигналы других автоматических устройств и т. п.) на ее приемные элементы, т. е. контакты ключей управления, кнопок, сигнализирующих приборов и др. Исполнительные элементы (катушки магнитных пускателей, электромагниты, звуковые и световые сигнализаторы и т. п.) передают воздействия внешним объектам.

Наряду с приемными и исполнительными элементами в многотактных схемах в отличие от одноконтурных есть еще и промежуточные элементы, которые обеспечивают определенную последовательность в передаче воздействий приемных элементов на исполнительные. Алгоритм работы схемы не содержит упоминаний о работе промежуточных элементов.

Алгоритм работы схемы составляется после тщательного изучения исходных условий. При этом стремятся использовать существующие типовые алгоритмы, корректируя их с учетом особенностей автоматизируемого технологического процесса.

#### Алгоритмы работы схем управления электроприводами производственных механизмов

При их составлении наряду с автоматическим управлением в схеме следует предусмотреть ручное управление, которое может быть как местным, так и дистанционным., Причем местное управление может использоваться наряду с дистанционным, если наладка и опробование механизмов с помощью последнего затруднены из-за отдаленности щитов управления. Режим управления выбирается специально предназначенным для этой цели переключателем выбора режима (ПВР). Не рекомендуется использовать один командоаппарат и в качестве ПВР, и в качестве устройства для пуска и останова электродвигателя. При положении ПВР, соответствующем местному управлению, должна исключаться возможность пуска механизма в любом другом режиме. В схеме должен быть также предусмотрен аппарат для аварийного отключения электропривода вне зависимости от режима его работы, который устанавливается вблизи соответствующего механизма.

При управлении двумя аналогичными производственными механизмами, один из которых является резервным, можно предусмотреть следующие режимы работы: автоматический рабочий, автоматический резервный и ручной (ремонтный). В алгоритме работы рассматриваемых схем управления отражается также наличие или отсутствие защиты от минимального напряжения, предупреждающей повторный самозапуск электродвигателя, возможность отключения электродвигателя любой из кнопок "Стоп" в зависимости или независимо от положения ПВР. Схемы управления электроприводами производственных механизмов и, следовательно, алгоритмы их работы можно разделить на две группы: схемы управления электродвигателями, не связанными технологической последовательностью включения, и схемы управления электродвигателями, связанными технологической последовательностью включения, в том числе и схемы управления ПТС.

Составляя алгоритм работы схемы управления ПТС, необходимо для каждого из электродвигателей предусмотреть три режима работы: централизованный, заблокированный, местный заблокированный и местный не заблокированный. При заблокированном режиме предусматривается автоматический последовательный пуск механизмов в направлении, обратном потоку материалов. В случае остановки какого-либо из механизмов автоматически последовательно останавливаются все предшествующие по потоку материалов механизмы, чтобы предотвратить образование завалов материалов.

Существуют два варианта алгоритмов работы схем управления ПТС: с индивидуальными и общим ПВР. Общий ПВР может быть использован для всех механизмов небольшого участка (часть ПТС, ограниченная емкостями и предназначенная для выполнения самостоятельного технологического процесса) или тракта (любая параллельная часть участка, не зависящая в работе от других параллельных ветвей) ПТС, так как при его установке увеличивается протяженность сетей управления. Во всех остальных случаях используют индивидуальные ПВР для каждого механизма.

#### Алгоритмы работы схем сигнализации

При их составлении выбирают характер действия звукового и светового сигналов. Действие звукового сигнала может быть одно- и многократным. В схемах с однократным действием звукового сигнала последний подается только при поступлении первого сигнала. Поступление остальных сигналов (при уже поданном первом) вызывает лишь появление дополнительных световых сигналов без звука. Таким образом сигнализируется останов электродвигателей ПТС, вызванный срабатыванием блокировочных связей после аварийной остановки одного из них. В схемах с многократным действием звукового сигнала (например, в большинстве схем технологической сигнализации) замыкание любого из сигнальных контактов вызывает появление соответствующего светового и одновременно с ним звукового сигналов. Среди схем технологической сигнализации только схема аварийной защиты и сигнализации, в которой нарушение любого из контролируемых параметров вызывает останов всего агрегата, проектируется с однократным действием звукового сигнала.

Световой сигнал может подаваться ровным или мигающим горением сигнальной лампы.

Алгоритм работы схемы технологической сигнализации с повторным действием звукового сигнала при большом числе световых сигнализаторов: при замыкании технологического контакта соответствующая сигнальная лампа загорается мигающим светом и включается звуковой сигнал. При нажатии на кнопку съема сигнала лампа переходит на горение ровным светом и горит без звукового сигнала до размыкания технологического контакта. Проверка исправности световых и звуковых сигнализаторов осуществляется нажатием на кнопку проверки. Функции кнопок съема сигнала и проверки может выполнять переключатель.

Алгоритм работы схемы технологической сигнализации с повторным действием звукового сигнала при небольшом числе световых сигнализаторов характеризуется тем,

что при замыкании технологического контакта сигнальная лампа загорается не мигающим, а ровным светом.

Алгоритмы работы схем производственной сигнализации более разнообразны. Сигнализаторы положения могут входить в состав как

схемы управления электроприводом, так и отдельной схемы производственной сигнализации. Совмещать схемы управления и сигнализации рекомендуется в том случае, когда не предполагается проектировать щиты и пульты с мнемосхемой, а их размеры позволяют применять сигнальную арматуру на напряжение цепей управления.

Совмещенные схемы управления и сигнализации о состоянии электроприводов производственных механизмов могут включать от одного до трех световых сигнализаторов. Наиболее распространено использование в этом случае двух ламп: одна сигнализирует о нормальной работе электродвигателя, вторая - об отключении электродвигателя, готового к включению. Третья лампа обычно применяется для сигнализации аварийного отключения, когда возникает несоответствие между положением ключа управления "Включено" и состоянием электродвигателя. Для этой же цели часто в схеме с двумя лампами используют горение ламп неполным накалом. В схемах с одной лампой отсутствует аппаратура, позволяющая периодически проверять исправность ламп, и перегорание лампы может привести к дезинформации.

Для сигнализации работы электродвигателей, не связанных технологической последовательностью включения, может быть использован следующий алгоритм: при нормальной работе агрегатов сигнальные лампы горят ровным светом, при аварийной остановке одного из агрегатов включается звуковой сигнал и соответствующая сигнальная лампа начинает мигать. Звуковой сигнал снимается, и лампа тухнет при нажатии на кнопку съема сигнала. Проверку световых и звуковых сигнализаторов осуществляют специально предназначенной для этого кнопкой.

Алгоритм схемы сигнализации работы электродвигателей, связанных технологической последовательностью включения: при пуске линии по мере включения агрегатов последовательно загораются соответствующие сигнальные лампы, после включения последнего по пуску электродвигателя сигнальные лампы электродвигателей, кроме последнего, могут быть отключены специальной кнопкой. При аварийной остановке одного из электродвигателей, заблокированных с последним, включается звуковой сигнал и загораются все лампы механизмов, оставшихся в работе, а лампы остановившихся механизмов потушены. Звуковой сигнал снимается кнопкой съема сигнала. Включение лампы работающих электродвигателей можно осуществить кнопкой "Включение ламп".

К производственной сигнализации относится также сигнализация положения запорных органов (задвижки, вентили, шиберы, клапаны и т. п.), имеющих два конечных рабочих положения. Чаще всего проектируются совмещенные схемы сигнализации и управления электроприводами запорных органов по тому же принципу, что и совмещенные схемы сигнализации и управления электроприводами производственных механизмов. Причем при использовании двух сигнальных ламп одна сигнализирует положение "Открыто", а другая "Закрыто".

### **Разработка структурной схемы**

Структурная схема определяет основные функциональные части устройства, их назначение, взаимосвязи. Выполняется без раскрытия всех их характеристик и детализации цепей.

При разработке структурной схемы используют интуитивный, формализованный и комбинированный методы. Первый применяют в простых случаях, используя решения, аналогичные имеющимся типовым разработкам в данной или других отраслях промышленности. При построении сложных схем для объектов, опыт проектирования которых незначителен, применяют формализованные методы синтеза структурных схем с

использованием аппарата формальной математической логики. Процедура синтеза в этом случае сводится к нахождению структурных формул, описывающих работу промежуточных и исполнительных элементов схемы; их аналитической записи и преобразованию чаще всего в целях минимизации числа элементов схемы.

Разработка сложных структурных схем возможна и с помощью комбинированного метода, когда схему вначале создают интуитивно, не обращая внимания на число элементов, занятых в ней. Затем, используя логические функции, полученную схему записывают аналитически и далее с помощью формализованных методов минимизируют длину структурных формул. При этом следует учитывать, что уменьшение длины формул всегда приводит к упрощению только релейно-контактных схем, т. е. к уменьшению числа контактов.

Бесконтактные схемы можно минимизировать только в определенной степени, так как при минимизации их логических функций не всегда удается учесть ряд специфических особенностей схемы (необходимость применения однотипных элементов, имеющих несколько входов и один выход; их детектирующие свойства, необходимость фазировки сигналов, ограниченную нагрузку элементов и т. п.). Преобразуя схемы, можно использовать опыт проектирования и эксплуатации подобных схем.

Наибольшее число типовых решений существует в области проектирования схем сигнализации, поэтому разработка структуры этих схем сводится к выбору способа взаимодействия их центральной части и цепей технологических контактов

На рис. 2.11 показаны три схемы технологической сигнализации, из которых одна по своей структуре относится к релейным, а две другие - к импульсным схемам. Причем все три схемы предназначены для относительно небольшого числа световых сигнализаторов и имеют повторное действие звукового сигнала. Алгоритм работы таких схем приведен выше.

Например, схема на рис. 2.11а работает следующим образом. При замыкании технологического контакта SQ1 включается реле K1 и своими контактами самоблокируется, а также включает звуковой сигнал HA и реле K2. Реле K2 включает лампу HL1 и отключает реле K1 от контакта SQL. При нажатии на кнопку SB2 теряет питание реле K1, что приводит к отключению HA.

В приведенных схемах в цепи технологических контактов наряду с контактами SQ1, SQ2... входят сигнальные лампы HL1, HL2..., диоды (например, VD2 на рис. 2.11, в), а в некоторых случаях конденсаторы (C1, C2, ... на рис. 2.11, в), резисторы (R4, R5, ... на рис. 2.11, б) и т. д.; в центральную часть схемы - звуковой сигнализатор HA, центральное реле (K1. на рис. 2.11,а; KV и KP на рис. 2.11,б и в), кнопки для проверки ламп, подачи звукового сигнала (SB1) и его снятия (SB2) и т. д.

Релейные схемы в отличие от импульсных имеют промежуточные реле в цепях технологических контактов. Это позволяет использовать длительные сигналы отклонения сигнализируемого параметра от нормы в качестве воздействия цепи технологического контакта на центральную часть схемы. В импульсных схемах сигнализации для этой цели применяют кратковременные импульсы. В импульсной, схеме сигнализации с реле (РИС)\* и в схеме с конденсаторами (см. рис. 2.11, в) импульс тока образуется в процессе зарядки конденсатора при изменении сопротивления цепи за счет замыкания технологических контактов. В схеме рис. 2.11, б импульс тока возникает за счет того, что сопротивление нити накала лампы в холодном состоянии примерно в 6-10 раз ниже, чем в горячем. Причем время переходного процесса при включении лампы находится в диапазоне 40-100 мкс.

К преимуществам импульсных схем сигнализации следует отнести отсутствие промежуточных реле и, следовательно, значительное сокращение общего числа реле и контактов. Недостатки связаны с ограничениями в некоторых случаях по числу принимаемых сигналов, потерей звукового сигнала при неисправности сигнальной лампы,

взаимным влиянием цепей технологических контактов при большом числе одновременно замкнутых контактов из-за возникающего при этом большого заряда на конденсаторах.

### **Переход к принципиальной схеме**

При этом учитывают ряд дополнительных требований, предъявляемых к принципиальным схемам, выбирают напряжение питания схемы, производят ее аппаратную реализацию, рассчитывая в необходимых случаях параметры элементов схемы и проверяя возможность реализации схемы с учетом ограниченного числа обмоток и контактов реле, выпускаемых промышленностью.

#### Учет дополнительных требований

Для предотвращения случайных коротких замыканий и аварийных режимов в случае замыканий на землю, а также облегчения контроля и наладки схемы катушки всех аппаратов подключают в схемах переменного тока к нулю (при двухфазной схеме питания к одной и той же фазе), а в схемах постоянного тока - к минусу. Чтобы уменьшить число соединительных проводов в монтажной схеме и предотвратить случайные короткие замыкания, контакты одного и того же аппарата присоединяют к одной фазе и стремятся увеличить число однопотенциальных точек.

Рекомендуется, чтобы в схемах отсутствовала аппаратура, постоянно находящаяся под напряжением и отключающаяся только при снятии напряжения питания. Если этого сделать не удастся, предусматривают сигнализацию о наличии напряжения питания.

#### Принципиальные схемы управления должны отвечать следующим требованиям:

— ввод в схему предупредительной сигнализации, и установка кнопки пуска и аппарата для аварийного отключения электродвигателя, если с поста управления электродвигателем не виден приводимый им механизм и если обслуживающий персонал постоянно находится у этого механизма;

— невозможность совмещения в одном аппарате функций выбора режима управления и непосредственного управления;

— отсутствие возможности одновременного пуска электродвигателя при управлении электроприводом из нескольких мест;

— осуществление переключений в схеме только в цепях управления, а не в силовых цепях. В случае разделения цепей управления на цепи разного напряжения большинство переключений проектировать в цепях низкого напряжения;

— включение выходных контактов автоматических устройств в схемы управления с двойным разрывом цепи с обеих сторон этих контактов с помощью переключателей управления для удобства наладки и эксплуатации. Двойной разрыв можно использовать также в цепи катушки отключающегося аппарата при ответственных блокировках, которые обеспечивают остановку привода.

В схемах сигнализации, имеющих узел проверки схемы, для исключения ложных связей между цепями технологических контактов используют контакты промежуточных реле или диоды (см. рис. 2.11, а). Выбор варианта (контакты или диоды) зависит от наличия свободных контактов у промежуточных реле. В то же время применение арматуры с двумя параллельно соединенными лампами делает необязательным включение в схему сигнализации узла проверки ламп, так как о перегорании одной из двух ламп свидетельствует снижение освещенности арматуры.

#### Выбор напряжения питания схемы

Напряжение питания выбирают из ряда номинальных значений напряжения сетей и приемников электрической энергии постоянного и переменного однофазного тока,

регламентированных государственным стандартом. Наиболее распространенным является применение напряжения 220 В переменного тока либо напряжения 60 В и ниже (48, 24 и 12 В) постоянного тока. Выбор одного из указанных напряжений в значительной степени определяет и аппаратную реализацию схемы, так как при напряжении ниже 60 В используют слаботочную аппаратуру, а при напряжении выше 60 В - аппаратуру управления сильного тока.

Выбор напряжения питания определяется требованиями техники безопасности и условиями окружающей среды, числом элементов, входящих в схему, разветвленностью цепей проектируемой схемы, допустимым значением напряжения на контактах приемных элементов, родом тока и величиной напряжения существующих источников питания, условиями эксплуатации и, в частности, квалификацией обслуживающего персонала, а также экономическими показателями.

Иногда применение того или другого напряжения ограничивается допустимым значением напряжения на контактах приемных элементов, их разрывной мощностью. Если допустимое напряжение и разрывная мощность нескольких приемных элементов отличаются от допустимого напряжения и разрывной мощности большинства приемных элементов или напряжение срабатывания исполнительных элементов отличается от рабочего напряжения остальной части проектируемой схемы, проводят разделение схемы на цепи слабого тока низкого напряжения и цепи сильного тока выходных элементов схемы. Однако в некоторых случаях по значению коммутируемых токов и напряжений контакты слабого тока не могут быть использованы для включения или отключения цепей сильного тока. Тогда схему строят таким образом, чтобы контакты слабого тока коммутировали обесточенные цепи сильного тока, либо между этими контактами и цепями вводят промежуточные слаботочные реле.

Защитой протяженных цепей управления в случае их междуфазного питания служит двухполюсный автомат. Преимущества фазного напряжения 220 В для питания схем управления перед междуфазным напряжением 380 В состоят в его меньшей опасности, создании удобств при сочетании схем управления и сигнализации, расширении возможностей выбора аппаратуры для схем управления.

На рис. 2.12 показаны простейшие схемы управления электродвигателем при питании междуфазным и фазным напряжением. В первом случае замыкание на землю при включенном пускателе в любой точке за предохранителем FU4 приведет к перегоранию этого предохранителя, но катушка пускателя KM останется включенной на фазное напряжение, т. е. пускатель может не отключиться как при нажатии на кнопку SB1, так и при размыкании контактов конечного выключателя SQ. При отключенном пускателе замыкание на землю в цепи от катушки до кнопки SB2 может вызвать самовключение электродвигателя, что опасно для обслуживающего персонала и может привести к серьезным аварийным режимам. При использовании для питания фазного напряжения и надежного заземления одного вывода катушки (см. рис. 2.12,6) замыкание на землю в любой точке цепи вызовет перегорание предохранителя и отключение пускателя.

Для питания цепей управления слабого тока чаще всего применяют постоянный ток напряжением 60 В. Однако следует избегать применения для питания цепей управления напряжения только 60 В и ниже, так как на поверхности контактов аппаратов с номинальным напряжением 110 и 220 В образуется непроводящая оксидная пленка, которая легко пробивается только при напряжении, на которое рассчитан аппарат.

В схемах сигнализации при выборе напряжения питания кроме перечисленных общих предпосылок следует учитывать, что в цепях сигнализации существует повышенная вероятность замыканий на землю из-за большой разветвленности этих цепей, частого расположения датчиков сигнализации и их цепей в местах с повышенными загрязненностью и влажностью. Питание цепей сигнализации рекомендуется осуществлять от разделительного трансформатора с изолированной от земли вторичной обмоткой и устройствами контроля изоляции на землю. Так как контроль изоляции в

разветвленных цепях легко выполнять при питании этих цепей постоянным током, то вместе с разделительным трансформатором иногда применяют выпрямительную установку.

При питании схем сигнализации пониженным напряжением и отсутствии необходимых при этом источников питания используют понижающие трансформаторы с изолированными обмотками. Применять для этой цели последовательно включенные резисторы или автотрансформаторы не разрешается.

#### Выбор аппаратуры управления и сигнализации

Для принципиальных электрических схем выбор такой аппаратуры в первую очередь определяется принятым для питания схемы напряжением и родом тока, а также выполняемыми данной аппаратурой функциями, необходимым числом регулирующих органов и контактов, характеристикой помещения, где будет устанавливаться аппаратура", с точки зрения его опасности при применении электрооборудования. Во всех случаях стремятся к применению однородной по своим техническим характеристикам аппаратуры, причем необходимое исполнение ее определяется по ПУЭ в зависимости от класса помещений, в которых она устанавливается.

При выборе аппаратуры управления и сигнализации прежде всего учитывают род тока, номинальное напряжение и мощность, допустимые параметры окружающей среды, установочные размеры и исполнение. Кроме того, на выбор аппаратуры управления влияет величина предельной разрывной способности исполнительных органов аппаратуры, число включений и переключений, а при выборе реле - дополнительно время срабатывания и отпускания, число исполнительных и реагирующих органов, кратность пускового тока; при выборе кнопок и кнопочных станций - число штифтов и контактов (замыкающих и размыкающих); при выборе переключателей и выключателей - число секций, диаграмма замыкания контактов, число фиксированных, положений и угол поворота рукоятки, число полюсов. При питании переменным током схем сигнализации, >. имеющих диоды, могут быть применены только те реле переменного тока, которые срабатывают в схеме однополупериодного выпрямления с последующей самоблокировкой на полное напряжение.

В качестве световых сигнализаторов в схемах технологической сигнализации используют табло с высвечиваемыми надписями о содержании подаваемого сигнала, а в схемах производственной сигнализации - сигнальную арматуру с круглыми линзами разного цвета. Линзы красного цвета применяют для подачи аварийного сигнала, зеленого - сигнала нормального режима, желтого - сигналов другого назначения, белого - разных сигналов одной сигнальной лампой.

Сигнальные лампы рекомендуется выбирать на напряжение, несколько превышающее номинальное, либо включать последовательно с лампами добавочный резистор, учитывая, что уменьшение напряжения питания на 10 % увеличивает срок службы лампы примерно в 3 раза. Добавочный резистор включают также в том случае, когда напряжение питания схемы сигнализации превышает номинальное напряжение лампы.

Выбор звукового сигнализатора зависит от характера сигнала, продолжительности его включения, номинального напряжения и потребляемой мощности. В схемах технологической сигнализации в качестве звуковых сигнализаторов чаще всего применяют звонки, в схемах производственной сигнализации - гудки и ревуны.

Выбор прибора с технологическим контактом включает анализ тех же факторов, которые определяют выбор приборов для систем автоматического контроля. Кроме них еще учитывают пределы настройки и точность срабатывания контактов, их разрывную мощность и допустимое напряжение. При недостаточной разрывной мощности контактного устройства, низком допустимом напряжении на контактах, а также при необходимости размножения сигнала в схему дополнительно включают промежуточное реле.

## Тема 5.1 Выполнение ПЭС

Проектируемые для одного объекта принципиальные электрические схемы управления и сигнализации в зависимости от сложности могут выполняться на одном или нескольких листах. На принципиальных электрических схемах управления и сигнализации в общем случае могут быть показаны цепи управления, сигнализации, измерения и регулирования, силовые цепи; контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, и контакты аппаратов из других схем; диаграммы и таблицы включений контактов приемных элементов схемы (переключателей, конечных и путевых выключателей, программных устройств); таблицы применимости; поясняющая технологическая схема, циклограмма работы оборудования; схема блокировочных связей оборудования; необходимые пояснения и примечания; перечень элементов и основная надпись

Элементы на принципиальных электрических схемах должны быть изображены в соответствии со стандартами ЕСКД совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов показывают на схеме в непосредственной близости один к другому. Так, магнитный пускатель изображают со всеми его катушками, контактами и другими частями. Совмещенный способ применяют для изображения сложных регулирующих устройств. Однако наиболее часто элементы на принципиальных электрических схемах управления и сигнализации систем автоматизации изображают разнесенным способом, при котором их составные части располагают в разных местах схемы таким образом, чтобы отдельные цепи были наиболее наглядными. При этом рекомендуется использовать строчный способ изображения цепей, при котором отдельные цепи располагают в горизонтальную или вертикальную (последняя менее желательна) строчку последовательно одна за другой. Все аппараты на схеме показывают в их нормальном положении, т. е. в таком, которое они занимают при отсутствии внешнего воздействия (электрического, механического, теплового и т. п.). Аппараты, не имеющие отключенного положения, изображают в одном из положений, принимаемом за исходное.

Маркировка цепей в электрических схемах выполняется в соответствии с ГОСТ и служит для опознания цепей, а в некоторых случаях отражает их функциональное назначение. Одни и те же цепи на всех электрических схемах (принципиальных, монтажных и внешних соединений) должны иметь одинаковую маркировку, которая проставляется слева от вертикально и над горизонтально расположенными цепями.

Участки цепей, сходящиеся в одном узле схемы или проходящие через разъемные контактные соединения, имеют одинаковую маркировку. Участки цепей, разделенные контактами аппаратов, катушками реле, обмотками машин, резисторами, предохранителями и другими элементами, имеют разную маркировку. Цепи маркируют независимо от заводской нумерации зажимов аппаратов и приборов, к которым они присоединяются. В связи с применением табличного способа оформления монтажных схем на принципиальных электрических схемах наряду с маркировкой цепи приводится заводская нумерация зажимов (выводов) аппарата или прибора

Цепи маркируют арабскими цифрами, перед которыми при необходимости проставляют прописные буквы (одинакового с цифрами размера) А, В, С (для маркировки фаз) и N (для маркировки нуля). Входные и выходные участки, цепей постоянного/ тока маркируют с указанием полярности: "+" и "-".

Цепи принципиальных электрических схем систем автоматизации маркируют, как правило, последовательными числами от ввода источника питания к потребителю, а разветвляющиеся участки - сверху вниз в направлении слева направо. При маркировке цепей допускается оставлять резервные номера. В системах автоматизации для маркировки рекомендуется применять следующие три группы чисел:

- для цепей управления, регулирования и измерения 1-399, 1001-1399, 2001-2399 и т.д.;

- для цепей сигнализации 400-799,1400-1799, 2400-2799 и т. д.;
- для цепей питания 800- 999,1800-1999, 2800- 2999 и т. д.

Контакты аппаратов, работающих в других схемах, на данной схеме обводят тонкой сплошной линией, около которой приводят обозначение аппарата и ссылку на номер чертежа схемы, в которую включен сам аппарат. Контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, располагают на свободном поле чертежа в виде отдельной цепи. Рядом с изображением цепей указывают номер чертежа и название схемы, в которой они работают.

Среди диаграмм и таблиц включений контактов приемных элементов схемы наиболее распространены диаграммы замыканий контактов ключей управления и переключателей и диаграммы замыканий многоцепных реле времени (например, приборов КЭП), конечных и путевых выключателей, технологических контактов и др.

При выполнении принципиальных электрических схем управления сложными объектами эти схемы дополняют поясняющей технологической схемой с упрощенным изображением всех аппаратов и машин, входящих в состав технологического узла, для которого они разрабатываются. При необходимости на схеме приводят также циклограмму работы оборудования и схему блокировочных зависимостей, указывающие последовательность работы оборудования. В более простых случаях ограничиваются краткими текстовыми пояснениями по условиям и режимам работы оборудования.

Для пояснения работы схемы приводят таблицы, помещаемые справа от изображения схемы с горизонтальным строчным расположением отдельных цепей. В таблицах записывают назначение цепи и входящих в нее элементов. Номер относящихся к данной схеме чертежей, ссылки на исходные материалы и другие сведения дают в примечаниях. В перечне электроаппаратуры, помещаемом обычно над основной надписью в виде таблицы, приводят основные характеристики этой аппаратуры и ее обозначение по схеме.

### **Тема 5.3 ПЭС питания**

Система электропитания включает источники питания (цеховые распределительные подстанции, распределительные щиты, питающие сборки и т. п.), щиты и сборки питания системы автоматизации, электроприемники (преобразователи, приборы, регуляторы, исполнительные механизмы), питающую сеть от источников питания до щитов и сборок питания систем автоматизации с аппаратами защиты и управления, распределительную сеть от щитов и сборок питания до электроприемников с аппаратами защиты и управления.

К системам электропитания предъявляются следующие основные требования: надежность, экономичность, удобство и безопасность обслуживания.

Проектирование системы электропитания ведут в такой последовательности: выбирают источники питания, выбирают и размещают щиты и сборки питания системы автоматизации, проектируют питающую сеть, проектируют распределительную сеть, выполняют принципиальные схемы электропитания. Иногда к проектированию систем электропитания относят также выбор сечения проводников питающей и распределительной сетей, а также проектирование заземления электроустановок систем автоматизации.

#### **Выбор источников питания**

Источник питания должен обеспечить необходимые электроприемникам напряжение и мощность, достаточные для того, чтобы отклонение напряжения не превышало значений, при которых нарушается нормальная работа электроприемников. Так, для контрольно-измерительных и регулирующих приборов отклонение напряжения не должно быть больше значений, указанных заводами-изготовителями. К источникам питания систем автоматизации не подключают силовые электроприемники (например, крупные электродвигатели, электропечи) с резкопеременной нагрузкой. В качестве

источников электропитания систем автоматизации чаще всего используют распределительные подстанции и щиты, сборки питания, а для неответственных установок - в виде исключения щиты освещения при условии что последние питаются от общих с силовой нагрузкой трансформаторов и система электропитания приборов и средств автоматизации допускает кратковременное исчезновение напряжения.

#### Выбор и размещение щитов и сборок питания

В щитах и сборках питания располагается аппаратура защиты и управления питающей и распределительной сетей. Их выбор и размещение должны прежде всего обеспечить надежность, удобство и безопасность эксплуатации системы электропитания. При этом учитывается территориальное расположение источников питания и электроприемников, число последних, необходимая мощность.

При незначительном общем числе электроприемников системы автоматизации специальные щиты электропитания не применяют, а аппаратуру защиты и управления системы электропитания размещают на щитах управления или в релейных шкафах. Задвижки и электродвигательные ИМ и в этом случае получают питание от отдельных сборок питания. В ВЦ обычно предусматривают специальные помещения для размещения питающего пункта с автоматическими выключателями и вводного щита для электрического освещения.

#### **Проектирование питающей сети**

Проектирование питающей сети включает выбор напряжения, числа фаз и проводов, конфигурации питающей сети и решение вопросов резервирования, выбор и размещение аппаратов защиты и управления.

Выбор напряжения питающей сети определяется напряжением в цепях питания приборов и средств автоматизации с учетом напряжений, принятых в системе электроснабжения автоматизируемого объекта. Наибольшее распространение в системах электроснабжения промышленных предприятий получили четырехпроводные сети трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В с глухим заземлением нейтрали. На действующих предприятиях иногда встречаются менее экономичные четырехпроводные сети трехфазного переменного тока напряжением 220/127 В с глухозаземленной нейтралью. Применяют также трехпроводные трехфазные системы переменного тока напряжением 380 и 500 В с изолированной нейтралью и трехфазные системы переменного тока напряжением 660 В. Если на автоматизируемом объекте существуют или проектируются стационарные двухпроводные сети переменного тока напряжением 36 и 12 В, то их используют и в сетях питания для переносного освещения и электрифицированного инструмента.

#### Выбор числа фаз и проводов питающей сети

Выбор этих параметров зависит от числа фаз и напряжения питания приборов и средств автоматизации. При наличии однофазных электроприемников применяют двухпроводные однофазные (фаза-нуль) и двухфазные (фаза-фаза) сети. Три фазы могут подаваться на щит однофазного электропитания только при большой нагрузке щита по сравнению с мощностью питающего трансформатора, когда существует опасность несимметричной нагрузки его более чем на 10 %.

#### Выбор конфигурации питающей сети

Выбор производят в зависимости от категории автоматизируемого объекта и расположения щитов и сборок питания относительно источников питания.

#### Выбор и размещение аппаратуры защиты и управления

В системах электропитания приборов и средств автоматизации используются рубильники, пакетные выключатели и переключатели в открытом, защищенном и герметичном исполнении, тумблеры, предохранители и автоматы. Рубильники, пакетные выключатели и тумблеры используются в качестве аппаратов управления. Предохранители предназначены для защиты сетей и отдельных электроприемников от коротких замыканий и перегрузок. Они характеризуются номинальными напряжениями, силой тока и

номинальной силой тока плавкой вставки  $I_{B-BCST}$  (наибольшая сила тока, которую вставка выдерживает неограниченно длительное время)

Автоматы сочетают функции аппаратов защиты и управления. Они выпускаются с электромагнитным расцепителем для защиты от коротких замыканий; с тепловым или электромагнитным расцепителем с гидравлическим замедлением для защиты от перегрузки и комбинированным расцепителем, осуществляющим оба вида защиты. Кроме того, выпускаются автоматы без расцепителей, с расцепителями минимального напряжения и дистанционного отключения. Автоматы характеризуются номинальным напряжением, силой тока, номинальной силой тока расцепителя (наибольшая сила тока, которую расцепитель выдерживает неограниченно длительное время), силой тока уставки электромагнитного расцепителя (или силой тока отсечки - наименьшей силой тока, при которой срабатывает расцепитель) или кратностью силы тока отсечки по отношению к номинальной силе тока расцепителя.

Рубильники с предохранителями дешевле и проще автоматов, однако из-за значительных отклонений времени перегорания разных «ставок одного и того же типа предохранителей при одной и той же силе тока вставки возникают неполнофазные отключения, при которых плавкие вставки перегорают не во всех фазах защищаемой сети. При использовании автоматов возможность неполнофазных отключений отсутствует. Кроме того, автоматы удобнее в эксплуатации, безопасны в работе, обладают многократностью действия.

Аппараты защиты и управления в питающих сетях устанавливают в местах присоединения их к источнику питания и на вводах в щиты. Защиты могут отсутствовать при условии, что аппараты защиты, находящиеся в местах присоединения к источнику питания, обеспечивают надежную защиту всей линии, а все присоединения распределительной сети к указанным щитам и сборкам питания имеют индивидуальную защиту.

#### Выбор характеристик аппаратов защиты и управления

Необходимые характеристики данных аппаратов определяют с учетом основных требований ПУЭ. Номинальное напряжение  $U_{кл}$  аппаратов защиты и управления должно быть больше или равно номинальному напряжению  $U_{нл}$  в сети, а номинальная сила тока  $I_{нл}$  рубильника, пакетного выключателя, тумблера, автомата и плавкой вставки - больше или равна расчетной (номинальной) силе тока  $I_p$  в цепи. Для рубильников, пакетных выключателей и тумблеров, кроме того, наибольшая сила отключаемого тока не должна быть меньше длительной расчетной силы тока в цепи, причем эти аппараты управления должны без повреждений включать и отключать цепи при пусковых токах электроприемников.

При выборе безинерционных предохранителей необходимо учитывать, что плавкая вставка не должна перегорать при кратковременных увеличениях силы тока в цепи, например при пуске электродвигателей исполнительных механизмов и задвижек.

#### **Проектирование распределительной сети.**

Включает в основном те же операции, что и проектирование питающей сети.

#### Выбор напряжения

При выборе напряжения распределительной сети наряду с положениями, приведенными выше, учитывают некоторые дополнительные требования. Для стационарного освещения монтажной стороны шкафов щитов, в том числе и малогабаритных, применяют ток напряжением не выше 220 В, а для местного стационарного освещения шкафов щитов в производственных помещениях - напряжением не выше 36 В, панельных щитов в щитовых помещениях - не выше 220 В. Питание электрифицированного инструмента и переносного освещения рекомендуется осуществлять от производственной распределительной электрической сети. Однако допускается использование и распределительной сети системы автоматизации с применением понижающих трансформаторов, не являющихся автотрансформаторами.

Напряжение питания электрифицированного инструмента и переносных ламп в помещениях без повышенной опасности выбирается не выше 220 В, в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных", вне помещений и при производстве работ в шкафных щитах - не выше 36 В. При производстве работ вне помещений и в шкафных щитах с внутренним проходом, а также при наличии особо неблагоприятных условий, связанных с теснотой и неудобным положением работающего, для питания переносных ламп используют напряжение 12 В. Лампы освещения, электрифицированный инструмент и переносные лампы подключают так, что даже при отключении питающего щита они остаются под напряжением.

Питание некоторых типов приборов и регуляторов в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей осуществляют через разделительный трансформатор (при наличии сильных электромагнитных полей) или стабилизатор.

#### Выбор аппаратуры защиты и управления

При выборе аппаратуры защиты и управления в распределительных сетях чаще всего отдают предпочтение комплекту пакетный выключатель (рубильник, ключ управления, тумблер) - предохранитель. Автоматы в распределительных сетях применяют в том случае, если они обладают достаточной чувствительностью к токам короткого замыкания, а также если это оправдано экономически и удобно в эксплуатации. В цепях стационарного освещения шкафных щитов и местного стационарного освещения шкафных и панельных щитов во всех случаях используют в качестве аппаратов защиты и управления выключатель с предохранителем, устанавливаемые в фазном проводе.

В распределительной сети аппараты управления и защиты размещают, как правило, во всех нормально незаземленных фазных проводниках в местах их присоединения на щитах и сборках питания. Аппараты защиты и управления не устанавливают в заземляющих проводниках всех видов. В то же время в распределительных сетях взрывоопасных зон класса В-1 аппараты защиты от токов коротких замыканий могут находиться на фазном и нулевом проводах. В помещениях всех классов аппараты управления могут размещаться в нулевых проводниках (и при использовании их в качестве заземляющих) при условии, что они одновременно отключают все фазные провода.

В цепях питания электроприводов исполнительных устройств в качестве аппаратуры защиты и управления используют либо автомат и магнитный пускатель, либо рубильник, предохранители и магнитный пускатель. Первый вариант предпочтительнее. При междуфазном питании протяженных цепей управления электродвигателями исполнительных устройств для их защиты применяют двухполюсные автоматы.

Выбор характеристик аппаратуры защиты и управления для распределительной сети производят так же, как и для питающей сети, определения номинальной (расчетной) силы токов электроприемников при известных их номинальных мощностях могут быть использованы формулы. Мощности, потребляемые приборами, регуляторами и исполнительными механизмами, находят с помощью специальных справочников и инструкций заводов-изготовителей.

#### **Выполнение принципиальных электрических схем питания**

Принципиальные электрические схемы питания выполняют для питающей и распределительной сетей либо на отдельных листах, либо (при небольшом числе групп питания) совмещают на одном листе. При этом схема питающей сети дается в однолинейном, а схема распределительной сети - в многолинейном изображениях. Принципиальную электрическую схему питающей сети чертят одну для всей системы автоматизации. Она включает схему питающей сети, перечень электроаппаратуры и примечание с перечнем чертежей.

На схеме питающей сети показывают аппараты защиты и управления, устанавливаемые со стороны источника питания и щитов питания системы автоматизации, а также электрические связи между ними. Рядом с аппаратами защиты управления

проставляют буквенно-цифровое обозначение, номинальные значения напряжения и силы тока, силу тока плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата.

Принципиальную электрическую схему распределительной сети выполняют для каждого щита или сборки питания отдельно. В нее включают схему распределительной сети, перечень электроаппаратуры и примечание с перечнем относящихся чертежей.

На схеме распределительной сети показывают питающие вводы и отводы, отводы к электроприемникам, аппараты защиты и управления, выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы, источники питания, лампы освещения, штепсельные розетки, схемы АВР и линии электрической связи между аппаратами. В нижней части схемы таблицу, в которой перечисляют электроприемники, питающиеся от данного щита питания, с указанием их позиций по спецификации, потребляемой мощности, напряжения и места установки. Кроме того, на схеме у изображений приборов и аппаратов приводят их буквенно-цифровые обозначения и следующие данные: для автоматов - номинальную силу тока и силу тока уставки теплового и электромагнитного расцепителей; для рубильников, выключателей и переключателей - номинальную силу тока; для предохранителей - номинальную силу тока патрона предохранителя (в числителе) и силу тока плавкой вставки (в знаменателе); для трансформаторов, выпрямителей и источников питания - максимальное и минимальное напряжения.

Все цепи на схеме питания маркируют. Допускается не маркировать только участки цепей между выключателями и предохранителями, установленными в пределах одного щита или сборки питания. Условные графические обозначения электроаппаратов, их буквенные обозначения и маркировку цепей осуществляют в соответствии с теми же стандартами и техническими условиями, что и на принципиальных схемах управления и сигнализации.

#### **Тема 5.4 Разработка принципиальных пневматических схем (ППС).**

Принципиальные пневматические схемы разрабатывают на основании тех же исходных материалов и в той же последовательности, что и принципиальные электрические схемы. Особенности их - выбор аппаратурно-элементной базы ограничен двумя системами элементов: мембранных (УСЭППА) или мембранно-струйных.

На принципиальных пневматических схемах управления и сигнализации в общем случае могут быть показаны цепи командных пневматических участков силовых органов управления (только в схемах управления исполнительными механизмами); цепи управления и сигнализации с таблицами пояснений; диаграмма работы пневмо-контактов ключей, приборов и аппаратов; элементы, используемые в других схемах; перечень аппаратуры, пояснения и примечания.

Все аппараты на схеме (рис. 2.14) изображают в их нормальном положении, т. е. в таком, которое они занимают при отсутствии внешнего воздействия. Изображение элементов на принципиальных пневматических схемах в основном должно соответствовать стандартам ЕСКД. При выполнении принципиальных пневматических схем возможно также применение обозначений по ГОСТ 21.404-85.

Питающий пневмопривод с давлением 0,14 МПа изображают вертикальной линией толщиной 1 мм. К нему подсоединяют пневматические цепи с приборами и элементами. Цепи располагают горизонтально в порядке их действия сверху вниз. Остальные правила выполнения принципиальных пневматических схем такие же, как и принципиальных электрических схем.

Участки пневмоцепей маркируют так же, как и участки электроцепей с добавлением нуля перед арабскими цифрами. Например, для цепей сигнализации применяют числа от 0400 до 0799 или от 01400 до 01799 и т. д. Буквенные индексы при маркировке участков пневмоцепей не используют. Допускается не маркировать короткие участки пневмоцепей между рядом расположенной аппаратурой.

### Принципиальные пневматические схемы питания

В систему пневмопитания входят источник питания (установка воздухообеспечения с устройствами воздухоподготовки), воздухоотделители, распределительные коллекторы, воздухопроводы, соединяющие коллекторы и пневмоприемники, редукторы давления и блоки питания, фильтры, манометры, запорная и переключающая резервные и продувочные штуцера.

К системам пневмопитания предъявляются требования, аналогичные требованиям к системам электропитания: надежность воздухообеспечения при допустимых отклонениях параметров сжатого воздуха экономичность, удобство и безопасность обслуживания. Надежность работы систем пневмоавтоматики в значительной степени зависит от качества воздуха. Воздух, поступающий в систему пневмоавтоматики, должен быть тщательно осушен и очищен и давление сжатого воздуха в системе пневмопитания не должны превышать допустимые пределы.

### Выбор источников питания и составление задания на обеспечение установок автоматизации сжатым воздухом

В качестве источников питания систем пневмоавтоматики могут быть использованы (по степени применимости); специальный воздушный компрессор поршневого типа или безмасляный поршневой компрессор, специальный воздушный поршневой компрессор с масляной смазкой, компрессорная станция предприятия, предназначенная для технологических целей. Последний вариант возможен только в случае непрерывной работы станции, имеющей достаточный резерв производительности и автоматический ввод резерва в течение всего периода работы системы пневмоавтоматики. На трубопроводе отбора сжатого воздуха на питание системы пневмоавтоматики в этом случае устанавливают обратный клапан.

Во всех случаях последовательно с источником питания включают установку воздухоподготовки, которая состоит из воздухоотделителя, холодильника, водомаслоотделителя, масляного фильтра (только в случае применения компрессоров с масляной смазкой), блока осушки воздуха и воздухоотделителя.

Необходимый расход питающего воздуха подсчитывают с помощью формул. Номинальное давление в пневмопроводах выбирают с учетом интервала температур, в которых эксплуатируются пневмолинии и пневмоустройства. В интервале температур от +50 до +5 °С номинальное давление в пневмолиниях составляет 0,25 МПа, в интервале температур от +50 до -30 °С - 0,4 МПа; в интервале температур от +50 до -50 °С - 0,6 МПа. Номинальное давление в пневмолиниях определяет допустимые колебания давления сжатого воздуха на выходе из компрессора: давлению в пневмолиниях 0,25; 0,4 и 0,6 МПа соответствует давление на выходе из компрессора 0,4-0,8; 0,6-0,8 и 0,7-0,8 МПа.

Необходимое значение давления сжатого воздуха в пневмопроводах поддерживается регуляторами давления прямого действия, которые устанавливают в начале сети магистральных пневмопроводов в ответвлениях от них к отдельным технологическим объектам.

Компрессор и установку воздухоподготовки оснащают системой автоматизации, которая обеспечивает автоматическое регулирование производительности; автоматическую остановку при прекращении подачи охлаждающей воды или чрезмерном повышении температуры масла; контроль и сигнализацию давления и температуры сжатого воздуха на каждой ступени компрессора после промежуточных и конечных холодильников, давления и температуры в системе смазки, поступления охлаждающей воды и ее температуры. Для систем производительностью до 250 м<sup>3</sup>/ч допускается автоматическое регулирование производительности методом остановки и пуска электродвигателя компрессора. Во избежание аварийного выхода из строя компрессора и установки воздухоподготовки последние должны резервироваться, а ресиверы - создавать достаточный запас сжатого воздуха.

### Выбор конфигурации сети пневмопитания

Конфигурация сети пневмопитания должна обеспечить минимальную протяженность пневмопроводов с минимальным количеством арматуры, удобство эксплуатации системы пневмопитания, возможность продувки сети, отдельных ее участков и их отсоединения для осмотра и ремонта при нормальной эксплуатации оставшейся в действии части.

#### Проектирование распределительной сети пневмопитания

При проектировании распределительной сети пневмопитания выбирают способ подключения пневмоприемников к ответвлениям сети магистральных пневмопроводов и аппаратуру для повторной

очистки (фильтры) и редуцирования сжатого воздуха (редукторы). Чаще всего подключение пневмоприемников к ответвлениям сети магистральных пневмопроводов осуществляют через групповые распределительные коллекторы, которые размещают у группы рядом расположенных пневматических приборов (например, у установленных на щитах). Отдельные пневмоприемники рекомендуется снабжать воздухом от ближайшего распределительного коллектора.

Различают индивидуальный, групповой и централизованный способы подключения пневмоприемников к распределительным коллекторам. При индивидуальном способе на каждом ответвлении от коллектора к пневмоприемнику последовательно (в направлении подачи воздуха) монтируют запорный орган, воздушный фильтр, редуктор и контрольный манометр. Такой способ применяется при подключении небольшого числа отдельно расположенных пневмоприемников или когда редукторы с фильтрами поставляются комплектно с используемыми пневмоприемниками.

При групповом способе группа пневмоприемника питается через групповые фильтр и редуктор, пропускная способность которых не ниже суммарного потребления воздуха приборами. Групповой способ рекомендуется при питании группы взаимосвязанных пневмоприемников, не комплектуемых редукторами и фильтрами.

Если число рядом расположенных пневмоприемников 30 и более и аппаратура пневмопитания не поставляется с ними комплектно, то возможно применение централизованного узла питания, состоящего из двух фильтров и двух регуляторов давления, через которые осуществляется подвод питания к распределительному коллектору. Во всех случаях фильтр устанавливают на входе редуктора.

Для контроля давления и настройки редукторов используют показывающие манометры.

Для переключения и отключения пневмоприемников на каждом входе и выходе коллектора предусматривают запорную арматуру. Наряду с этим каждый коллектор снабжают резервным штуцером с запорным органом для продувки коллектора. Для перераспределения давления между распределительными коллекторами может быть установлена дросселирующая арматура. В качестве аппаратуры, используемой в системах пневмопитания для повторной очистки и редуцирования сжатого воздуха, применяют редукторы или стабилизаторы давления, блоки фильтра с редуктором или стабилизатором давления, фильтры и манометры.

Давление в воздухопроводах не должно быть ниже тех значений, при которых давление на входе редуктора станет меньше 0,2 МПа.

#### Выполнение принципиальных пневматических схем питания

Схема пневмопитания обычно объединяет все пневмоприемники, которые питаются от одного источника питания. Отдельная схема пневмопитания может не выполняться при небольшом числе пневматических приборов. В этом случае элементы системы пневмопитания показывают на соответствующей принципиальной схеме управления сигнализации. Принципиальная схема пневмопитания включает собственно схему, перечень пневмоаппаратуры, таблицу условных изображений пневмоаппаратуры и трубопроводов, примечание с перечнем чертежей.

На схеме пневмопитания показывают главный, цеховые групповые распределительные коллекторы с указанием условных давления и диаметра, сеть воздухопроводов от главного коллектора до пневмоприемников с проставлением условных диаметров их, запорную и

переключающую аппаратуру, редукторы, фильтры или блоки питания, резервные и продувочные штуцеры, манометры.

Пневмоприемники изображают на схеме условно в виде таблицы, которой указывают позицию прибора по спецификации, тип, номинальный расход воздуха и место установки. Для изображения редукторов, фильтров и запорной арматуры используют стандарты ЕСКД на изображение трубопроводной арматуры и элементов гидравлических и пневматических сетей. Буквенно-цифровые обозначения этой аппаратуры состоят из букв, соответствующих функциональному назначению аппаратуры, и порядковых номеров, например В1, В2 - вентили; Р1, - редукторы; Ф1, Ф2 - фильтры и т. д. Маркировку трубы на принципиальной схеме пневмопитания не указывают, ее приводят на схеме внешних соединений. Перечень пневмоаппаратуры приводится в виде таблицы, как и на принципиальной схеме электропитания.

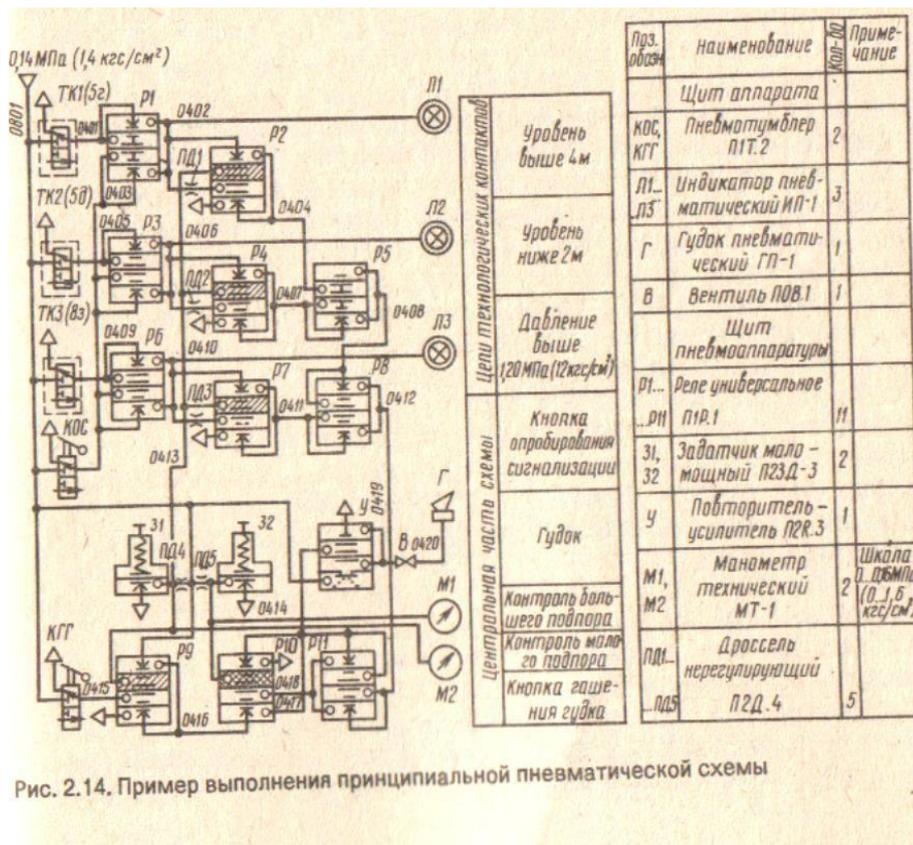


Рис. 2.14. Пример выполнения принципиальной пневматической схемы



## **Раздел 6 Разработка общего вида щита и вида щита на внутренние плоскости.**

Выбор типа и конструкции щитов определяется в первую очередь их эксплуатационным назначением. На стадии выбора конструкции и размеров щитов должны быть известны не только общая структура системы управления, но также объем и характеристики комплекса технических средств, распределение функций между оператором и автоматическим управляющим устройством. В качестве местных щитов для размещения на них местных приборов и вспомогательной аппаратуры часто используют малогабаритные щиты.

При проектировании щитов и пультов необходимо использовать средства контроля и управления и так размещать их, чтобы обеспечить оператору наилучшие условия восприятия информации и манипулирования органами управления

Приборы и аппаратуру на щите необходимо компоновать в соответствии с ходом процесса слева направо, начиная от начальных стадий и кончая завершающими для данной установки или процесса. Если проектируются многосекционные щиты, то каждая секция должна соответствовать какому-либо звену технологической установки, агрегату, определенной стадии процесса либо объединять группу приборов, предназначенных для той или иной операции контроля или управления. Следует избегать совместной установки в пределах одной секции электрических приборов и приборов, к которым подводятся трубки, заполненные жидкостью.

Приборы и аппаратуру в пределах одной секции обычно размещают симметрично (при отсутствии на фронтальной плоскости мнемосхемы). На пультах, где сосредоточена однотипная аппаратура управления, рекомендуется несимметричное расположение с приданием характерных компоновочных признаков, облегчающих запоминание принадлежности аппаратуры к тому или иному управляемому объекту. При этом приборы контроля и органы управления целесообразно располагать в одинаковом порядке.

Применительно к условиям наилучшего восприятия информации оператором и манипулирования органами управления в практике проектирования пультов и щитов выявлены оптимальные зоны размещения разной аппаратуры. Так, для операторов в положении "стоя" оптимальная зона зрительного наблюдения находится на высоте 1300-1650 мм, оптимальная зона для размещения органов управления - 1100-1440 мм, а в положении "сидя" эти величины соответственно равны 835-1300 и 700-835 мм. В горизонтальной плоскости оптимальный угол обзора без поворота головы составляет 30-40°, допустимый 60°; в вертикальной плоскости 0-30" вниз от горизонтальной оси зрения, допустимый - 30° вверх и 40° вниз. Рабочее место оператора должно обеспечивать угол обзора в горизонтальной плоскости 50-60" (допустимый 90"), в вертикальной - 30" вверх и 40" вниз от оси зрения.

По высоте щитов принято располагать аппаратуру в несколько рядов, как правило, в два-три ряда. Допускается четыре ряда в диапазоне 700-2100 мм. Из этого диапазона рекомендуемым является 900-1900 мм, а на высоте 1900-2200 мм целесообразно располагать только надпись, определяющую название щита. При наличии приставного пульта аппаратуру на щите монтируют выше уровня пульта (более 1100 мм).

Компоновка приборов и аппаратуры на фасадной стороне щитов и пультов должна также обеспечить необходимые условия для коммутации электрических проводок и размещения трубных линий на тыльной стороне щита или пульта и их крепления. Минимальные расстояния между отдельными элементами на фасадной стороне щита составляют 40-80 мм, а между приборами и боковыми стенками щита - 100 мм)ти расстояния должны учитывать также необходимость установки рамок для надписей под приборами или справа от них, за исключением встраиваемых в мнемосхему.

Показывающие приборы и сигнальную арматуру монтируют на высоте 800-1900 мм для полногабаритных щитов без пульта. При наличии пульта (только для полногабаритных щитов) этот размер - составляет 950-1900 мм. Регистрирующие приборы на оперативных щитах размещают на высоте 900-1800 мм (с пультом 1100-1800 мм), на неоперативных - на высоте 700-1800 мм. Регулирующие приборы при установке их на фасаде щита размещают на высоте 900-1900 мм (с ом ИОО-1700 мм), а оперативную аппаратуру контроля и управления (переключатели, ключи, кнопки управления, панели дистанционного управления) - на высоте 800-1600 мм, индикаторы положения и сигнальные приборы - на высоте 1000-1600 мм.

Мнемосхему можно размещать на щитах на высоте 700-1800 мм, при наличии пульта 1000-1900 мм.

### **Тема 6.1 Размещение аппаратуры на внутренних плоскостях щитов.**

На внутренних плоскостях щитов размещают вспомогательную неоперативную аппаратуру (реле, трансформаторы, источники питания, панели с выключателями и предохранителями, фильтры, редукторы), а также регуляторы и функциональные блоки пневмоавтоматики. На пультах вспомогательную аппаратуру не монтируют. На поворотных рамах в каркасных щитах устанавливают вспомогательную электроаппаратуру. Аппаратуру, требующую подключения трубной проводки, на поворотных рамах не размещают.

Для установки вспомогательной аппаратуры также используют боковые и задние стенки шкафных щитов. Крепление аппаратуры осуществляют с помощью специальных кронштейнов, скоб, угольников и других конструктивных элементов.

Компоновку электро- и пневмоаппаратуры и установочных изделий внутри щитов и штативов выполняют с учетом конструктивных особенностей этих изделий и обеспечения удобства их монтажа и эксплуатации.

При совместной установке электро- и пневмоаппаратуры электроаппаратуру следует располагать в левой части, пневмоаппаратуру - в правой части с монтажной стороны щита.

Размещение приборов, аппаратов и установочных изделий на разных плоскостях щита не должно ухудшать их монтаж и эксплуатацию. Для удобства эксплуатации и соблюдения техники безопасности рекомендуется аппаратуру устанавливать на таких расстояниях (в мм) по высоте от основания (опорной рамы): трансформаторы, источники питания, пускатели, аппаратура освещения щита, звонки громкого боя, ревуны 1700-2000; регуляторы, функциональные блоки, элементы аналоговой и дискретной техники, реле, преобразователи 600-1900; выключатели, предохранители, розетки, автоматы 700-1700; манометры 700-1600; аппаратура пневмопитания (фильтры, редукторы, запорная арматура) 300-700; сборки коммутационных зажимов 350-1900; переборочные соединители 300-800, воздушный коллектор 250-500.

Аппараты и приборы рекомендуется группировать по принадлежности к системам измерения, управления, сигнализации и т. л., а внутри групп - по роду тока и значению напряжения, соблюдая при этом основные правила техники безопасности.

Направления электрической и трубной проводок выбирают при разработке чертежа общего вида щита и показывают на виде на внутренние плоскости. При этом необходимо учитывать, что провода и трубы могут прокладываться как открыто (жгутами или пакетами), так и в коробах.

### **Тема 6.2 Оформление документации на изготовление щитов и пультов**

Документация на изготовление щитов и пультов оформляется в виде задания и содержит в качестве основных документов виды на фронтальную и внутренние плоскости

щита и пульта, а также схемы соединений внутрищитовых проводок (монтажные схемы щита). Последние могут быть выполнены одним из трех методов: графическим, адресным или табличным.

Графический метод) заключается в том, что на схеме соединений непрерывными или прерывистыми линиями показывают соединительную проводку как одиночную, так и объединенную в пакеты или жгуты. В местах ее присоединения к выводам приборов и аппаратов проставляют маркировку цепи, выполненную в соответствии с принципиальными схемами или схемой соединений и подключений внешних проводок.

Адресный (встречный) метод состоит в том, что соединительную проводку показывают в виде отрезков непрерывной или прерывистой линии, один конец которой соединен с изображением вывода прибора или аппарата, а на втором проставлен трех- или двухчисловой адрес его присоединения. При этом первый включает маркировку цепи, номер (обозначение) прибора или аппарата, номер вывода, а во втором - отсутствует номер вывода.

Табличный метод характеризуется тем, что вместо схемы составляют таблицу соединений. В эту таблицу по определенной форме записывают адреса внутрищитовых проводок.

#### Чертеж общего вида щита

В чертеж общего вида единичного щита входят вид спереди на фронтальную плоскость, вид на внутренние плоскости, технические требования, таблица надписей на щитовую панель и в рамках, перечень составных частей, основная надпись и дополнительные графы. Кроме этого, при необходимости допускается также помещать на нем другие изображения (виды, разрезы), а также другие таблицы (условных обозначений, символов мнемосхемы и т. д.). Все таблицы на чертеже имеют сквозную нумерацию.

Чертеж общего вида составного щита содержит вид спереди на фронтальную плоскость, перечень составных частей, основную надпись и дополнительные графы.

Чертежи общих видов щитов изображают в масштабах 1 : 10 для единичного и 1:25 для составного. Другие масштабы при необходимости (для вырезов, узлов крепления и т. д.) используют в установленном порядке и проставляют над изображением узла. Все приборы и средства автоматизации показывают упрощенно в виде внешних очертаний. Всем шкафам, стойкам, корпусам пультов, вспомогательным элементам, рамам, приборам и средствам автоматизации, аппаратуре и монтажным изделиям, устанавливаемым на фасадах щитов и внутри них (составным частям щита), присваивают номера позиций, начиная с цифры 1 в порядке записи их в перечень составных частей. Номера позиций наносят на полки линий-выносок.

Вид спереди на фронтальную плоскость содержит изображения приборов, средств автоматизации и элементов мнемосхемы с простановкой габаритных размеров щита и размеров, координирующих установку всех приборов и средств автоматизации. Размеры по вертикали проставляют от нижнего края панели (столешницы), принимаемого за базу, по горизонтали - от вертикальной оси симметрии панели или, столешницы. Под обозначением позиции приборов и аппаратуры указывают обозначения установочных чертежей (типовых монтажных). При отсутствии их разрабатывают

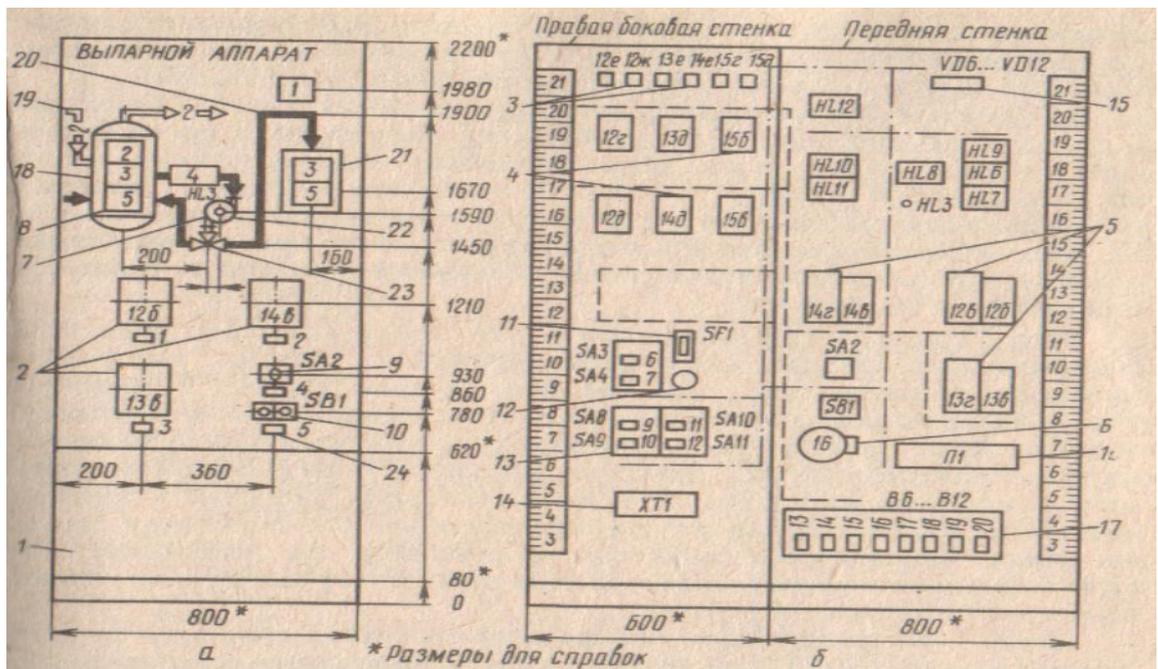


Рис. 2.22. Пример выполнения чертежа единичного щита:  
 а – вид спереди; б – вид на внутренние плоскости

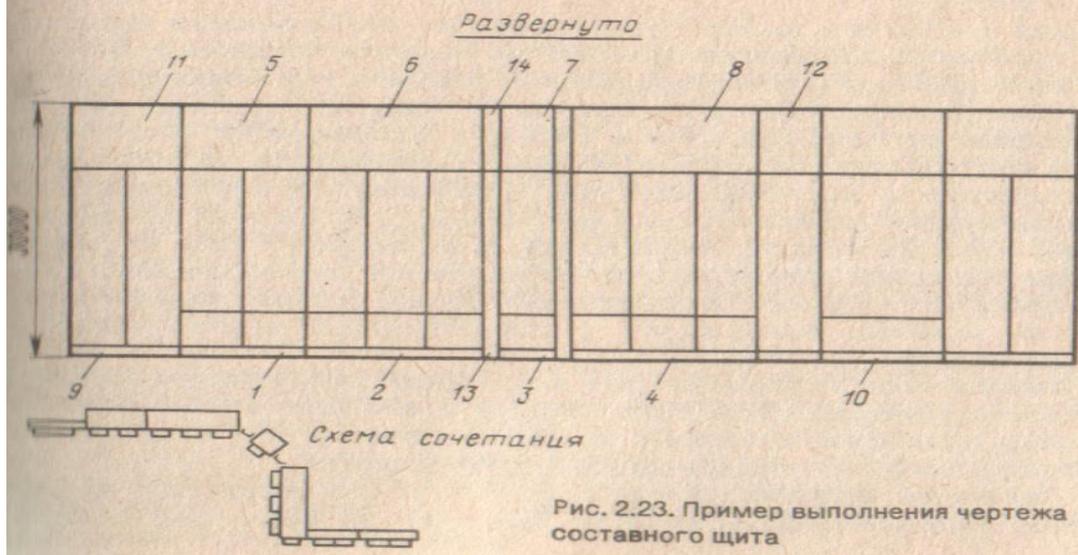


Рис. 2.23. Пример выполнения чертежа составного щита

Если для шкафных щитов предусмотрен ввод проводок сверху, на поле чертежа (вид спереди) размещают вид на крышку щита с указанием необходимых размеров.

На фронтальной плоскости составного щита приборы и средства автоматизации не изображают. Вид спереди на составной щит, имеющий сложную (не прямолинейную) схему сочетания, узлов; но показывают в развернутом виде и снабжают надписью "Развернуто". Выполняют также схему сочетания составных частей такого щита. На виде спереди составного щита проставляют общие габаритные размеры; при этом габаритные размеры единичных щитов, входящих в составной, не указывают.

Вид на внутренние плоскости щита содержит над изображением щита заголовок "Вид на внутренние плоскости (развернуто)", так как все боковые стенки, поворотные рамы, находящиеся в разных плоскостях, показывают в плоскости чертежа. На передних, боковых стенках, поворотных рамах изображают установленные на них приборы, аппараты, блоки зажимов, рейки для размещения аппаратов, а также потоки электрических и трубных проводок. Вертикальные жгуты, прокладываемые в стойках щитов шкафных,

панельных с каркасом и штативом, не показывают. На стойки условно наносят дециметровые шкалы, служащие для координации аппаратуры по вертикали.

Жгуты электропроводок изображают сплошной основной линией, измерительных цепей (при необходимости прокладки их отдельно) - штрихпунктирной линией, потоки трубных проводок - штриховой линией, экранированные кабели - основной линией в окружении штриховкой.

Для приборов и аппаратуры, которые не изображены на фронтальной плоскости, показывают позиции по перечню составных частей, а для всех приборов и аппаратов, блоков зажимов указывают позиционные обозначения, которые наносят на изображение прибора, над ним или справа от него. При этом в качестве позиционного обозначения принимают следующие: для приборов - позиции по спецификации; для электро- и пневмоаппаратуры - позиции по принципиальным электрическим и пневматическим схемам; для блоков зажимов - обозначение ХТ и порядковый номер, присвоенный блоку на данном чертеже; сборкам переборочных соединителей для командных трубных проводок - букву П и порядковый номер, присвоенный сборке на данном чертеже. Аппаратуру, устанавливаемую внутри щита, не координируют.

Технические требования помещают над основной надписью на листе с изображением вида спереди и в общем случае содержат размеры для справок. При необходимости могут указываться и другие данные.

Таблица надписей на табло и в рамках снабжается тематическим заголовком "Надписи на табло и в рамках" Каждой надписи присваивается номер и проставляется внутри контура табло или рамки слева направо, сверху вниз, вначале на табло, затем в рамках. Надписи должны быть лаконичными с учетом размеров табло и рамок и применяемого шрифта.

Перечень составных частей составного щита состоит из разделов "Сборочные единицы" и "Стандартные изделия".

Перечень составных частей единичного щита содержит разделы: "Детали", "Стандартные изделия", "Прочие изделия", "Материалы". В "Детали" включают нетиповые детали для установки приборов и аппаратуры внутри щитов (рейка, плата и т. д.); в раздел "Стандартные изделия" - щитовые конструкции (шкаф, панель с каркасом, са и т. д. Раздел "Прочие изделия" содержит приборы, аппаратуру и монтажные изделия по группам:

- приборы и средства автоматизации - в порядке включения их в заказные спецификации (по возрастанию номеров позиций);
- электроаппаратура по функциональным группам - аппаратура управления (ключи, переключатели, кнопки), сигнальная арматура, реле, аппаратура питания (трансформаторы, выпрямители, автоматы, выключатели);
- монтажные изделия - изделия для электромонтажа (щитки питания, блоки зажимов, упоры, перемычки), изделия для монтажа трубных проводок (щитки пневмопитания, трубопроводная арматура, соединители переходные, переборочные, тройниковые для подключения к приборам и т. д.), рамки для надписей. Элементы для оконцевания и маркировки проводок в перечень составных частей не включают, а выбираются заводом-изготовителем самостоятельно.

При заполнении графы "Наименование" технические характеристики приборов и средств автоматизации не указывают, однако обязательно приводят тип, модификацию и обозначение исполнений прибора. В графе "Примечание" для всех приборов, электроаппаратуры, щитков пневмопитания, трубопроводной арматуры указывают обозначение установочного чертежа (типовых монтажных чертежей) или чертежей, разработанных в данном проекте.

#### Таблицы для монтажа электрических проводок

Данные таблицы составляют взамен разрабатываемых монтажных схем щитов. Монтаж электрических трубных проводок выполняют на основе таблиц соединения и

подключения проводок, в которых приводят сведения о проводках, а также адреса их присоединения.

Таблицы снабжают тематическими заголовками "Соединение проводок" и "Подключение проводок". Каждую таблицу начинают с нового листа. Таблица "Соединение проводок" обязательна, таблица "Подключение проводок" может не разрабатываться при незначительных потоках электрических и трубных проводок. При заполнении таблиц соединений может быть использован или метод непрерывности цепи или метод возрастания номеров маркировки цепей. Вначале указывают проводки, прокладываемые по передней стенке, затем последовательно - по левой и правой боковым стенкам. Для каждой плоскости при использовании метода непрерывности цепи записывают проводки в порядке, соответствующем расположению приборов и аппаратуры (на виде с внутренней стороны) слева направо и сверху вниз. Первыми записывают проводки общих цепей (фазные и нулевые провода и т. д.), затем - остальные, кроме перемычек, выполняемых непосредственно на аппаратах, далее - проводники, используемые для заземления приборов, и последними - перемычки на аппаратах. Для боковых стенок после указанных проводок записывают проводки, идущие на переднюю стенку, затем - на другую боковую. При использовании метода возрастания номеров маркировки цепей в таблицу записывают проводки, руководствуясь только номером маркировки цепей по принципиальным схемам.

Все трубные проводки, прокладываемые в щитах, изображают графическим методом на чертеже общего вида единичного щита как фрагмент вида на внутренние плоскости. Таблицы соединений для этих проводок не выполняют.

Спецификация щитов и пультов. Она состоит из двух разделов "Щиты и пульты" и "Аппаратура и приборы, поставляемые комплект со щитами и пультами".

## Раздел 7 Внешние электрические и трубные проводки

### Тема 7.1 Проектирование электропроводок

Электропроводка в соответствии с правилами устройств электроустановок (ПУЭ) представляет собой совокупность проводов и кабелей с носящимся к ним креплениями, поддерживающимися и защитными конструкциями. В системах автоматизации различают внутреннюю и внешнюю как электрическую, так и трубную проводку. Причем под первой понимают внутрищитовые, а под второй - внешещитовые связи, т.е. связи щита с внешещитовыми приборами, аппаратурой источниками питания, а также между секциями одного щита.

Проектирование внешних электрических и трубных проводок осуществляют при разработке схем и чертежей этих проводок, которая ведется на основании схем автоматизации, принципиальных схем, схем питания, а также в соответствии с ПУЭ и руководящими материалами ведущих проектных организации. Разработке схем и чертежей должно предшествовать определение мест установки отборных устройств, регулирующих органов, местных приборов, щитов и пультов.

При проектировании электропроводок систем автоматизации. Последовательно выбирают способ выполнения их, техническую характеристику провода или кабеля (марка, площадь сечения и число жил кабеля или проводов в одном защитном устройстве) защитные и поддерживающие конструкции. В электропроводках систем автоматизации используют установочные изолированные и термоэлектродные провода, силовые кабели.

Установочные изолированные провода состоят из двух конструктивных элементов: токоведущей жилы (алюминиевой, алюминиевой или медной) и изоляции (полихлорвиниловой или резиновой). Термоэлектродные (компенсационные) провода применяют для отвода свободных концов термопар в зону с известной постоянной температурой или для непосредственного присоединения свободных концов термопары к зажимам потенциометра или милливольтметра. Термоэлектродные провода могут быть изготовлены из тех же материалов, что и термоэлектроды термопары, а в случае высокой стоимости последних из материалов, имеющих в диапазоне температуры 0-100<sup>0</sup>с термоэлектрическую характеристику, аналогичную характеристике термопары.

Кабели состоят из следующих конструктивных элементов: токоведущих жил, их изоляции, оболочки и защитного покрова. Токоведущие жилы изготавливают из алюминия или меди. В марках кабелей с алюминиевыми жилами на первом месте стоит буква А, в марках кабелей с медными жилами буква отсутствует. Вторая буква марки кабеля соответствует назначению кабеля: наличие буквы К означает, что кабель контрольный, отсутствие буквы что кабель силовой.

Изоляция жил кабеля может быть поливинилхлоридной (В), полиэтиленовой (П), резиновой (Р), бумажной, а так же из самозатухающего полиэтилена (По) Оболочки кабелей предназначены для защиты изоляции жил от воздействия влаги, света, разрушающих химических веществ а также для предохранения ее от механических повреждений. Чаще всего оболочки изготавливают в виде сплошной трубы из поливинилхлоридного пластика (В), негорючей шланговой резины свинца (С) или алюминия (А), накладываемой на кабель. Кабели могут быть также без защитной оболочки и со стальной гравированной оболочкой (Ст). В скобках приведены буквы которые в марке кабеля соответствуют определённому виду оболочки, причем соответствующая прописная буква является четвёртой в марке кабеля. Для защиты от наводок контрольный кабель может иметь под оболочкой экран из медной или алюминиевой фольги. В этом случае марка кабеля заканчивается буквой Э.

Весьма разнообразные по конструктивным особенностям защитные покрытия предохраняют оболочки кабелей от механических повреждений, коррозии. Наиболее

распространены следующие типы защитных покровов: без брони (голый) Г, баз брони, но с общим экраном ГЗ, с бронёй из двух стальных лент с наружным покровом Б с бронёй из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием БГ, с бронёй из двух оцинкованных стальных лент без противокоррозионного покрытия БГЦ, с бронёй из одной профилированной стальной оцинкованной ленты без подушки и наружного покрова ББГ, с броней из круглых оцинкованных стальных проволок с наружным покровом К, с бронёй из плоских оцинкованных проволок со шлангом из поливинилхлоридного пластина без подушки ПбШв. Приведённые буквенные обозначения защитных покровов в марке кабеля проставляются последними.

Контрольные кабели могут иметь от 4 до 61 жилы сечением от 0,75 до 6 мм<sup>2</sup> для медных и от 2 до 10 мм<sup>2</sup> для алюминиевых и предназначены для работы в цепях напряжением до 660 В переменного или до 1000В постоянного тока. Силовые кабели используются в цепях, имеющих значительно большее напряжение и силу тока, однако в системах автоматизации даже в силовых цепях, обычно не применяются напряжения выше 660В. Силовые кабели выпускаются с одной, двумя или тремя основными жилами, а также могут иметь дополнительную заземляющую или зануляющую жилу меньшего сечения.

В АСУ ТП в качестве физической среды для передачи данных используют телефонные и радиочастотный кабели с витыми парами, коаксиальные и волоконно-оптические кабели.

### **Выбор кабелей и проводов**

При проектировании электропроводок систем автоматизации выбор кабеля и проводов часто разделяют на выбор материала токоведущей жилы, изоляции жил проводов, кабелей и их оболочки, защитного покрова кабеля, площади сечения токоведущих жил, числа жил кабеля или проводов в одном защитном устройстве.

#### Выбор материала токоведущей жилы

Определение марки кабеля или провода начинают с выбора материала токоведущей жилы. В целях экономии меди для электропроводок систем автоматизации рекомендуется использовать кабели и провода с алюминиевыми жилами. В цепях термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей; в цепях измерения, управления, питания и сигнализации (в том числе в цепях телемеханических устройств) напряжением до 60 В при площади сечения жил проводов и кабеля до 0,75мм<sup>2</sup> (диаметр до 1мм); во взрывоопасных (в зонах классов В-1 и В-1а) и передвижных установках, для питания переносного электрооборудования и в установках, подверженных вибрации в электропроводках систем автоматизации электростанций с генераторами мощностью более 100 МВт (за исключением химодоочистки, очистных, инженерно-бытовых и вспомогательных сооружений, а также пусковых котельных) в электропроводках систем автоматизации зрелищных предприятий, студий радио- и телевизионных центров, прокладываемых на сцене, в технических аппаратных чердачных помещениях, пространстве над потолком (включая подвесной потолок зрительного зала), зрительных залах на 800 мест и более; в электропроводках систем автоматизации в музеях, картинных галереях, библиотеках, архивах и других хранилищах союзного значения; в открытых электропроводках в чердачных помещениях со сгораемыми конструкциями применяют кабели и провода с медными жилами. Для достижения повышенной гибкости электропроводки (например передвижных установок и т.п.) используют провода с гибкими жилами. Все отклонения от указанных требований, в том числе и возможность применения в измерительных цепях приборов и средств автоматизации кабелей и проводов с алюминиевыми и алюмомедными жилами (при необходимости), допустимы только при условии согласования их с заводами изготовителями приборов и средств автоматизации.

### Выбор изоляции жил проводов, кабелей и их оболочки

Этот выбор проводят, учитывая прежде ВСЕГО способ прокладки электропроводки и характеристику окружающей среды, связанную с температурными условиями эксплуатации электропроводок и влиянием химически активных веществ, содержащихся в воздухе помещения, на электротехнические материалы изоляции оболочки.

Кабели электропроводок систем автоматизации должны иметь изоляцию жил типа В или Р и оболочку типов В,Н,С или А. Не допускается применение кабелей с горючей полиэтиленовой изоляцией и оболочкой. При этом следует учитывать, что кабели с резиновой изоляцией жил применяют при температуре окружающей среды не выше 50°C и температуре жил не выше 65°C. В помещениях с агрессивной средой применяют кабели с химически стойкой оболочкой, чаще всего поливинилхлоридной.

### Выбор защитного покрова кабеля.

В производственных помещениях для прокладки на кабельных конструкциях и лотках при отсутствии опасности механических повреждений применяют небронированные кабели.

При наличии опасности механических повреждений и невозможности выполнения надежной механической защиты небронированных кабелей для прокладки на кабельных конструкциях и лотках в производственных помещениях применяют бронированные кабели без горючих защитных покровов.

### Выбор площади сечения токоведущих жил.

Этот выбор осуществляется по максимально допустимой токовой нагрузке и механической прочности с проверкой при необходимости по потере напряжения или допустимому сопротивлению измерительных цепей. Минимально допустимые площади сечения жил кабелей и проводов по условиям механической прочности составляют:

1. в цепях напряжение до 60В-не менее 0,2 мм<sup>2</sup> (диаметр 0,5мм) для медных жил;
2. в цепях напряжением выше 60В-не менее 0,35 мм<sup>2</sup> для многопроволочных медных; 0,5 мм<sup>2</sup> для однопроволочных медных; 2мм<sup>2</sup> для алюминиевых; 1,5 мм<sup>2</sup> для алюмомедных жил;
3. для прокладки в пластмассовых и стальных защитных трубах (в металлических рукавах) -не менее 1мм<sup>2</sup> для алюминиевых;
4. во взрывоопасных и пожароопасных зонах не менее 1 мм<sup>2</sup> для алюминиевых жил (алюмомедные жилы не используются).

Площадь сечения жил гибких питающих кабелей должна быть не менее 0,75 мм<sup>2</sup>. Для выбора площади сечения жил электропроводок систем автоматизации пользуются формулой

После Выбора площади сечения жил для измерительных цепей подсчитывают их сопротивление. Оно должно быть меньше или равно его паспортному значению.

### Выбор числа жил кабелей и проводов в одном защитном устройстве

При выборе учитывают преобладающую роль экономических факторов и допустимость совместном прокладке цепей разного назначения. В целях экономии стремятся объединять в одном защитном устройстве проводки разного назначения включая цепи управления, измерения сигнализации постоянного тока, а также цепи питания электроприёмников небольшой мощности.

Исключение составляют измерительные цепи пирометрических и других приборов автоматического контроля, в которых помехи от влияния цепей другого назначения или которые по требованию, заводов-изготовителей прокладывают отдельно. Не объединяют также взаимнорезервируемые цепи питания и управления, ответственные цепи систем автоматизации установок пожаротушения и стационарно прокладываемые цепи освещения шкафов ШИТОВ напряжением до 42 В.

Если в конструкциях заводов-изготовителей отсутствует указание на возможность совместной прокладки цепей разного назначения, то следует учитывать

помехи, возникающие при совместной прокладке цепей разного назначения, которые увеличивается с ростом длины проложенных линии. Наиболее сильные помехи возникают в приборах ферродинамической и дифференциально-трансформаторной системы передач. Линии идущие от термопар и термометров сопротивления, практически не имеют взаимного влияния.

При прокладке проводов в защитных трубах, коробах или пучками на лотках рекомендуется предусматривать резервные провода в размере 10 % числа рабочих жил, но не менее одного. Сечения резервных жил контрольных кабелей выбирают следующим образом: для медных кабелей - одна резервная жила при числе 8-26; две-три при 27-59; три при 60-105; для алюминиевых и алюмомедных кабелей - одна при; 4-10; Две при 14-37; три при 52-61. При прокладке группы кабелей, относящихся к одной системе автоматизации, в одном направлении рекомендуется число резервных жил определять по суммарному числу жил этих кабелей. Для соединения и разветвления кабелем в целях увеличить число жил в многожильных кабелях используют соединительные коробки с установленными внутри них клеммными зажимами, а для разветвления и протяжки проводов и кабелей, прокладываемых в стальных трубах, электрофитинги протяжные и ответвительные коробки.

## **Тема 7.2 Проектирование трубных проводок**

Трубная проводка системы автоматизации представляет собой совокупность труб и трубных кабелей с относящимся к ним соединительными и присоединительными устройствами, креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями, трубные проводки классифицируются в зависимости от места прокладки на наружные и внутренние. По назначению они делятся на импульсные, передающие импульсные от отборные к чувствительным элементам

приборов и средств автоматизации (например, от приборов отбора давления к манометру); командные, передающие командные импульсы от передающих к приемным элементам приборов и средств автоматизации (например пневмолиния от регулятора к исполнительному механизму); питающие подводящие жидкости или газ для питания приборов и средств автоматизации (например, коллекторы сжатого воздуха) выбросные или сливные, отводящие отработанные жидкости или газы; обогревающие и охлаждающая подводящие и отводящие теплоносителем или охлаждающие среду для обогрева или охлаждения элементов и устройств систем автоматизации; продувочные, подводящие инертные, вещества к импульсным проводкам. При проектировании трубных проводок вначале выбирают вид труб, а затем способ их прокладки.

### Выбор труб.

Трубы для трубных проводок систем автоматизации выбирают в зависимости от назначения трубопровода, давления, температуры и химических свойств вещества, заполняющего трубопровод, а также условий окружающей среды. Наиболее часто в системах автоматизации используют стальные водогазопроводные и бесшовные, медные, алюминиевые, а также пневматические кабели. Трубные проводки всех назначений, за исключением командных линий пневмоавтоматики, обычно выполняют из углеродистых сталей. Причем стальные бесшовные трубы не применяют в установках где могут быть использованы водогазопроводные трубы. Последние предпочтительнее для внутренних и наружных проводок всех назначения при условном давлении до 1,6 МПа и температуре до 175 °С (для оцинкованных до 100°С). Для более высоких давлений и температуры используют бесшовные трубы из углеродистых легированных систем.

Допустимое рабочее давление и температуру определяют в зависимости от марки стали и конструктивных размеров трубы. В тех случаях когда трубы из углеродистых и легированных сталей не могут быть применены ввиду агрессивных

сред или необходимости сохранения чистоты продукта, трубные проводки выполняют бесшовными трубами из цветных металлов или пластмассы.

В качестве командных линий пневмоавтоматики обычно применяют пластмассовые трубы, пневматические и пневмоэлектрические кабели.

Пластмассовые трубы и пневмокабели могут использоваться и для трубных проводок другого назначения в допустимых интервалах температуры и давления при условии стойкости пластмассовых труб к соответствующим средам.

При температуре окружающей среды  $-10...+ 60$  °С можно применять полихлоридные трубы, при  $- 40...+ 60$  - пневмокабели, при  $2-60...+ 50$  °С - полиэтиленовые трубы. Однако с повышением температуры механические характеристики пластмассовых труб резко падают. Другие ограничения в применении пластмассовых труб связаны с такими недостатками их, как невысокая механическая прочность, горючесть, особенно полиэтиленовых труб, большой коэффициент линейного расширения, подверженность порчи грызунами, нестойкость к нефти, нефтепродуктами прямому солнечному свету. Поэтому пластмассовые трубы и, пневмокабели не применяют в жарких помещениях и условиях тропического климата, системах автоматического и дистанционного управления аппаратами пожаротушения и пожарной сигнализации устройствах аварийной вентиляции и перекрывных задвижек пожаро- и взрывоопасных помещениях и на наружных установках. В остальных случаях использование пластмассовых труб по сравнению с металлическими обеспечивает ряд преимуществ: коррозиестойкость и, следовательно, отсутствие необходимости окраски и загрязнения воздуха пневмолиний продуктами коррозии; малый коэффициент теплопроводности, стойкость к вибрациям, сотрясениям и действию агрессивных сред; малая масса; большая строительная среда; простота выполнения монтажных работ.

Упрощению

технологии и снижению стоимости монтажных работ способствует также применение пневмокабелей вместо пластмассовых труб.

Для предотвращения старения под действием солнечного света полиэтиленовые трубы окрашивают газовой сажей в чёрный цвет. Поливинилхлоридные трубы могут быть окрашены в 12 цветов. Выбор защитных покрытий пневмокабелей аналогичен таковому для электрических кабелей. Трубные проводки из цветных металлов применяют только в крайнем случае, когда использование любых других труб невозможно. Медные трубы служат для импульсных и командных проводок при условном давлении до 6,4 МПа и температуре среды до 250°С (в частности их используют для командных линий пневмоавтоматики). Резиновые трубы применяют для подключения к приборам, измеряющим разрежения и малые давления. Алюминиевые трубы используют для трубных проводок при наличии сред, по отношению к которым алюминий наиболее стойкий преследующих параметрах

Выбор диаметра труб при проектировании трубных проводок осуществляют исходя из существующего сортамента труб и назначения трубных проводок. Диаметр труб для командных и импульсных проводок выбирают с учётом динамических свойств линии в передаче сигнала (о выборе диаметра командных линий пневмоавтоматики), а также возможности засорения проводок. Диаметр труб для питающих и выбросных (сливных) трубных проводок выбирают с целью получить необходимый расход среды.

Диаметр обогревающих и охлаждающих проводок может быть определён путем тепловых расчётов; из условий получения допустимых температурных режимов работы элементов и устройств средств автоматизации. В продувочных линиях, подводящих инертные газы к импульсным проводкам, при выборе диаметра добиваются того, чтобы эти линии создавали сопротивление в несколько сотен раз больше сопротивления импульсных линий на участке к которому подключаются продувочные проводки.

В системах автоматизации трубные проводки выполняют из труб с толщиной стенки не менее 1мм. Для большинства импульсных трубных проводок в тех случаях,

когда измеряемой или транспортируемой средой являются газ, пар или жидкость, в соответствии с нормативными рекомендациями в качестве импульсных используют водогазопроводные трубы с условным диаметром 8,15,20, 25мм (при измерении расхода уровня восьмимиллиметровые трубы не применяют), если давление не превышает 1,6 МПа и температура 175°C, для больших давлений и температур импульсные проводки при измерении давления выполняют из бесшовных труб размера 10 на 2мм, 14 на 2мм. В других случаях толщину стенки труб выбирают в зависимости от наружного диаметра и условного давления на основании расчетов на прочность.

#### Выбор способа прокладки труб

Трубные проводки, как правило, бывают прокладывают открыто, однако возможна и скрытая прокладка пластмассовых труб и небронированных пневмокабелей при условии, если в них не содержится токсичные взрывоопасные и легковоспламеняющиеся среды. При скрытой прокладке металлических труб дополнительно должна быть обеспечена возможность осмотра и ремонта трубных проводок без нарушения строительных частей зданий и сооружений.

Такие же требования предъявляются к трубам, содержащим перечисленные вещества даже при открытой прокладке.

Различают одиночные и групповые трубные проводки, причем последние чаще выполняются готовыми каркасными или бескаркасными блоками. Одиночные трубы проводки прокладывают открыто на стойках, опорных кронштейнах, подвесках или непосредственно по остальным, бетонным и кирпичным основаниям, за исключением труб из коррозионностойкой стали, алюминиевых сплавов и пластика. Групповые проводки (каркасные на мостах или бескаркасные) прокладывают открыто на опорных металлических конструкциях или тросах. Пластмассовые трубы прокладывают в коробах или путем подвески теми же способами, что и электрокабели, а также подвешивают на тросах.

Трубные проводки, как правило, прокладывают отдельно от электрических. Исключение составляют только металлические и пластмассовые трубные проводки, заполненные негорючими жидкостями парами, инертными газами при температуре 0...120°C и давлении до 0,6 МПа, которые можно прокладывать с электропроводками искробезопасными цепями.

### **Тема 7.3 Выполнение схем соединений и подключений внешних проводок.**

Соединение и подключение внешних проводок в проектной документации могут быть выполнены графическим (в виде схем соединения и подключения) или табличным методами. Табличные формы документации из-за возможности перехода к автоматизированному проектированию с помощью ЭВМ предпочтительны, однако менее информативны.

Таблица соединений включает следующие колонки: кабель, жгут, труба; направление (откуда, куда); направление по чертежам расположения; кабель, провод (марка, число жил, сечение, длина); труба (марка, диаметр, длина); чертеж установки. Таблица подключения внешних проводок содержит такие колонки: кабель, жгут; проводник; вывод; адрес связи.

Схема соединений внешних проводок (рис. 2.28) представляет собой комбинированную схему, на которой показаны электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании вне щитов и на щитах, а также подключение проводок к приборам и щитам. Схему подключения внешних проводок выполняют отдельным документом только при наличии единичных многосекционных или составных щитов, большого числа соединительных коробок, групповых стоек приборов, когда подключение к ним затрудняет чтение схемы соединения. Допускается не выполнять схему подключения в

том случае, если подключения могут быть показаны на схеме соединения внешних проводов.

Схема соединения внешних проводов выполняется без масштаба и является чисто монтажной. Она содержит собственно схему, перечень монтажных материалов и изделий, примечание с перечнем относящихся чертежей.

В верхней и нижней частях схемы у поясняющих таблиц в принятом условном изображении, применяемом при выполнении СА, показывают отборные устройства, чувствительные элементы, исполнительные механизмы и другие элементы систем автоматизации, которые на СА наносят непосредственно на коммуникации или оборудование технологической схемы (см. рис. 2.7). В поясняющих таблицах, расположенных над или под изображением перечисленных элементов, указывают наименование технологического агрегата или аппарата, контролируемого или регулируемого параметра, среды, а также место установки, номер установочного чертежа и позицию по спецификации или обозначение по схемам приборов и средств автоматизации.

В средней части схемы в виде прямоугольника изображают щиты и пульты с указанием их наименования. Если щит многопанельный, то прямоугольник щита разделяют по вертикали на ряд меньших прямоугольников, каждый из которых относится к одной панели щита. В тех случаях, когда элементы систем автоматизации, встраиваемые в оборудование и трубопроводы или механически связанные с уже встроенными элементами, показывают только в верхней части схемы, прямоугольники щитов помещают в ее нижней части. Между изображениями щитов и отборных устройств, чувствительных элементов, исполнительных механизмов и т. п. помещают изображение соединительных коробок, датчиков, вторичных приборов и других элементов систем автоматизации, устанавливаемых по месту. На СА им соответствуют приборы и средства автоматизации, расположенные в прямоугольнике "Приборы по месту".

Электрические и трубные проводки между перечисленными приборами и устройствами систем автоматизации чертят на схеме сплошными линиями (толщиной 0,4-1 мм). Около каждой линии соответствующей электрической проводки указывают марку кабеля (провода), число жил, их сечение и, кроме того, длину кабеля или провода в метрах. Если кабель или провод прокладывают в защитной, то указывают тип трубопровода, его диаметр (если приводят

наружный диаметр, то дают и толщину стенки) и длину. Такие же данные проставляют у линий соответствующей трубной проводки. Перечисленные данные располагают по линии, изображающей проводку.

Короба для прокладки проводов, пластмассовых труб, пневмо- и электрокабелей показывают двумя тонкими сплошными линиями, которые наносят перпендикулярно изображению соответствующих проводов, причем линии, изображающие эти проводки, прерывают в месте изображения короба.

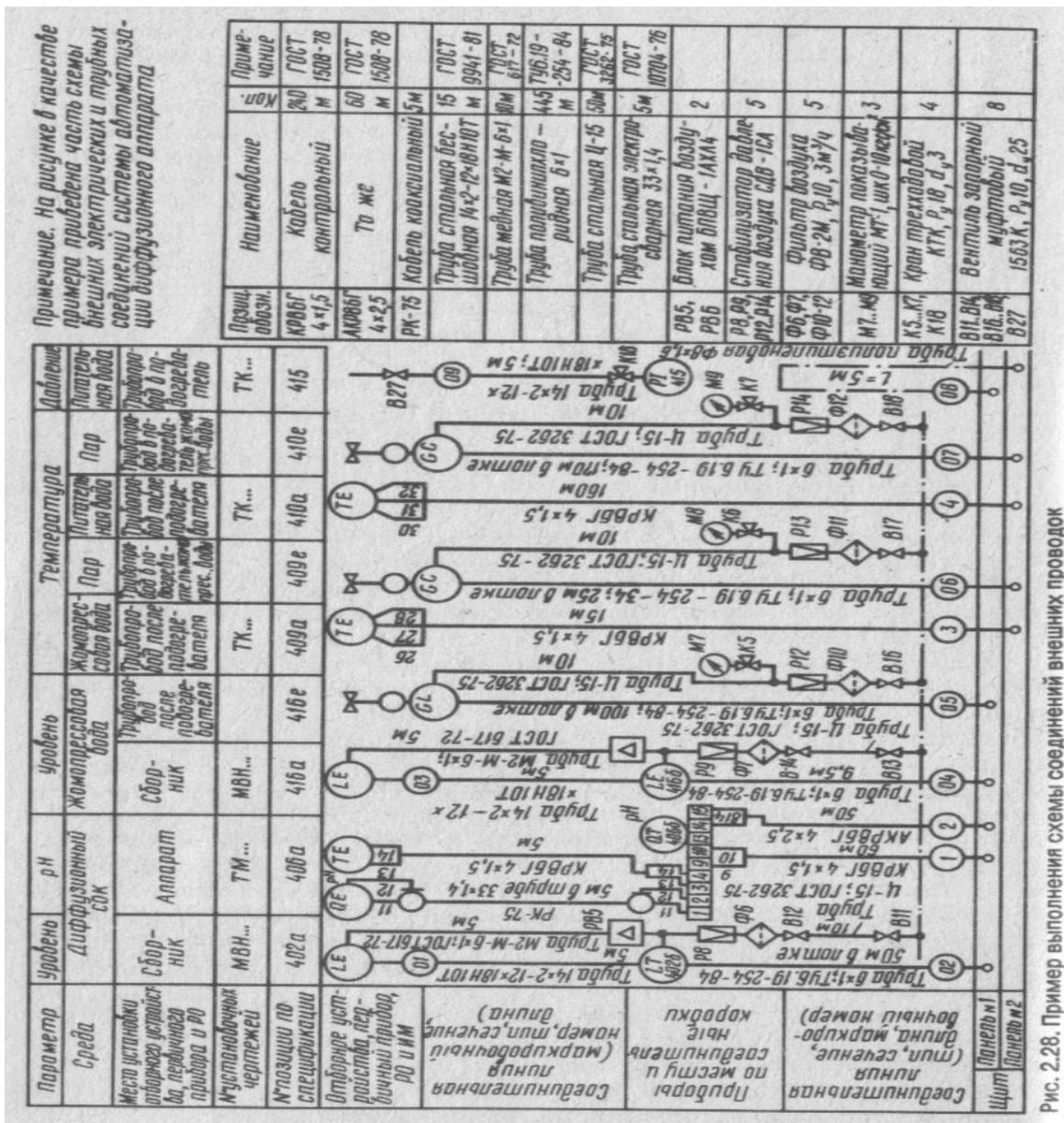
Электрическую проводку на схеме маркируют порядковыми номерами (1, 2, 3, ..., 101, 102, 103, ...) слева направо и сверху вниз. Причем кабелю или проводу, идущему от соединительной коробки или местного прибора к щиту, присваивают номер, следующий за последним номером кабеля или провода от датчика к соединительной коробке или местному прибору. Трубные проводки маркируют порядковым номером с нулем впереди (01, 02, 03, ..., 011, 012, 013,...)- Защитные трубы отдельно не маркируют, а короба обозначают буквенно-цифровой маркировкой (1К, 2К, 3К,...). Номер короба, электрической или трубной проводки проставляют в кружке диаметром 8-10 мм в разрыве соответствующей линии.

Самостоятельную систему нумерации электрических и трубных проводов (начиная с 1 или 01) выполняют, как правило, в пределах цеха или системы взаимосвязанных щитов. При наличии нескольких аналогичных участков или агрегатов маркировка имеет двойное цифровое обозначение, первая часть которого соответствует номеру агрегата или участка (1-37, 3-068). В тех случаях, когда схемы соединения внешних проводов разных

панелей аналогичны, приводят схему только одной из них, о чем делают соответствующую запись в примечаниях.

Около изображений приборов средств автоматизации проставляют номер их позиции по спецификации или по принципиальной схеме, а соединительным и протяжным коробкам присваивают порядковые номера, которые указывают вместе с типом коробки. На изображении жил электрических и пневматических кабелей, проводов и пневмотруб, присоединенных к соединительным коробкам, электроприемникам и пневмоприемникам вне щитов, указывают маркировку цепей, взятую из принципиальных электрических и пневматических схем и монтажных схем щитов и пультов. Кроме того, должна быть показана заводская маркировка зажимов указанных электро- и пневмоприемников.

В перечне монтажных материалов и изделий, который располагают в верхней части чертежа над основной надписью, приводят электрические и пневматические кабели, провода, трубы, металлорукава, соединительные и протяжные коробки, краны, вентили и т. п. Короба, нитки, мосты и трубные блоки в перечень не вносят.



## Раздел 8 Чертежи расположения проводок и оборудования

Монтажные чертежи внешних электрических проводок и трубных представляют собой поэтажные планы выполненные в соответствующем масштабе с необходимыми размерами и разрезами. На них указывают места монтажа электрических и трубных проводок, местных приборов и средств автоматизации, щитов и пульсов.

Особенно важное значение имеет этот чертеж при промышленных методах ведения монтажных работ необходимым условием которых является изготовление в монтажно-заготовительной мастерской вне строительно-монтажной площадке максимально возможного числа монтажных блоков.

Наряду с электрическими и трубными проводками на этих чертежах показывают приемные и отборные устройства, исполнительные механизмы и регулирующие органы, устанавливаемые на технологическом оборудовании и трубопроводах и протяжные соединительные коробки приборы и средства автоматизации, размещаемые по месту

щиты и пульты. Все эти элементы, в том числе и потоки электрических и трубных проводок, координируют, исключение составляют только отборные устройства и первичные приборы встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы. Их координация проводится на соответствующих чертежах генерального проектировщика.

Приемные и отборные устройства, исполнительные механизмы и регулирующие органы на этом чертеже должны и иметь номер позиции по спецификации. Это же касается внешнетовых приборов. У соединительных и протяжных коробок проставляют нумерацию, совпадающую с нумерацией их на схеме внешних соединений.

На свободном поле чертежа около изображений потоков электрических и трубных проводок в виде таблиц приводят номера кабелей, проводов в защитных трубах и трубных проводок по схеме внешних соединений, а также номера блоков или кабельной конструкции и чертежа крепления.

В спецификацию монтажных изделия и материалов, которая приводится на чертеже и имеет графы; обозначение, наименование количество, примечание, вносят трубные блоки, короба, мосты, лотки, кабельные конструкции, швеллеры, уголки, листы, полосы, элементы конструкций для прохода трубных и электрических проводок через проемы в стенах и перекрытиях. Чертежи расположения проводок и оборудования согласовывают с генеральным проектировщиком.

Влияние химически активных веществ на электротехнические материалы.

Материал	Кислота				Хлор	Едкий натр.	Аммиак
	солян.	азот.	серн.	уксус.			
Медь	Д	Д	Д	СД	Д	Н	Д
Алюминий	Д	ДОК	ДОК	ДНК	Н	Д	Д
Сталь	Д	Д	Д	Д	Д	Н	ДОС
Олово	СД	ДОС	СД	Н	Н	СД	Н
Свинец	СД	Д	Н	СД	СД	СД	Н
Ткани х/б	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н
Резина вулкан.	ДОС	Д	Д	ДОС	ДН	Н	Н
Полихлорвинилхлорид	СД	СД	СД	СД	СД	Н	Н
Фарфор	Н	Н	Н	Н	ДИ	Н	Н
8	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:

Д- сильно действует

СД- слабо действует

Н- не действует

ДОК - сильно действует при определенных концентрациях

ДНК - сильно действует при низкой концентрации

ДОС - сильно действует при особых условиях

ДИ - испарения действуют

Число труб, проводов и кабелей, закрепляемой одной скобой.

Наружный диаметр	БСП-46	БСП-62	БСП-78	БСП-94	БСП-113	БСП-129	БСП-145
6	6	8	8	12	16	18	22
8	4	6	8	10	12	14	16
10	-	4	6	8	10	10	12

Допустимая длина трубных проводок (вм) в зависимости от категории сложности протяжки.

Число изгибов на участке	А	Б	В
-	100	75	50
1	75	50	30
2	50	30	20
3	40	25	15

Формулы для расчета внутреннего диаметра для защитных труб.

Число прокладываемых проводников	Категория сложности протяжки		
	А	Б	В
1	$D \geq 1,64 d$	$D \geq 1,4 d$	$D \geq 1,25 d$
2	$D \geq 2,7 d$	$D \geq 2,5 d$	$D \geq 2,4 d$
3 и более	$D^2 \geq nd^2/0,32$	$D^2 \geq nd^2/0,4$	$D^2 \geq nd^2/0,45$

Зависимость рабочего давления полиэтиленовых труб от транспортируемой среды и ее температуры.

СРЕДА	Температура, С	Максимальное рабочее давление, МПа
Неопасная к которой стоек полиэтилен	20	0,6
	30	0,5
	40	0,3
	50	0,2
	60	0,1
Опасная к которой полиэтилен стойек	20	0,5
	30	0,3
	40	0,1
Неопасная к которой полиэтилен условно стоек	+20	0,3
	30	0,2
	40	0,1

## Список используемых источников

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие ; под ред. А.С.Клюева- М.: Энергоатом издат, 1990

Интернет –ресурсы

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



С. А. Упоров  
профессор  
комплесеу  
учебно-методическому

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
**МДК.04.01 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ**  
**АВТОМАТИЗАЦИИ**

Специальность

***15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств***

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

год набора: 2023

Одобрена на заседании кафедры  
автоматики и компьютерных технологий

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

*(подпись)*

Бочков В. С.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 12.09.2022

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией факультета  
горно-механического

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*

Осипов П. А.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 13.09.2022

*(Дата)*

Екатеринбург

Министерство образования и науки Российской Федерации **Нижекамский химико-технологический институт (филиал)** Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

**В.В. Елизаров**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**Нижекамск  
2012**

**УДК 681.5**  
**Е 51**

Печатается по решению редакционно-издательского совета Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

**Рецензенты:**

**Фафурин А.В.**, д.т.н., проф. каф. АССОИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ»;  
**Галеев Э.Р.**, к.т.н., доц. каф. АТПП НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

**Елизаров, В.В.**

**Е 51** Моделирование систем автоматизации технологических процессов : учебное пособие / В.В. Елизаров. – Нижнекамск : Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», 2012. – 128 с.

Пособие соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов направлений бакалаврской подготовки 220400 «Управление в технических системах», 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств», 230100 «Информатика и вычислительная техника».

Пособие содержит краткое описание, математические модели, а также алгоритмы автоматизации теплообменных, массообменных и реакционных аппаратов. Представлены экспериментально-статистические методы составления математического описания. Приведены задания курсовой работы построения систем автоматизации процессов химической технологии с помощью методов математического моделирования.

Предназначено для студентов факультета управления и автоматизации, изучающих дисциплины «Моделирование систем», «Моделирование систем управления», «Моделирование систем и процессов».

Подготовлено на кафедре автоматизации технологических процессов и производств Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

**УДК 681.5**

© Елизаров В.В., 2012  
© Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>I. Моделирование системы автоматизации теплообменным процессом .....</b>	<b>6</b>
План выполнения работы.....	6
Краткое описание процесса .....	7
Математическое описание теплообменного процесса .....	9
Управление динамическими режимами работы теплообменного аппарата .....	17
Построение функциональной схемы автоматизации .....	21
Варианты заданий 1а – 1г .....	23
Варианты заданий 1д – 1з .....	25
<b>II. Моделирование системы автоматизации процессом абсорбции .....</b>	<b>28</b>
План выполнения работы.....	28
Краткое описание процесса .....	29
Математическое описание процесса абсорбции .....	30
Регулирование состава очищенного газа на выходе абсорбционной установки .....	36
Построение функциональной схемы автоматизации .....	37
Варианты заданий 2а – 2д .....	39
<b>III. Моделирование системы автоматизации процессом ректификации .....</b>	<b>41</b>
План выполнения работы.....	41
Краткое описание процесса .....	42
Математическое описание процесса ректификации.....	43
Расчет управляющих параметров процесса ректификации в заданной области изменения состояний входа .....	48
Построение функциональной схемы автоматизации .....	51
Варианты заданий 3а – 3д .....	52
<b>IV. Моделирование системы автоматизации реакционным процессом .....</b>	<b>54</b>
План выполнения работы.....	54

Основные определения процесса, классификация химических реакторов.....	55
Основные понятия химической кинетики.....	60
Математическая модель химического реактора.....	69
Расчет управляющих параметров реакционной установки.....	73
Построение функциональной схемы автоматизации.....	75
Варианты заданий 4а – 4д.....	77
<b>V. Моделирование системы автоматизации с применением экспериментально-статистических методов моделирования</b> .....	81
План выполнения работы.....	81
Описание экспериментально-статистических методов.....	82
Применение экспериментально-статистических методов в задачах управления.....	106
Построение функциональной схемы автоматизации.....	107
Варианты заданий 5а – 5д.....	109
<b>Библиографический список</b> .....	116
<b>Приложение I.</b> Правила построения условных обозначений приборов и средств автоматизации.....	118
<b>Приложение II.</b> Критические значения коэффициента Стьюдента (t-критерия) для различных значений уровня значимости $p$ и числа степеней свободы $f$ .....	124
<b>Приложение III.</b> Значения критерия Фишера (F-критерия) для уровня значимости $p = 0.05$ .....	126
<b>Приложение IV.</b> Значения критерия Фишера (F-критерия) для уровня значимости $p = 0.01$ .....	127
<b>Приложение V.</b> Содержание отчета по курсовой работе.....	128

## ВВЕДЕНИЕ

Современное нефтехимическое производство – это комплекс химико-технологических стадий, информационных систем управления и коммуникаций, планово-экономических и маркетинговых служб, научно-технологических и проектных центров. Все более возрастающее значение в процессе функционирования нефтехимического комплекса приобретают информационные системы управления и передачи данных, что объясняется интенсивным развитием цифровой техники и способов обработки информации. В этой связи весьма целесообразно применение методов математического моделирования в решении задач анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП), а также в задачах построения систем управления данными процессами.

Математическое моделирование является эффективным инструментом определения оптимальных управляющих параметров, особенно в случае процессов, физические и химические закономерности которых достаточно изучены. При этом определение управляющих параметров может осуществляться путем расчета математической модели объекта в широком диапазоне внешних возмущений. Среди методов разработки математических моделей следует выделить:

- аналитические, в основе которых используются фундаментальные законы сохранения субстанции;
- экспериментальные и экспериментально-аналитические, как правило, предполагающие проведение статистической обработки экспериментальных данных о состоянии входа и выхода исследуемого объекта.

Владение навыками составления математического описания, а также знание моделей ХТП могут быть весьма эффективными и полезными прежде всего для операторов, инженеров и специалистов в области управления и автоматизации технологических процессов.

# **I. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛООБМЕННЫМ ПРОЦЕССОМ**

## **План выполнения работы**

1. *Изучение теплообменного процесса:*
  - основные определения и закономерности;
  - математическая модель;
  - расчет коэффициентов теплоотдачи, теплопередачи;
  - алгоритм расчета динамики процесса.
2. *Постановка задачи моделирования в соответствии с заданием на курсовую работу.*
3. *Получение уравнений динамики процесса.*
4. *Разработка моделирующей программы:*
  - алгоритм расчета динамического режима работы теплообменника;
  - код моделирующей программы.
5. *Анализ и представление результатов моделирования.*
6. *Анализ теплообменного процесса с точки зрения задач управления.*
7. *Построение функциональной схемы автоматизации объекта.*
8. *Разработка презентации курсовой работы (не более 8 слайдов, в т.ч. постановка задачи, математическая модель процесса, алгоритмы расчета, результаты моделирования и др.).*
9. *Подготовка доклада к защите (длительность доклада не более 3-4 мин.).*

Рекомендуемая литература: [1 – 7].

## Краткое описание процесса

Перенос энергии в форме тепла, происходящий между телами, имеющими различную температуру, называется *теплообменом* [1]. Движущей силой любого процесса теплообмена является разность температур более нагретого и менее нагретого тел, при наличии которой тепло самопроизвольно, в соответствии со вторым законом термодинамики, переходит от более нагретого к менее нагретому телу.

Различают три принципиально различных элементарных способа распространения тепла: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение. *Теплопроводность* представляет собой перенос тепла вследствие беспорядочного (теплого) движения микрочастиц, непосредственно соприкасающихся друг с другом. *Конвекцией* называется перенос тепла вследствие движения и перемешивания макроскопических объемов газа или жидкости. *Тепловое излучение* – это процесс распространения электромагнитных колебаний с различной длиной волн, обусловленный тепловым движением атомов или молекул излучающего тела.

В реальных условиях тепло передается не каким-либо одним из указанных выше способов, а комбинированным путем. Например, при теплообмене между твердой стенкой и газовой средой тепло передается одновременно конвекцией, теплопроводностью и излучением.

Перенос тепла от стенки к газообразной (жидкой) среде или в обратном направлении называется *теплоотдачей*. Еще более сложным является процесс передачи тепла от более нагретой к менее нагретой жидкости (газу) через разделяющую их поверхность или твердую стенку. Этот процесс носит название *теплопередачи*.

В непрерывно действующих аппаратах температуры в различных точках не изменяются во времени и протекающие процессы теплообмена являются *установившимися* (стационарными). В периодически действующих аппаратах, где температуры

меняются во времени (при нагревании или охлаждении), осуществляются *неустановившиеся*, или нестационарные, процессы теплообмена.

В химической промышленности широко распространены тепловые процессы – нагревание и охлаждение жидкостей, конденсация паров, испарение жидкостей, которые проводятся в теплообменных аппаратах, называемых *теплообменниками*. Теплообменники предназначены для передачи тепла от одних веществ к другим. Вещества, участвующие в процессе передачи тепла, называются *теплоносителями*. Теплоносители, имеющие более высокую температуру принято называть *нагревающими агентами*, а теплоносители с более низкой температурой, чем среда, от которой они воспринимают тепло, – *охлаждающими агентами*.

В зависимости от способа передачи тепла различают две основные группы теплообменников:

1) *поверхностные теплообменники*, в которых перенос тепла между обменивающимися телом веществами происходит через разделяющую их поверхность теплообмена – глухую стенку;

2) *теплообменники смешения*, в которых тепло передается от одной среды к другой при их непосредственном соприкосновении.

Поверхностные теплообменники широко распространены и их конструкции весьма разнообразны [2]. На рис. 2.1 показан кожухотрубчатый теплообменник жесткой конструкции, который состоит из корпуса, или кожуха 1, и приваренных к нему трубных решеток 2. В трубных решетках закреплен пучок труб 3. К трубным решеткам крепятся крышки 4. В теплообменнике одна из сред I движется в межтрубном пространстве, а другая II – внутри труб (в трубном пространстве). Среды обычно направляют противотоком друг к другу. При этом нагреваемую среду направляют снизу вверх, а среду, отдающую тепло, – в

противоположном направлении. Такое направление движения каждой среды совпадает с направлением, в котором стремится двигаться данная среда под влиянием изменения ее плотности при нагревании или охлаждении.

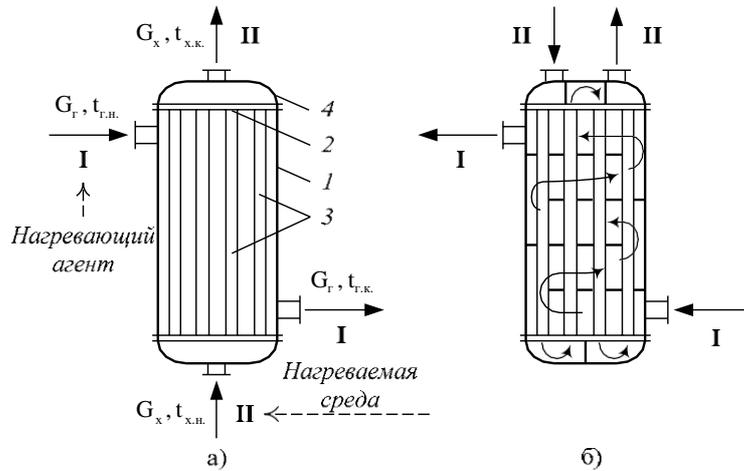


Рис. 1.1. Кожухотрубный одноходовой (а) и многоходовой (б) теплообменники

Расчет теплообменника с известной поверхностью теплопередачи заключается, как правило, в определении конечных температур теплоносителей при их известных начальных значениях, а также в определении требуемых расходов нагревающего или охлаждающего агентов.

### Математическое описание теплообменного процесса

#### Расчет тепловой нагрузки

Согласно основному уравнению теплопередачи *тепловой поток Q (расход передаваемой теплоты, тепловая нагрузка)* определяется следующим образом:

$$Q = FK\Delta t_{cp}, \quad (1.1)$$

где  $F$  – поверхность теплопередачи ( $m^2$ ),  $K$  – коэффициент теп-

лопередачи ( $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ),  $\Delta t_{\text{cp}}$  – средний температурный напор (средняя движущая сила) (К).

Тепловую нагрузку  $Q$  при известных значениях расхода и теплофизических свойств теплоносителей можно рассчитать следующим образом:

1) если агрегатное состояние одного из теплоносителей не меняется, то

$$Q = Gc(t_n - t_k) \text{ или } Q = Gc(t_k - t_n), \quad (1.2)$$

где  $G$  – расход теплоносителя ( $\text{кг}/\text{с}$ ),  $c$  – удельная теплоемкость теплоносителя ( $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$ ) при средней температуре

$$t = \frac{t_n + t_k}{2}$$

$t_n$ ,  $t_k$  – начальная и конечная температуры (К);

2) при конденсации насыщенных паров без охлаждения конденсата или при кипении

$$Q = Gr, \quad (1.3)$$

здесь  $r$  – теплота конденсации ( $\text{Дж}/\text{кг}$ );

3) при конденсации перегретых паров с охлаждением конденсата

$$Q = G(I_n - ct_k), \quad (1.4)$$

где  $I_n$  – энтальпия (теплосодержание) пара ( $\text{Дж}/\text{кг}$ ).

Один какой-либо технологический параметр, не указанный в исходном задании (расход одного из теплоносителей или одна из температур), можно найти с помощью уравнения теплового баланса, приравнявая правые части уравнений (1.2) – (1.4) для горячего и холодного теплоносителей.

В аппаратах с прямо- и противоточным движением теплоносителей средняя разность температур потоков  $\Delta t_{\text{cp}}$  определяется как среднелогарифмическая между большей  $\Delta t_6$  и меньшей  $\Delta t_m$  разностями температур теплоносителей на концах аппарата:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \Delta t_{\text{cp.лог.}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln(\Delta t_{\text{б}}/\Delta t_{\text{м}})}. \quad (1.5)$$

Если разности температур одинаковы или отличаются не более чем в два раза, то среднюю разность температур можно приближенно определить как среднеарифметическую:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{(\Delta t_{\text{б}} + \Delta t_{\text{м}})}{2}. \quad (1.5a)$$

В многоходовых теплообменниках с простым смешанным током  $\Delta t_{\text{cp}}$  можно рассчитать по формуле:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \Delta t_{\text{cp.лог.}} = \frac{A}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}} + \Delta t_{\text{м}} + A}{\Delta t_{\text{м}} + \Delta t_{\text{м}} - A}}, \quad (1.5б)$$

$$A = \sqrt{\delta t_{\text{г}} + \delta t_{\text{х}}}, \quad \delta t_{\text{г}} = t_{\text{г.н.}} - t_{\text{г.к.}}, \quad \delta t_{\text{х}} = t_{\text{х.к.}} - t_{\text{х.н.}},$$

где  $t_{\text{г.н.}}$ ,  $t_{\text{г.к.}}$  – начальная и конечная температура горячего теплоносителя;  $t_{\text{х.н.}}$ ,  $t_{\text{х.к.}}$  – начальная и конечная температура холодного теплоносителя;  $\delta t_{\text{г}}$ ,  $\delta t_{\text{х}}$  – изменение температур.

При изменении агрегатного состояния теплоносителя его температура постоянна вдоль всей поверхности теплопередачи и равна температуре кипения (или конденсации), зависящей от давления, состава теплоносителя.

Коэффициент теплопередачи  $K$ , входящий в уравнение (1.1), можно рассчитать с помощью уравнения аддитивности термических сопротивлений на пути теплового потока:

$$K = \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_2} + r_1^3 + r_2^3 \right)^{-1}, \quad (1.6)$$

где  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  – коэффициенты теплоотдачи со стороны теплоносителей;  $\lambda_{\text{ст}}$  – теплопроводность стенки (Вт/(м·К));  $\delta_{\text{ст}}$  – толщина стенки (м);  $r_1^3$ ,  $r_2^3$  – термические сопротивления загрязнений с обеих сторон стенки ((м<sup>2</sup>·К)/Вт) [3, 4].

### Составление уравнения теплового баланса

Решение задач управления, синтеза и анализа теплообменных процессов методами математического моделирования предполагает использование уравнения теплового баланса:

*приход тепла = расход тепла* (статическая модель);

*накопление тепла = приход тепла – расход тепла* (динамическая модель).

Пусть задан расход более нагретого теплоносителя  $G_{\Gamma}$ , его энтальпия на входе аппарата  $I_{\Gamma.н.}$  и на выходе из аппарата  $I_{\Gamma.к.}$ . Соответственно расход более холодного теплоносителя –  $G_{\chi}$ , его начальная энтальпия  $I_{\chi.н.}$  и конечная –  $I_{\chi.к.}$ . Тогда уравнение теплового баланса для установившегося (неизменного во времени) режима [1]:

$$Q = G_{\Gamma} (I_{\Gamma.н.} - I_{\Gamma.к.}) = G_{\chi} (I_{\chi.к.} - I_{\chi.н.}). \quad (1.7)$$

Если теплообмен протекает без изменения агрегатного состояния теплоносителей, то энтальпии последних равны произведению теплоемкости  $c$  на температуру  $t$  (°C):

$$\begin{aligned} I_{\Gamma.н.} &= c_{\Gamma.н.} t_{\Gamma.н.}, \quad I_{\Gamma.к.} = c_{\Gamma.к.} t_{\Gamma.к.}; \\ I_{\chi.н.} &= c_{\chi.н.} t_{\chi.н.}, \quad I_{\chi.к.} = c_{\chi.к.} t_{\chi.к.}. \end{aligned} \quad (1.8)$$

Величины  $c_{\Gamma.н.}$  и  $c_{\Gamma.к.}$  представляют собой средние удельные теплоемкости более нагретого теплоносителя в пределах изменения температур от 0 до  $t_{\Gamma.н.}$  (на входе в аппарата) и до  $t_{\Gamma.к.}$  (на выходе из аппарата) соответственно;  $c_{\chi.н.}$  и  $c_{\chi.к.}$  – средние удельные теплоемкости холодного теплоносителя в пределах 0 –  $t_{\chi.н.}$  и 0 –  $t_{\chi.к.}$  соответственно.

Если теплообмен осуществляется при изменении агрегатного состояния теплоносителя (конденсация пара, испарение жидкости) или в процессе теплообмена протекают химические реакции, сопровождаемые тепловыми эффектами, то в тепловом балансе должно быть учтено тепло, выделяющееся при физиче-

ском или химическом превращении. Так, при конденсации насыщенного пара величина  $I_{г.н.}$  в уравнении (1.7) представляет собой энтальпию поступающего в аппарат пара, а  $I_{г.к.}$  – энтальпию удаляемого парового конденсата.

В случае использования перегретого пара его энтальпия  $I_{г.н.}$  складывается из тепла, отдаваемого паром при охлаждении от температуры  $t_{г.н.}$  до температуры насыщения  $t_{г.нас.}$ , тепла конденсации пара и тепла, выделяющегося при охлаждении конденсата:

$$Q = G_r(I_{г.н.} - I_{г.к.}) = G_r c_{г.п.}(t_{г.н.} - t_{г.нас.}) + G_r r + G_r c_{г.к.}(t_{г.нас.} - t_{г.к.}), \quad (1.9)$$

где  $c_{г.п.}$  и  $c_{г.к.}$  – удельные теплоемкости пара и конденсата;  $t_{г.к.}$  – температура конденсата на выходе. При обогреве насыщенным паром, если конденсат не охлаждается, т.е.  $t_{г.к.} = t_{г.н.} = t_{г.нас.}$ , первый и третий члены правой части уравнения (1.9) из теплового баланса исключаются.

Для неустановившегося режима, когда наблюдается изменение температуры теплоносителя  $dt$  в интервале времени  $d\tau$ , уравнения баланса для одного из теплоносителей, подаваемого в трубное пространство:

$$dQ = V \rho_x c_x dt_{x.к.} = G_r(I_{г.н.} - I_{г.к.})d\tau - G_x(I_{x.к.} - I_{x.н.})d\tau,$$

где  $V$  – объем трубного пространства ( $m^3$ ),  $\rho_x$  – плотность нагреваемой среды ( $кг/м^3$ ).

Преобразуем уравнение баланса и получим дифференциальное уравнение относительно температуры холодного теплоносителя на выходе аппарата:

$$V \rho_x c_x \frac{dt_{x.к.}}{d\tau} = G_r(I_{г.н.} - I_{г.к.}) - G_x(I_{x.к.} - I_{x.н.}). \quad (1.10)$$

В качестве примера составим уравнение баланса для нагреваемой жидкости в трубном пространстве за малый промежуток времени  $d\tau$ . В этом случае следует учесть:

– теплоту, поступившую в теплообменник с жидкостью,  
 $dQ = G_x c_x t_{x.н.} dt$ ;

– теплоту, полученную жидкостью от горячего теплоносителя через теплопередающую поверхность металлической стенки труб и затраченную на увеличение температуры жидкости  $t_{x.к.}$ ,  $dQ = KF\Delta t_{cp} dt$ ;

– теплоту, уходящую с жидкостью из теплообменника,  
 $dQ = G_x c_x t_{x.к.} dt$ .

Тогда уравнение баланса имеет вид:

$$V\rho_x c_x \frac{dt_{x.к.}}{dt} = G_x c_x (t_{x.н.} - t_{x.к.}) + KF\Delta t_{cp}. \quad (1.11)$$

### Расчет коэффициентов теплоотдачи

Выбор уравнения для расчета коэффициентов теплоотдачи, используемых в уравнениях баланса, зависит от характера теплообмена (без изменения агрегатного состояния, кипение или конденсация), вида поверхности теплообмена, типа конструкции, режима движения теплоносителя [3, 4].

1. При движении теплоносителя в прямых трубах круглого сечения или в каналах некруглого сечения без изменения агрегатного состояния коэффициент теплоотдачи определяют по следующим уравнениям:

1.1. При развитом турбулентном движении ( $Re \geq 10^4$ ):

$$\alpha = \frac{\lambda}{\delta} Nu = 0.023 \frac{\lambda}{\delta} Re^{0.8} Pr^{0.4} \left( \frac{Pr}{Pr_{ст}} \right)^{0.25}, \quad (1.12)$$

$$Nu = \alpha \frac{\delta}{\lambda}, \quad Re = \frac{\omega \delta \rho}{\mu}, \quad Pr = \frac{c\mu}{\lambda}$$

где  $Nu$  – критерий Нуссельта;  $Pr$  – критерий Прандтля;  $Pr_{ст}$  – критерий Прандтля, рассчитанный при температуре стенки;  $\omega$  – скорость (м/с). Определяющим размером  $\delta$  является эквива-

лентный диаметр (для труб круглого сечения – внутренний диаметр трубы  $d_t^{\text{внутр}}$  (м)); определяющей температурой, при которой рассчитывают физические свойства среды, – средняя температура теплоносителя. Физические свойства:  $\lambda$  – теплопроводность;  $\rho$  – плотность;  $\mu$  – динамическая вязкость (Па·с).

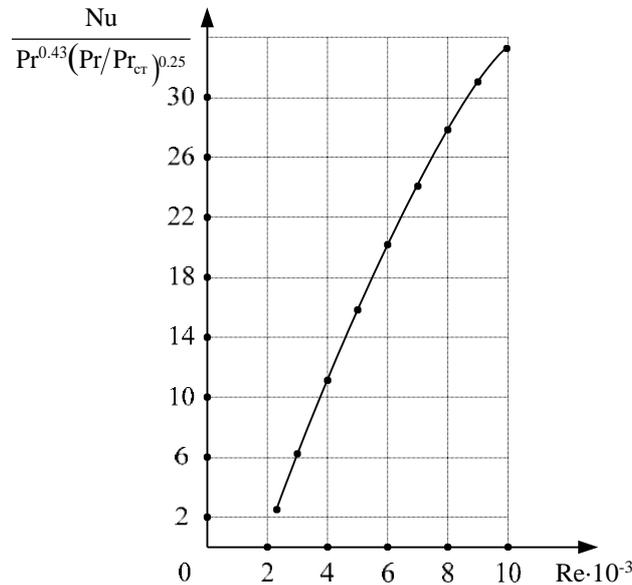


Рис. 1.2. К определению  $\alpha$  при  $2300 < Re < 10000$

1.2. При  $2300 < Re < 10000$  приближенное значение коэффициента теплоотдачи  $\alpha = Nu \frac{\lambda}{l}$  можно определить, используя график (рис. 1.2).

1.3. В ламинарном режиме ( $Re \leq 2300$ ):

а) при значениях  $Gr Pr = \frac{g l^3 \rho^2 \beta \Delta t}{\mu^2} Pr \leq 500000$  ( $Gr$  – критерий Грасгофа,  $g$  – ускорение свободного падения ( $m/c^2$ ),  $\beta$  – коэффициент объемного расширения теплоносителя (1/град),  $\Delta t$  – разность температур между стенкой и теплоносителем):

$$\text{Re Pr} \frac{d}{L} \geq 12, \alpha = 1.61 \frac{\lambda}{\mu_{\text{ст}}} \left( \text{Re Pr} \frac{d_{\text{внутр.}}}{L} \right)^{1/3} \left( \frac{\mu}{\mu_{\text{ст}}} \right)^{0.14}; \quad (1.13)$$

$$\text{Re Pr} \frac{d}{L} \leq 12, \alpha = 3.66 \frac{\lambda}{\mu_{\text{ст}}} \left( \frac{\mu}{\mu_{\text{ст}}} \right)^{0.14}; \quad (1.14)$$

где  $\mu_{\text{ст}}$  – вязкость теплоносителя при температуре стенки;  $L$  – длина трубы (м);

б) при значениях  $\text{Gr Pr} > 500000$

$$\alpha = 0.15 \frac{\lambda}{\mu_{\text{ст}}} (\text{Re Pr})^{0.33} (\text{Gr Pr})^{0.1} \left( \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_{\text{ст}}} \right)^{0.25}. \quad (1.15)$$

2. При движении теплоносителя в межтрубном пространстве с сегментными перегородками коэффициент теплоотдачи рассчитывают по уравнениям:

$$\text{Re} \geq 1000, \alpha = 0.24 \frac{\lambda}{\mu_{\text{ст}}} \text{Re}^{0.6} \text{Pr}^{0.36} \left( \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_{\text{ст}}} \right)^{0.25}; \quad (1.16)$$

$$\text{Re} < 1000, \alpha = 0.34 \frac{\lambda}{\mu_{\text{ст}}} \text{Re}^{0.5} \text{Pr}^{0.36} \left( \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_{\text{ст}}} \right)^{0.25}. \quad (1.17)$$

В уравнениях (1.16), (1.17) за определяющий геометрический размер принимают наружный диаметр теплообменных труб. Скорость потока определяют для площади сечения потока между перегородками [3].

3. При конденсации пара на наружной поверхности пучка из  $n$  вертикальных труб коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha = 3.78 \lambda^3 \sqrt{\frac{\rho^2 d_{\text{внеш.}}^2 n}{\mu G}}, \quad (1.18)$$

для  $n$  горизонтальных труб длиной  $L$

$$\alpha = 2.02 \varepsilon \lambda^3 \sqrt{\frac{\rho^2 L n}{\mu G}}, \quad (1.19)$$

здесь  $d_t^{\text{внеш.}}$  – внешний диаметр трубы,  $\varepsilon = 0.7$  при  $n \leq 100$  и  $\varepsilon = 0.6$  при  $n > 100$ .

### **Управление динамическими режимами работы теплообменного аппарата**

Режимные параметры теплообменного оборудования являются переменными величинами как во времени, так и в пространстве. Такие параметры как температуры теплоносителей в разных точках аппарата имеют различные значения. Основной причиной изменения параметров во времени является воздействие возмущений на аппарат в ходе его эксплуатации. В частности отклонения входных параметров (расход, температура одного из теплоносителей) от проектных значений представляют собой возмущения на входе процесса.

Наличие возмущений может привести к нарушению условий удовлетворительного функционирования аппарата, т.е. невыполнению требований по конечным температурам теплоносителей или их агрегатному состоянию. Для исключения таких ситуаций необходима система управления, реализованная на базе контрольно-измерительных приборов и ЭВМ.

Управляющим параметром теплообменного аппарата, предназначенного для нагрева, охлаждения или конденсации одного из теплоносителей, является расход второго теплоносителя.

Одним из способов определения значений управляющего параметра является расчет динамической модели процесса. Расчет модели проводится программным путем.

Динамическая модель процесса состоит из дифференциальных уравнений, характеризующих изменение во времени температуры движущихся в теплообменнике сред, температуры теплопередающей стенки и др. [5]. Для решения уравнений могут использоваться численные методы.

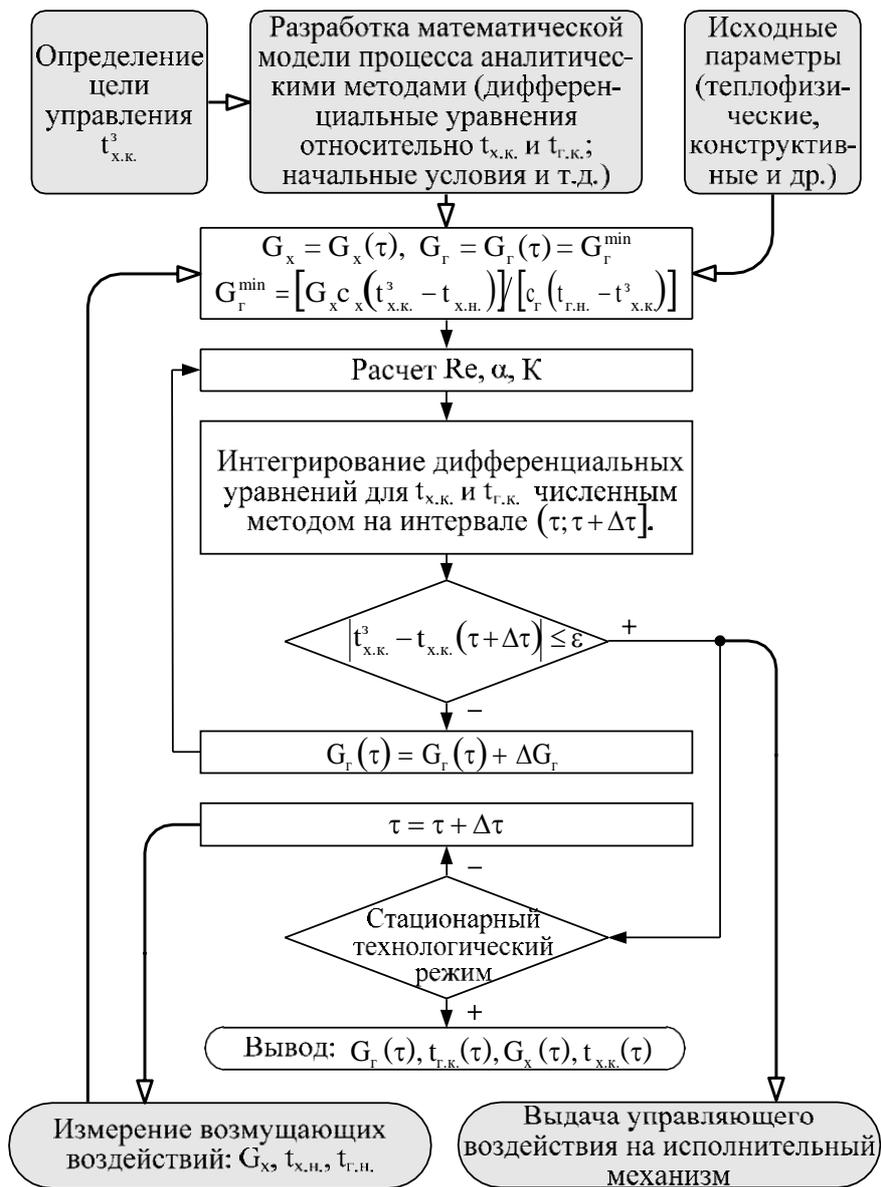


Рис. 1.3. Структура системы управления теплообменным аппаратом

*Рассмотрим работу теплообменного аппарата, предназначенного для нагревания технологического потока.* Модель такого аппарата представлена дифференциальными уравнениями относительно температур  $t_{x.k.}$  и  $t_{г.к.}$ . Соответствующие уравнения составляются аналитическими методами на основе фундаментальных законов сохранения тепла и по виду аналогичны уравнению (1.11).

Пусть расход нагреваемой смеси на входе теплообменника заданной конструкции условно смоделирован в виде функцией времени  $G_x = G_x(\tau)$ . Требуется найти расход нагревающего агента  $G_r(\tau)$ , при котором температура нагреваемой смеси на выходе аппарата равна заданной  $t_{x.k.}^3$  в дискретные моменты времени  $\tau = k\Delta\tau$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ).

Расчет требуемого управления осуществляется системой управления (рис. 1.3). На основе измеренного значения  $G_x = G_x(\tau)$  и первого приближения расхода  $G_r(\tau)$  в начальный момент времени рассчитываются коэффициенты теплоотдачи  $\alpha$  с учетом режима течения движущихся сред по одной из формул (1.12) – (1.19). По формуле (1.6) рассчитывается коэффициент теплопередачи  $K$ . Далее интегрируются дифференциальные уравнения. В конце временного такта проверяется условие равенства температуры нагреваемой смеси на выходе аппарата заданному значению. Если условие выполняется, то переходят к расчету на следующем временном такте, иначе выбирается новое приближение  $G_r(\tau)$  в текущем такте.

*При решении задачи управления конденсатором* заданной конструкции, как правило, требуется определить расход охлаждающего агента  $G_x(\tau)$  с начальной температурой  $t_{x.н.}$ , при котором полностью конденсируется паровая смесь. Возмущающими параметрами являются расход и температура паровой (газовой) смеси.

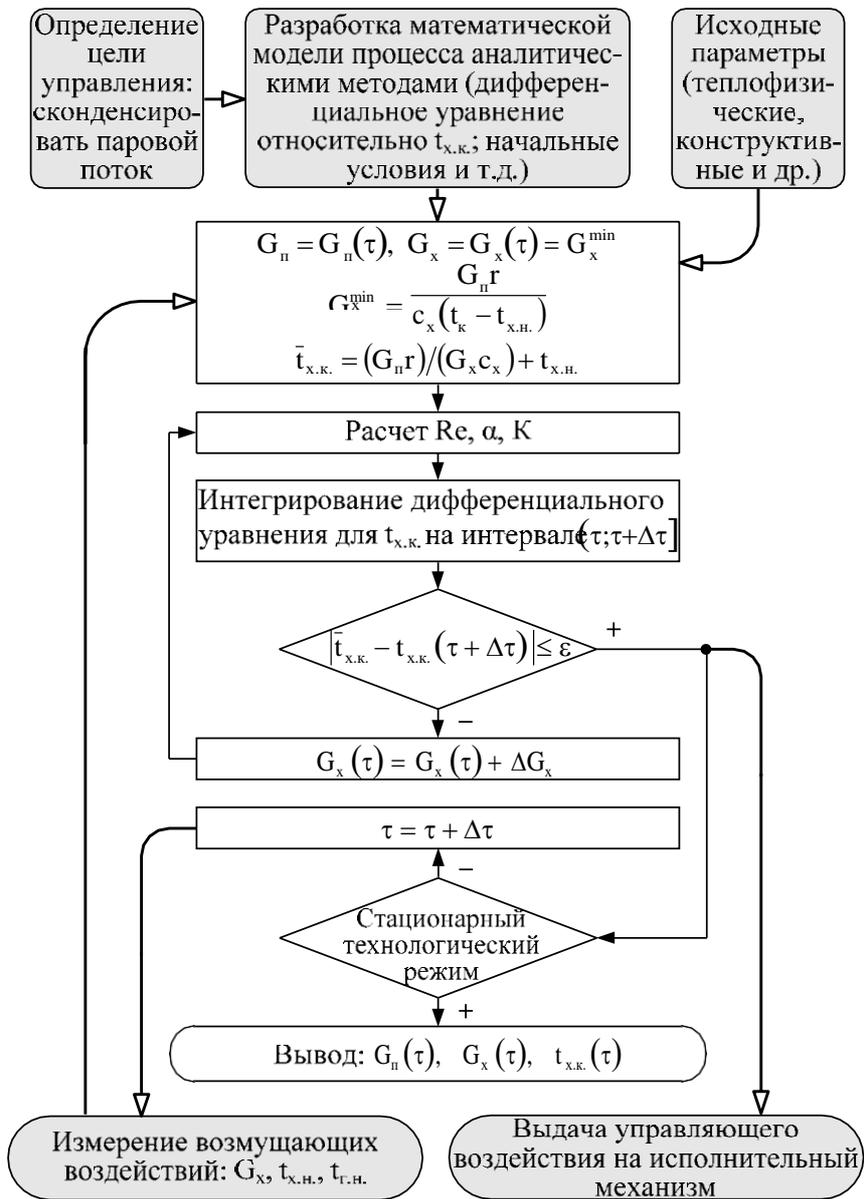


Рис. 1.4. Структура системы управления конденсатором

Рассмотрим алгоритм поиска  $G_x(\tau)$  (рис. 1.4) в дискретные моменты времени  $\tau = k\Delta\tau$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ). Расход паровой смеси на входе теплообменника условно смоделирован в виде функции времени  $G_{\Pi} = G_{\Pi}(\tau)$ . Известна температура  $t_k$  или давление конденсации паров. Т.к. температура одного из теплоносителей остается постоянной, то динамическую модель процесса представим уравнением относительно температуры охлаждающего агента на выходе аппарата  $t_{x.k}$ . По своей структуре уравнение аналогично выражению (1.11). Температура конденсата постоянна и равна  $t_k$ .

Условием окончания поиска на каждом такте является равенство температуры охлаждающего агента на выходе, рассчитанной из уравнений динамики, температуре, определяемой балансовым соотношением:

$$G_x c_x (t_{x.k} - t_{x.n}) = G_{\Pi} r, \text{ отсюда } t_{x.k} = \frac{G_{\Pi} r}{G_x c_x} + t_{x.n}.$$

Начальные условия интегрирования дифференциальных уравнений задаются исходя из предположения о том, что аппарат до момента возникновения возмущений функционировал удовлетворительно. В этом случае:

$$t_{x.k}^{(0)} \approx t_{x.k}^3, \quad t_{\Gamma.k}^{(0)} \approx t_{x.k}^{(0)} + 5 \text{ (для теплообменника);}$$

$$t_{x.k}^{(0)} \approx t_k - 5 \text{ (для конденсатора).}$$

Процедура поиска управления продолжается до достижения теплообменным аппаратом стационарного (установившегося) режима работы, при котором состояние входа и выхода аппарата неизменны во времени.

### Построение функциональной схемы автоматизации

Моделируемая система управления теплообменным процессом должна выполнять следующие функции:

- измерение параметров процесса (возмущений и отклоне-

ний: температура, расход теплоносителей, уровень жидкости в аппарате и др.);

- расчет управляющих параметров на основе математической модели;

- выдача управляющего воздействия на исполнительный механизм (изменение расхода одного из теплоносителей).

Графически работу системы управления представляют в виде функциональной схемы автоматизации процесса [6, 7]. Функциональная схема автоматизации содержит структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления. На схеме (рис. 1.5) показывают с помощью условных обозначений:

- основное технологическое оборудование (теплообменный аппарат, насосное оборудование и т.д.);

- потоки жидкостей, газов и пара на входе и выходе теплообменника;

- приборы и средства автоматизации (6, 7, приложение I).

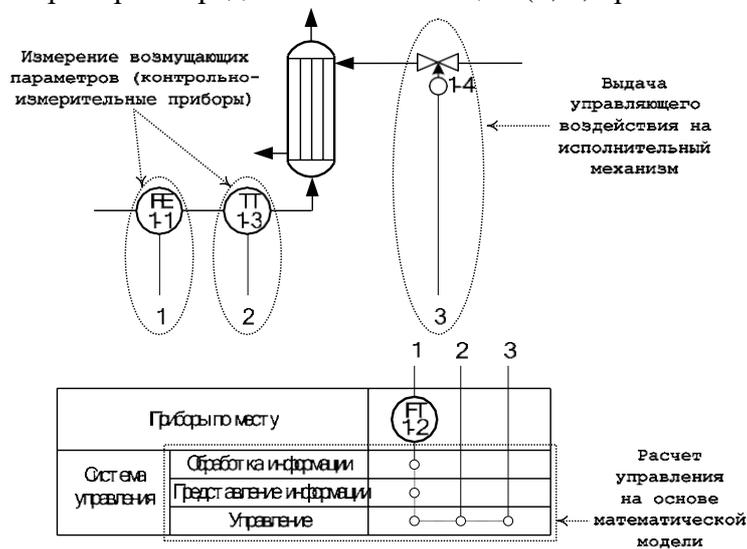


Рис. 1.5. Функциональная схема автоматизации теплообменного процесса

## Варианты заданий 1а – 1г

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления теплообменным аппаратом на основе анализа уравнений динамики процесса.

*Задание:*

– исследовать процесс функционирования кожухотрубного теплообменника, предназначенного для теплообмена между двумя водно-органическими растворами (оба раствора – коррозионно-активные жидкости с физико-химическими свойствами, близкими к свойствам воды);

– составить динамическую модель процесса;

– определить расход горячего раствора (подается в трубное пространство) в дискретные моменты времени, обеспечивающий температуру нагреваемой среды на выходе аппарата 45 °С;

– зависимость расхода горячего теплоносителя, расхода нагреваемой смеси, а также температур теплоносителей на выходе аппарата от времени представить в табличном и графическом виде;

– построить функциональную схему автоматизации;

– разработать презентацию курсовой работы и подготовить доклад к защите.

*Исходные данные и допущения:*

- 1) длительность процесса определяется временем выхода на установившийся режим;
- 2) расход нагреваемой среды на входе теплообменника задан в виде функции времени  $G_x(\tau)$ ;
- 3) начальные температуры нагреваемой смеси  $t_{x.n.}$  и нагревающего агента (горячего теплоносителя)  $t_{г.н.}$ ;
- 4) теплофизические свойства горячего теплоносителя: плотность  $\rho_r$ , теплопроводность  $\lambda_r$ , динамическая вязкость  $\mu_r$ , удельная теплоемкость  $c_r$ ;

5) теплофизические свойства нагреваемой смеси: плотность  $\rho_x$ , теплопроводность  $\lambda_x$ , динамическая вязкость  $\mu_x$ , удельная теплоемкость  $c_x$ ;

6) параметры теплообменника: диаметр кожуха  $D$ , диаметр труб  $d_T$ , число ходов  $z$ , число труб  $n$ , длина труб  $L$ , поверхность теплообмена  $F$ , площадь сечения потока между перегородками  $s_{II}$ , площадь сечения одного хода по трубам  $s_T$  (табл. 1.1);

7) для определения режима течения жидкости в трубном пространстве используется выражение:

$$Re_T = \frac{4G_T}{\pi d_T^{внутр.} (n/z) \mu_T};$$

8) для определения режима течения жидкости в межтрубном пространстве используется выражение:

$$Re_x = \frac{G_x d_T^{внеш.}}{s_{II} \mu_x}.$$

Таблица 1.1

Параметр	Вариант 1а	Вариант 1б
$G_x (\tau)$ , кг/с	$\begin{cases} e^{\tau/1300} + 20, & \tau \leq 4500; \\ 50, & \tau > 4500 \end{cases}$	$\begin{cases} \tau^{0.3} + 20, & \tau \leq 4500; \\ 33, & \tau > 4500 \end{cases}$
$t_{х.в.}$ , °C	23	18
$t_{г.н.}$ , °C	115	105
$\rho_T$ , кг/м <sup>3</sup>	986	986
$\lambda_T$ , Вт/(м·град)	0.662	0.662
$\mu_T$ , Па·с	0.00054	0.00054
$c_T$ , Дж/(кг·град)	4190	4190
$\rho_x$ , кг/м <sup>3</sup>	996	996
$\lambda_x$ , Вт/(м·град)	0.618	0.618
$\mu_x$ , Па·с	0.000804	0.000804
$c_x$ , Дж/(кг·град)	4180	4180
$D$ , мм	600	800
$d_T$ , мм	20×2	25×2

z	6	6
n	316	384
L, м	4	4
F, м <sup>2</sup>	79	121
s <sub>п</sub> , м <sup>2</sup>	0.048	0.07
s <sub>г</sub> , м <sup>2</sup>	0.009	0.022
<b>Параметр</b>	<b>Вариант 1в</b>	<b>Вариант 1г</b>
G <sub>x</sub> (τ), кг/с	$\begin{cases} \tau^{0.25} + e^{\tau/2500} + 20, & \tau \leq 4500; \\ 35, & \tau > 4500 \end{cases}$	$\begin{cases} e^{\tau/2500} \sin(\tau/2) + 30, & \tau \leq 5800; \\ 40, & \tau > 5800 \end{cases}$
t <sub>х.н.</sub> , °С	20	20
t <sub>г.н.</sub> , °С	112	110
ρ <sub>г</sub> , кг/м <sup>3</sup>	986	986
λ <sub>г</sub> , Вт/(м·град)	0.662	0.662
μ <sub>г</sub> , Па·с	0.00054	0.00054
c <sub>г</sub> , Дж/(кг·град)	4190	4190
ρ <sub>х</sub> , кг/м <sup>3</sup>	996	996
λ <sub>х</sub> , Вт/(м·град)	0.618	0.618
μ <sub>х</sub> , Па·с	0.000804	0.000804
c <sub>х</sub> , Дж/(кг·град)	4180	4180
D, мм	800	600
d <sub>г</sub> , мм	20×2	25×2
z	6	4
n	618	206
L, м	3	6
F, м <sup>2</sup>	116	97
s <sub>п</sub> , м <sup>2</sup>	0.07	0.045
s <sub>г</sub> , м <sup>2</sup>	0.02	0.018

### Варианты заданий 1д – 1з

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления конденсатором на основе анализа уравнений динамики процесса.

*Задание:*

– исследовать процесс функционирования кожухотрубного

конденсатора, предназначенного для конденсации паров органической жидкости и паров воды;

- составить динамическую модель процесса;
- определить расход охлаждающего агента (воды) в дискретные моменты времени, обеспечивающий полную конденсацию паров;
- зависимость значения расхода охлаждающего агента, расхода паров, а также температуры охлаждающего агента на выходе аппарата от времени представить в табличном и графическом виде;
- построить функциональную схему автоматизации;
- разработать презентацию курсовой работы и подготовить доклад к защите.

*Исходные данные и допущения:*

- 1) длительность процесса определяется временем выхода на установившийся режим;
- 2) расход паров органической жидкости и паров воды на входе теплообменника (подаются в межтрубное пространство) задан в виде функции времени  $G_{II}(\tau)$ ;
- 3) удельная теплота конденсации смеси  $g$ ;
- 4) температура конденсации в дефлегматоре  $t_k$ ; начальная температура охлаждающего агента  $t_{x.n.}$ ;
- 5) теплофизические свойства охлаждающего агента: плотность  $\rho_x$ , теплопроводность  $\lambda_x$ , динамическая вязкость  $\mu_x$ , удельная теплоемкость  $c_x$ ;
- 6) теплофизические свойства конденсата при температуре конденсации: плотность  $\rho_k$ , теплопроводность  $\lambda_k$ , динамическая вязкость  $\mu_k$ ;
- 7) параметры теплообменника (вертикального): диаметр кожуха  $D$ , диаметр трубок  $d_t$ , число ходов  $z$ , число труб  $n$ , длина труб  $L$ , поверхность теплообмена  $F$  (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Параметр	Вариант 1д	Вариант 1е
$G_{II}(\tau)$ , кг/с	$\begin{cases} e^{\tau/4910} - 0.5, & \tau \leq 3600; \\ 1.6, & \tau > 3600 \end{cases}$	$\begin{cases} \tau^{0.11} + 0.5, & \tau \leq 3600; \\ 3, & \tau > 3600 \end{cases}$
$g$ , Дж/кг	1180000	1095000
$t_k$ , °C	66	61
$t_{x.n.}$ , °C	20	22
$\rho_x$ , кг/м <sup>3</sup>	996	996
$\lambda_x$ , Вт/(м·град)	0.616	0.616
$\mu_x$ , Па·с	0.00082	0.00082
$c_x$ , Дж/(кг·град)	4180	4180
$\rho_k$ , кг/м <sup>3</sup>	760	770
$\lambda_k$ , Вт/(м·град)	0.219	0.218
$\mu_k$ , Па·с	0.000446	0.000447
$D$ , мм	600	600
$d_T$ , мм	25×2	25×2
$z$	2	4
$n$	240	206
$L$ , м	3	3
$F$ , м <sup>2</sup>	57	49
Параметр	Вариант 1ж	Вариант 1з
$G_{II}(\tau)$ , кг/с	$\begin{cases} \tau^{0.05} + e^{\tau/8500} - 0.4, & \tau \leq 3600; \\ 2.7, & \tau > 3600 \end{cases}$	$\begin{cases} e^{\tau/7500} + \cos(\tau/3.4) - 0.15, & \tau \leq 4300; \\ 1.5, & \tau > 4300 \end{cases}$
$g$ , Дж/кг	1150000	1210000
$t_k$ , °C	64	68
$t_{x.n.}$ , °C	23	19
$\rho_x$ , кг/м <sup>3</sup>	996	996
$\lambda_x$ , Вт/(м·град)	0.616	0.616
$\mu_x$ , Па·с	0.00082	0.00082
$c_x$ , Дж/(кг·град)	4180	4180
$\rho_k$ , кг/м <sup>3</sup>	765	780
$\lambda_k$ , Вт/(м·град)	0.218	0.217
$\mu_k$ , Па·с	0.000447	0.000450
$D$ , мм	600	600
$d_T$ , мм	25×2	25×2
$z$	6	1
$n$	196	257
$L$ , м	3	2
$F$ , м <sup>2</sup>	46	40

## II. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОМ АБСОРБЦИИ

### План выполнения работы

1. *Изучение процесса абсорбции:*
  - основные определения и закономерности;
  - математическая модель;
  - алгоритм расчета.
2. *Постановка задачи моделирования в соответствии с заданием на курсовую работу.*
3. *Разработка моделирующей программы:*
  - алгоритм процедуры расчета установки при изменении расхода абсорбента в области  $\left[ L_{\text{н}}^{\text{min}}, L_{\text{н}}^{\text{max}} \right]$
  - алгоритм процедуры расчета установки при изменении температуры абсорбента в области  $\left[ t_{\text{ж.н.}}^{\text{min}}, t_{\text{ж.н.}}^{\text{max}} \right]$
  - алгоритм процедуры определения оптимального технологического режима установки;
  - код моделирующей программы.
4. *Анализ и представление результатов моделирования.*
5. *Анализ процесса абсорбции с точки зрения задач управления.*
6. *Построение функциональной схемы автоматизации объекта.*
7. *Разработка презентации курсовой работы (не более 8 слайдов, в т.ч. постановка задачи, математическая модель процесса, алгоритмы расчета, результаты моделирования и др.).*
8. *Подготовка доклада к защите (длительность доклада не более 3-4 мин.).*

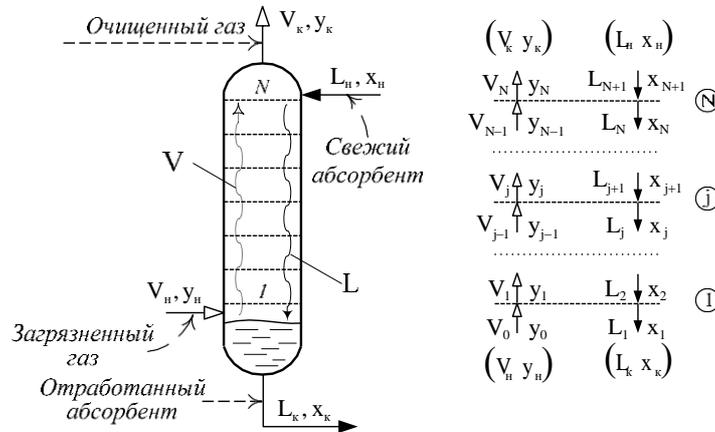
Рекомендуемая литература: [1– 9].

## Краткое описание процесса

*Абсорбцией* называется процесс поглощения газов или паров из газовых или паро-газовых смесей жидкими поглотителями (абсорбентами). При физической абсорбции поглощаемый газ (абсорбтив) не взаимодействует химически с абсорбентом. Если же абсорбтив образует с абсорбентом химическое соединение, то процесс называется *хемосорбцией* [1, 8].

В промышленности процессы абсорбции применяются главным образом для извлечения ценных компонентов из газовых смесей или для очистки этих смесей от вредных веществ.

Применяемые для абсорбционных процессов массообменные аппараты принято подразделять на две группы: с непрерывным (насадочные колонны) и со ступенчатым контактом фаз (тарельчатые колонны). Принципиальная схема противоточного аппарата со ступенчатым контактом фаз приведена на рис. 2.1.



**Рис. 2.1. Принципиальная технологическая схема тарельчатого абсорбера**

При рассмотрении процесса абсорбции ограничимся простым случаем, когда в массопереносе участвует лишь один из компонентов. Тогда каждую из взаимодействующих фаз можно считать бинарным раствором, состоящим из распределяемого

компонента (участвующее в массопереносе вещество) и инертного компонента (остальные компоненты данной фазы). Для характеристики состава раствора достаточно указать концентрацию распределяемого компонента.

В качестве исходных данных при расчете абсорбционных процессов обычно задаются начальные составы разделяемой смеси и разделяющего агента (абсорбента), расход исходной газовой смеси, а также конечная концентрация в ней извлекаемого компонента. Результаты расчета: расход абсорбента, параметры конструкции и технологического режима аппарата.

### Математическое описание процесса абсорбции

*Материальный баланс* [3] непрерывного процесса абсорбции в установившихся условиях может быть представлен следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} V_n y_n + L_n x_n - V_k y_k - L_k x_k &= 0, \\ V_n (1 - y_n) - V_k (1 - y_k) &= 0, \\ L_n (1 - x_n) - L_k (1 - x_k) &= 0, \\ L_n + V_n - L_k - V_k &= 0, \end{aligned} \quad (2.1)$$

$L_n, V_n$  – расходы абсорбента и газовой смеси на входе аппарата;  $L_k, V_k$  – расходы абсорбента и газовой смеси на выходе аппарата;  $x_n, y_n$  – начальная концентрация распределяемого компонента в жидкой и газовой фазах;  $x_k, y_k$  – конечная концентрация распределяемого компонента в жидкой и газовой фазах (рис. 2.1). В уравнениях (2.1) расходы фаз должны быть массовыми, если концентрации выражены в масс. долях; при выражении составов в мол. долях расходы должны быть мольными.

Полный массовый или мольный поток распределяемого компонента из одной фазы в другую во всем аппарате может быть найден из уравнений:

$$M = V_n y_n - V_k y_k = L_k x_k - L_n x_n$$

или

$$M = V_H - V_K = L_K - L_H. \quad (2.2)$$

Работу массообменного аппарата часто характеризуют степенью извлечения распределяемого компонента. Для абсорбции степень извлечения  $s$  равна:

$$s = \frac{M}{V_H y_H}. \quad (2.3)$$

Кроме уравнений (2.1), характеризующих работу всего аппарата, должны соблюдаться уравнения внутреннего материального баланса, описывающие работу отдельных ступеней аппарата. Для противоточных аппаратов со ступенчатым контактом фаз эти уравнения связывают концентрацию распределяемого компонента в фазе, выходящей из какой-либо ступени ( $y_j$ ), с его концентрацией в другой фазе, поступающей на ту же ступень ( $x_{j+1}$ ):

$$y_j = \frac{L_{j+1}}{V_j} x_{j+1} + \frac{V_H}{V_j} y_H - \frac{L_K}{V_j} x_K$$

или

$$y_j = \frac{L_{j+1}}{V_j} x_{j+1} + \frac{V_K}{V_j} y_K - \frac{L_H}{V_j} x_H \quad j=1,2,\dots,N. \quad (2.4)$$

Уравнения (2.4) справедливы в отсутствие взаимного уноса фаз (структура потоков внутри ступеней может быть произвольной). Если расходы существенно меняются внутри аппарата, т.е. если  $L_{j+1}$ ,  $V_j$  заметно зависят от номера ступени, то уравнения (2.4) нелинейны и должны быть дополнены уравнениями:

$$\begin{aligned} L_{j+1}(1-x_{j+1}) &= L_H(1-x_H) = L_K(1-x_K), \\ V_j(1-y_j) &= V_H(1-y_H) = V_K(1-y_K), \\ V_j - L_{j+1} &= V_K - L_H = V_H - L_K, \quad j=1,2,\dots,N-1. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Концентрация распределяемого компонента в газовой фазе может быть рассчитана с помощью равновесной концентрации и эффективности контактной ступени:

$$y_i = y_{j-1} + \eta(y^*(x_j, t_j) - y_{j-1}), \quad j=1,2,\dots,N, \quad (2.6)$$

где  $\eta$  – эффективность или к.п.д. тарелки,  $y^*(x_j, t_j)$  – концентрация распределяемого компонента в газовой фазе, равновесной с жидкостью, определяемая уравнением равновесия на основе закона Генри:

$$y^*(x_j, t_j) = m_j x_j, \quad m_j = E_j / P_j \quad (2.7)$$

здесь  $m_j$  – коэффициент распределения,  $E_j$  – константа Генри, которая зависит от температуры и свойств газа,  $P_j$  – давление на тарелке.

Для определения температуры фаз (которая должна быть одинаковой) систему уравнений материального баланса (2.1) – (2.5) необходимо дополнить уравнениями *теплового баланса* [3] для всего аппарата и для каждой ступени:

$$V_n I_n + L_n i_n - V_k I_k - L_k i_k = 0; \quad (2.8)$$

$$V_{j-1} I_{j-1} + L_{j+1} i_{j+1} - V_j I_j - L_j i_j = 0, \quad j=1,2,\dots,N, \quad (2.9)$$

где  $I_n, I_k, i_n, i_k$  – начальные и конечные удельные энтальпии (теплосодержание) соответствующих фаз;  $I_j, I_{j-1}, i_j, i_{j+1}$  – энтальпии фаз на выходе и входе ступени (кДж/кг).

При расчете неизотермических процессов кроме параметров, характеризующих входные потоки, в качестве исходных данных обычно задаются числом ступеней разделения. Повторение расчетов при различном соотношении расходов фаз и числе ступеней позволяет найти условия, при которых могут быть получены определенные конечные составы. Возможная схема расчета для неизотермической абсорбции, проводимой в тарельчатом аппарате, показана на рис. 2.2.

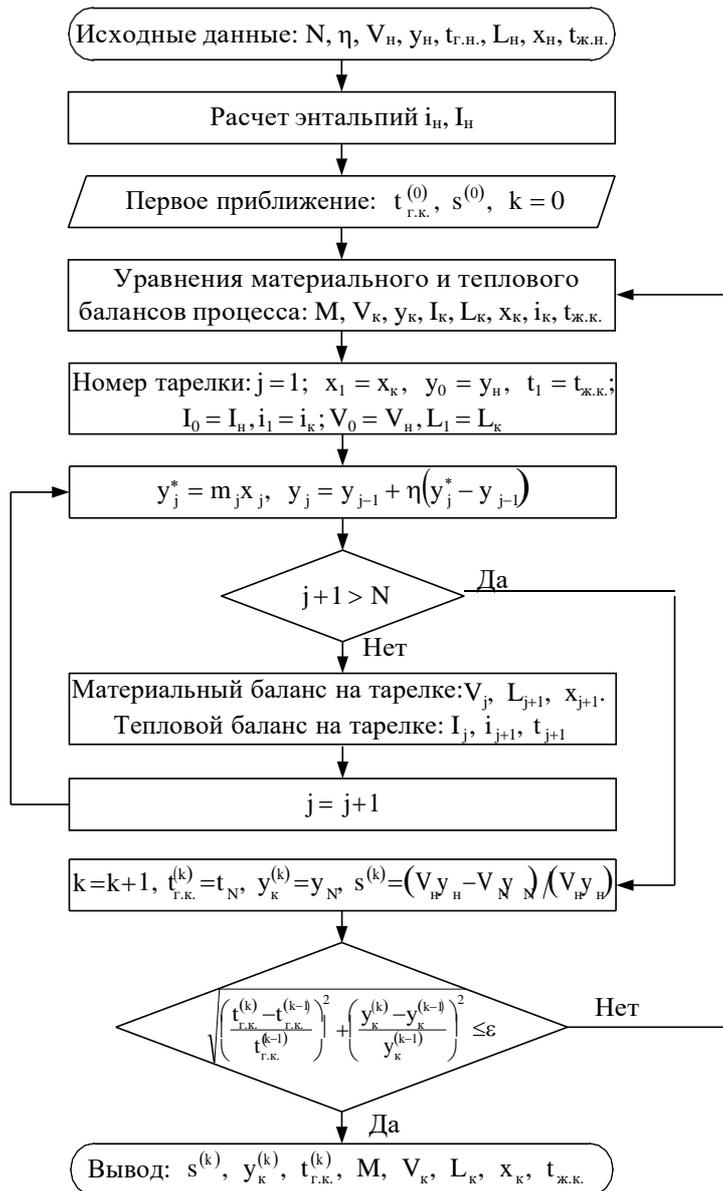


Рис. 2.2. Алгоритм расчета абсорбера со ступенчатым контактом фаз

В соответствии с этой схемой сначала задаются числом тарелок, к. п. д. тарелки, составом и температурой газа на выходе из абсорбера. Затем из материального и теплового балансов для всего процесса определяют конечные расходы фаз, температуру и состав выходящей из абсорбера жидкости. После этого, используя уравнения балансов и равновесия, проводят последовательный расчет расходов, составов и температур для всех ступеней. Полученные значения температуры и концентрации в газе на последней ступени сопоставляют с  $y_k$  и  $t_{г.к.}$ , которыми задавались в начале расчета. При значительном расхождении расчет повторяют, при этом за новые значения конечной концентрации и температуры газа принимают значения, полученные в предыдущей итерации.

Мольные энтальпии жидкости и газа (кДж/кмоль) рассчитываются по следующим формулам:

$$i = (c_m^p x + c_m^a (1-x))t, \quad (2.10)$$

$$I = (c_m^p y + c_m^i (1-y))t + r_m^p y, \quad (2.11)$$

где  $c_m^p$ ,  $c_m^a$ ,  $c_m^i$  – мольные теплоемкости распределяемого компонента, абсорбента и инертного компонента (кДж/(кмоль·град));  $r_m^p$  – мольная теплота испарения распределяемого компонента (кДж/кмоль);  $x$ ,  $y$  – концентрации распределяемого компонента в жидкости и газе (мол. доли). Мольная теплоемкость связана с массовой теплоемкостью  $c$  (кДж/(кг·град)) и молекулярной массой  $M_k$  (кг/кмоль):

$$c_m = cM_k.$$

Температура газа, выходящего из абсорбера  $t_{г.к.}^{(0)}$ , задаваемая в качестве первого приближения, принимается большей начальной температуры абсорбента на  $1 \div 3$  °С. Первое приближение степени извлечения распределяемого компонента  $s^{(0)}$  выбирается из диапазона  $85 \div 98$  %. На основе первого приближения рассчитываются параметры потоков на выходе аппарата:

$$M = sV_H y_H ;$$

$$V_K = V_H - M, L_K = L_H + M ;$$

$$x_K = \frac{L_K - L_H(1 - x_H)}{L_K}, y_K = \frac{V_K - V_H(1 - y_H)}{V_K}.$$

Энтальпия пара на выходе аппарата  $I_K$  определяется на основе выражения (2.11), энтальпия жидкости – с помощью уравнения (2.8):

$$i_K = \frac{V_H I_H + L_H i_H - V_K I_K}{L_K}.$$

Температура жидкости:

$$t_{ж.к.} = \frac{i_K}{c_m^p x_K + c_m^a (1 - x_K)}.$$

Определив величины  $y_K$  и  $t_{ж.к.}$ , необходимо провести потарелочный расчет с целью уточнения степени извлечения  $s$ . При этом для первой тарелки известны следующие величины:

$$x_1 = x_K, y_0 = y_H, t_1 = t_{ж.к.};$$

$$I_0 = I_H, V_0 = V_H;$$

$$i_1 = i_K, L_1 = L_K.$$

Уравнение равновесия (2.7) позволяет рассчитать равновесную концентрацию в газовой смеси на первой тарелке  $y^*(x_1, t_1)$ . Величина  $y_1$  рассчитывается с помощью выражения (2.6). Расход газа, уходящий с первой тарелки, а также расход и состав жидкости, поступающей на первую тарелку со второй, находим с помощью уравнений (2.5):

$$V_1 = V_H \frac{1 - y_H}{1 - y_1},$$

$$L_2 = V_1 - V_H + L_K,$$

$$x_2 = 1 - L_H \frac{1 - x_H}{L_2}.$$

Из теплового баланса для первой ступени можно определить температуру поступающей на нее жидкости:

$$I_1 = (c_m^p y_1 + c_m^a (1 - y_1)) t_1 + r^p y_1,$$

$$i_2 = \frac{V_1 I_1 + L_1 i_1 - V_0 I_0}{L_2},$$

$$t_2 = \frac{i_2}{c_m^p x_2 + c_m^a (1 - x_2)}.$$

Определяется концентрация распределяемого компонента в газовой фазе на второй тарелке  $y_2$  и т.д. до нахождения  $t_N$  и  $y_N$ . После этого расчетные значения сравниваются с  $t_{г.к.}$  и  $y_{к.}$ . Если они равны с заданной точностью, то расчет прекращают, иначе процедуру потарелочного расчета повторяют, при этом приняв в качестве следующего приближения  $t_{г.к.}^{(k)}$  и  $s^{(k)}$  данные из предыдущей итерации.

### Регулирование состава очищенного газа на выходе абсорбционной установки

Отклонения качественных характеристик очищенного газа от требуемых значений возможны в результате наличия возмущений на входе установки (состав, расход, теплофизические свойства исходной газовой смеси и абсорбента), а также отклонений (температура и давление в аппарате). В этой связи целесообразно применение системы регулирования степени извлечения изменением расхода абсорбента и его температуры.

Для поддержания температуры абсорбента его подают в холодильный аппарат, в котором он охлаждается в результате переноса тепла через поверхность стенок холодному теплоносителю (хладагенту). Необходимое количество хладагента  $G$  определяется путем расчета тепловой нагрузки на холодильник:

$$G = \frac{Q}{c^x (t_{x.к.} - t_{x.н.})} = \frac{L_n q^a (t_{ж} - t_{ж.н.})}{c^x (t_{x.к.} - t_{x.н.})}$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка на холодильник (кВт);  $c^a, c^x$  – массовые теплоемкости абсорбента и хладагента при средней температуре (кДж/(кг·К));  $t_{ж}, t_{ж.н.}$  – начальная температура (на входе холодильника) и конечная температура (на входе абсорбера) абсорбента;  $t_{х.к.}, t_{х.н.}$  – конечная и начальная температуры хладагента.

Использование аналитических зависимостей для определения управляющих параметров (расход хладагента) может быть реализовано в системе управления, принципиальная структура которой приведена на рис. 2.3.



Рис. 2.3. Структура системы управления абсорбционной установкой

### Построение функциональной схемы автоматизации

Моделируемая система управления абсорбционным процессом, реализованная на базе контрольно-измерительных приборов и ЭВМ, должна выполнять следующие функции:

- измерение параметров процесса (возмущений: температура и расход загрязненной газовой смеси; отклонений: расход свежего абсорбента, температура и давление в аппарате, уровень жидкости в кубе и др.);
- расчет управляющих параметров на основе математической модели;
- выдача управляющего воздействия на исполнительный

механизм (изменение расходов свежего и обработанного абсорбента и т.д.).

Для графического представления структуры и функциональных связей между технологическим процессом и средствами контроля и управления используется функциональная схема автоматизации процесса [6, 7]. На схеме показывают с помощью условных обозначений (рис. 2.4):

- основное технологическое оборудование (абсорбер; теплообменное оборудование, необходимое для охлаждения абсорбента; насосное оборудование и т.д.);
- потоки жидкостей, газов и пара на входе и выходе абсорбера;
- приборы и средства автоматизации (6, 7, приложение I).

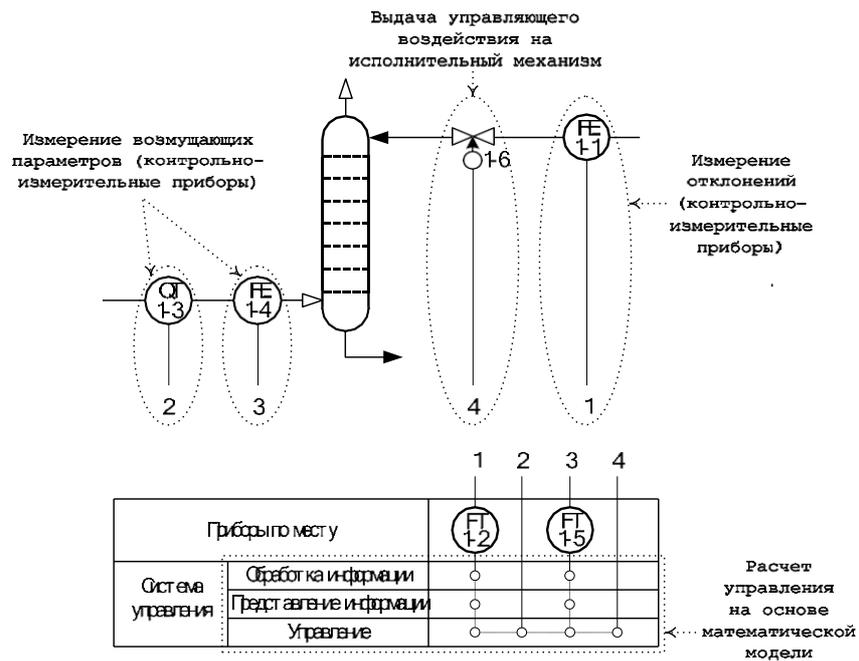


Рис. 2.4. Функциональная схема автоматизации процесса абсорбции

## Варианты заданий 2а – 2д

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления процессом абсорбции на основе анализа статических режимов работы установки.

*Задание:*

– для процесса абсорбции паров н-гексана из смеси с метаном парафинистым поглотительным маслом, определить зависимость степени извлечения гексана от значений управляющих параметров процесса (расход абсорбента, расход хладагента в теплообменник для охлаждения абсорбента);

– определить оптимальный технологический режим работы установки, обеспечивающий максимальную степень извлечения гексана, построить профили концентрации и температуры по высоте абсорбционной колонны;

– зависимость степени извлечения от значений управляющих параметров представить в табличном и графическом виде;

– построить функциональную схему регулирования степени извлечения упрощенным и развернутым методами;

– разработать презентацию курсовой работы и подготовить доклад к защите.

*Исходные данные и допущения:*

1) параметры исходной газовой смеси (гексан – метан): концентрация гексана  $y_n$ , расход  $V_n$ , температура  $t_{г.н.}$ , теплота испарения гексана  $r_{нр}^p$ , молярная теплоемкость газообразного метана  $c_m^n$ , молярная теплоемкость жидкого гексана  $c_m^p$ ;

2) параметры абсорбента (поглотительное масло): концентрация гексана  $x_n$ , расход  $L_n^{mn} \div L_n^{max}$ , начальная температура  $t_{ж.}$ , требуемая температура на входе абсорбера  $t_{ж.н.}^{min} \div t_{ж.н.}^{max}$ , молярная теплоемкость  $c_m^a$ , молярная масса  $M_k^a$ ;

3) пренебречь зависимостью теплоемкости и теплоты испаре-

- ния компонентов от температуры (в расчетах использовать значения этих параметров при температуре 30 °С);
- 4) количество тарелок в абсорбере N;
  - 5) к.п.д. тарелки  $\eta$  (табл. 2.1);
  - 6) зависимость концентрации распределяемого компонента в газовой фазе, равновесной с жидкостью, от температуры жидкости  $t_j$  (°С) и концентрации  $x_j$  на j-ой ступени:

$$y^*(x_j, t_j) = 9930x_j \exp\left(-\frac{2697.55}{224.37 + t_j}\right), \quad j=1,2,\dots,N.$$

Таблица 2.1

Параметр	Вариант 2а	Вариант 2б	Вариант 2в	Вариант 2г	Вариант 2д
$y_n$ , % мол.	18	22	23	25	30
$V_n$ , кмоль/с	0.1	0.13	0.12	0.13	0.13
$t_{г.н.}$ , °С	25	25	23	23	23
$x_n$ , % мол.	1	1	1	1	1
$L_n^{\min}$ , кмоль/с	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11
$L_n^{\max}$ , кмоль/с	0.20	0.25	0.30	0.50	0.90
$t_{ж}$ , °С	40	40	50	40	50
$t_{ж.н.}^{\min}$ , °С	20	20	18	18	18
$t_{ж.н.}^{\max}$ , °С	30	30	30	32	35
N	10	13	15	16	20
$\eta$	0.35	0.32	0.32	0.31	0.35
$c_m^a$ , кДж/(кмоль·К)	300	300	300	300	300
$c_m^u$ , кДж/(кмоль·К)	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9
$c_m^p$ , кДж/(кмоль·К)	196	196	196	196	196
$\Gamma_m^p$ , кДж/кмоль	31200	31200	31200	31200	31200
$M_k^a$ , кг/кмоль	200	200	200	200	200

### III. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОМ РЕКТИФИКАЦИИ

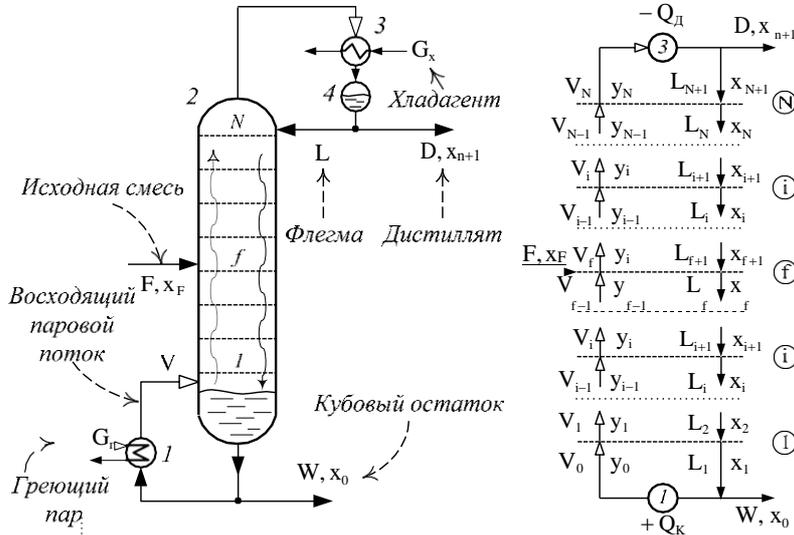
#### План выполнения работы

1. *Изучение процесса ректификации:*
  - основные определения и закономерности;
  - математическая модель;
  - алгоритм расчета статической модели.
2. *Постановка задачи моделирования в соответствии с заданием на курсовую работу.*
3. *Разработка моделирующей программы:*
  - алгоритм процедуры расчета установки в области изменения состава  $\left[ x_F^{\min}, x_F^{\max} \right]$  и расхода  $\left[ F^{\min}, F^{\max} \right]$  исходной смеси;
  - код моделирующей программы.
4. *Анализ и представление результатов моделирования.*
5. *Анализ процесса ректификации с точки зрения задач управления.*
6. *Построение функциональной схемы автоматизации объекта.*
7. *Разработка презентации курсовой работы (не более 8 слайдов, в т.ч. постановка задачи, математическая модель процесса, алгоритмы расчета, результаты моделирования и др.).*
8. *Подготовка доклада к защите (длительность доклада не более 3-4 мин.).*

Рекомендуемая литература: [1, 5 – 8, 10, 11].

### Краткое описание процесса

*Ректификация* – процесс разделения жидких и паро-жидкостных смесей путем многократного частичного испарения жидкости и конденсации паров. Процесс осуществляется путем контакта потоков пара и жидкости, имеющих различную температуру, и проводится обычно в колонных аппаратах (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Принципиальная технологическая схема ректификационной установки: 1 – кипятыльник, 2 – ректификационная колонна, 3 – дефлегматор, 4 – флегмовая емкость**

При каждом контакте из жидкости испаряется преимущественно *легколетучий*, или *низкокипящий*, компонент (НК), которым обогащаются пары, а из паров конденсируется преимущественно *труднолетучий*, или *высококипящий*, компонент (ВК), переходящий в жидкость. Такой двусторонний обмен компонентами, повторяемый многократно, позволяет получить в конечном счете пары, представляющие собой почти чистый НК. Эти пары после конденсации в отдельном аппарате дают *дистиллят* (*ректификат*) и *флегму* – жидкость, возвращаемую для

орошения колонны и взаимодействия с поднимающимися парами. Пары получают путем частичного испарения снизу колонны остатка, являющего почти чистым ВК [1, 8].

Процесс ректификации широко применяется в различных областях химической, нефтехимической и пищевой промышленности для выделения компонентов в чистом виде.

Процесс ректификации может осуществляться в аппаратах с непрерывным контактом фаз (насадочных колоннах) либо в аппаратах со ступенчатым контактом фаз (тарельчатые колонны).

При рассмотрении непрерывной ректификации будем пренебрегать разделяющим действием кипятильника и дефлегматора, т.е. кипятильник и дефлегматор будем считать аппаратами соответственно полного испарения и полной конденсации. Расчет ректификационной установки заданной конструкции при известных характеристиках исходного сырья проводится с целью определения расходов флегмы и дистиллята, а также тепловой нагрузки на теплообменное оборудование.

### **Математическое описание процесса ректификации**

Процесс массообмена протекает на каждой тарелке вследствие разности рабочих и равновесных концентраций НК в паре и в жидкости. По мере движения к кубу колонны жидкость обедняется (исчерпывается), а пар при движении вверх обогащается (укрепляется) НК. При построении математической модели примем следующие допущения:

– исходная бинарная смесь и флегма подаются в колонну в виде жидкости при температуре кипения;

– расход пара по высоте колонны постоянный:

$$V_i = V, \quad i = 0, 1, \dots, N;$$

– расход жидкости по высоте укрепляющей секции колонны постоянный:

$$L_i = L, \quad (i = f + 1, f + 2, \dots, N);$$

– расход жидкости по высоте исчерпывающей секции колонны постоянный:

$$L_i = F + L, \quad (i = 1, 2, \dots, f);$$

– в паровой фазе в зоне массообмена принимается полное вытеснение, а в жидкой фазе – полное перемешивание.

При принятых допущениях уравнения материального баланса для исчерпывающей части колонны, расположенной, ниже тарелки питания ( $1 < i < f$ ) имеют вид:

$$(L + F)x_1 - Vy_0 - Wx_0 = 0 \quad (\text{куб колонны}); \quad (3.1)$$

$$(L + F)(x_{i+1} - x_i) + V(y_{i-1} - y_i) = 0, \quad i = 1, 2, \dots, f - 1. \quad (3.2)$$

Для тарелки питания:

$$Fx_F + Lx_{f+1} - (L + F)x_f + V(y_{f-1} - y_f) = 0, \quad i = f. \quad (3.3)$$

Для укрепляющей части ( $f < i \leq N$ ):

$$L(x_{i+1} - x_i) + V(y_{i-1} - y_i) = 0, \quad i = f + 1, f + 2, \dots, N; \quad (3.4)$$

$$Vy_N - (L + D)x_{N+1} = 0 \quad (\text{дефлегматор}). \quad (3.5)$$

В выражениях (3.1) – (3.5):  $F$  – количество исходной смеси,  $D$  – отбор дистиллята,  $W$  – отбор кубового продукта,  $V$  – количество пара, уходящего с тарелки (паровой поток в колонне),  $L$  – количество жидкости, стекающей с тарелки, кмоль/ч;  $x_F$  – концентрация НК в питании (исходной смеси),  $x_0$ ,  $x_{N+1}$  – концентрации НК в кубовом продукте и дистилляте,  $x_i$  – концентрация НК в жидкости, стекающей с  $i$ -ой тарелки,  $y_i$  – концентрация НК в паре уходящего с  $i$ -ой тарелки, мол. доли (рис. 3.1).

Принятые допущения позволяют свести процесс массообмена на тарелке к схеме Мерффри [10], т.е. к массообмену при движении некоторого объема паровой фазы через слой жидкости одинаковой концентрации. В этом случае имеем соотношение:

$$\eta_i = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_i^* - y_{i-1}}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (3.6)$$

где  $\eta_i$  – локальный к.п.д. тарелки или КПД Мерффри,  $y_i^*$  – концентрация НК в паре, равновесном с жидкостью состава  $x_i$ , покидающей тарелку, мол. доли.

Из уравнений (3.6) выразим  $y_i$ :

$$y_i = y_{i-1} + \eta(y_i^* - y_{i-1}), \quad (3.7)$$

где  $\eta$  – средний к.п.д. колонны.

Расчет равновесных составов паровой и жидкой фаз осуществляется по уравнению

$$y_i^* = \frac{\alpha_i x_i}{1 + (\alpha_i - 1)x_i}, \quad (3.8)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент относительной летучести разделяемой смеси на  $i$ -ой тарелке (в расчетах примем  $\alpha = \text{const}$ ).

Записывая приведенные выше уравнения последовательно для тарелок  $i = 1, 2, \dots, N$  с учетом равенств:

для куба

$$y_0 = x_0, \quad (3.9)$$

для конденсатора

$$y_N = x_{N+1}, \quad (3.10)$$

и используя уравнения общего материального баланса колонны

$$F = D + W, \quad (3.11)$$

$$L = RD = V - D, \quad (3.12)$$

$$Fx_F = Dx_{N+1} + Wx_0, \quad (3.13)$$

получим математическое описание стационарного режима работы ректификационной колонны. В выражении (3.12)  $R$  – флегмовое число, характеризующее отношение расхода флегмы к расходу дистиллята.

Решением системы уравнений (3.1) – (3.13) являются величины  $x_i$  и  $y_i$  ( $i = 0, 1, \dots, N + 1$ ), т.е. значения концентраций НК на тарелках и в продуктах разделения.

### Алгоритм расчета статики процесса

Для расчета статики процесса используется процедура Stat B06 [11]. В качестве независимых переменных выбираются  $x_0$  и  $R$ . Определению подлежат величины  $D$ ,  $x_{N+1}$ .

1. Концентрация легколетучего компонента в дистилляте  $x_{N+1}$  связана с расходом дистиллята уравнением общего материального баланса (3.12):

$$\bar{x}_{N+1} = \frac{Fx_F - (F - D)x_0}{D}, \quad (3.14)$$

где  $x_0$  задается из области ограничений, накладываемых на состав кубового остатка.

2. Выбирается значение  $D$  и по формуле (3.14) определяется  $\bar{x}_{N+1}$ . Величина  $D$  в каждом цикле расчета вычисляется как среднее арифметическое значений, ограничивающих  $D$  слева и справа

$$D = \frac{D_l + D_n}{2}$$

Для первого цикла:

$$D_l^{(1)} = F \frac{x_F - x_0}{1 - x_0},$$

$$D_n^{(1)} = F,$$

где  $D_l^{(1)}$  – минимальный отбор при заданной чистоте кубового остатка  $x_0$ , что соответствует максимальной физически реализуемой чистоте дистиллята, равной единице;  $D_n^{(1)}$  максимальное физически реализуемое значение отбора дистиллята, равное расходу питания.

3. По уравнениям общего баланса (3.11), (3.12) рассчитываются величины  $W$  и  $L$ .

4. С помощью уравнений (3.1) – (3.8) определяется  $x_i$

( $i = 1, 2, \dots, N + 1$ ), при этом  $y_0 = x_0$ .

Из выражения (3.1):

$$x_1 = \frac{1}{L + F}(Vy_0 + Wx_0) = 0.$$

Равновесная концентрация НК в паровой фазе, находится по уравнению

$$y_1^* = \frac{\alpha_1 x_1}{1 + (\alpha_1 - 1)x_1}.$$

Из (3.7) определяется концентрация  $y_1$ :

$$y_1 = y_0 + \eta \left( y_1^* - y_0 \right).$$

Далее с помощью уравнения (3.2) определяется  $x_2$ :

$$x_2 = \frac{1}{L + F}V(y_1 - y_0) + x_1.$$

Продолжая расчет для каждой тарелки, определяется  $x_{N+1}$ :

$$x_{N+1} = \frac{1}{L + D}Vy_N.$$

5. Проверяется правильность выбора  $D$ . Если  $D$  выбрано верно, то  $x_{N+1}$  должно равняться  $\bar{x}_{N+1}$ , рассчитанной по формуле (3.14).

Если  $x_{N+1} \neq \bar{x}_{N+1}$ , то значение  $D$  необходимо изменять до тех пор, пока не выполнится условие

$$|x_{N+1} - \bar{x}_{N+1}| \leq \varepsilon.$$

Направление изменения  $D$  следующее: если  $x_{N+1} > \bar{x}_{N+1}$ , то в качестве правой границы  $D_{\Pi}^{(k+1)}$  берется значение  $D^{(k)} = D$  из предыдущего цикла расчета, а левая граница остается прежней

$$D_{\Pi}^{(k+1)} = D_{\Pi}^{(k)},$$

далее повторяется расчет при новом среднем

$$D^{(k+1)} = \left( D_{\Pi}^{(k+1)} + D_{\Pi}^{(k+1)} \right) / 2.$$

Если же  $x_{N+1} < \bar{x}_{N+1}$ , то  $D^{(k)} = D$  из предыдущего цикла расчета берется в качестве левой границы  $D_{\text{л}}^{(k+1)}$ , а правая – остается прежней.

В результате расчета статики процесса при некотором флегмовом числе  $R$  определяется значение  $D$ , которое обеспечивает выполнение условия баланса.

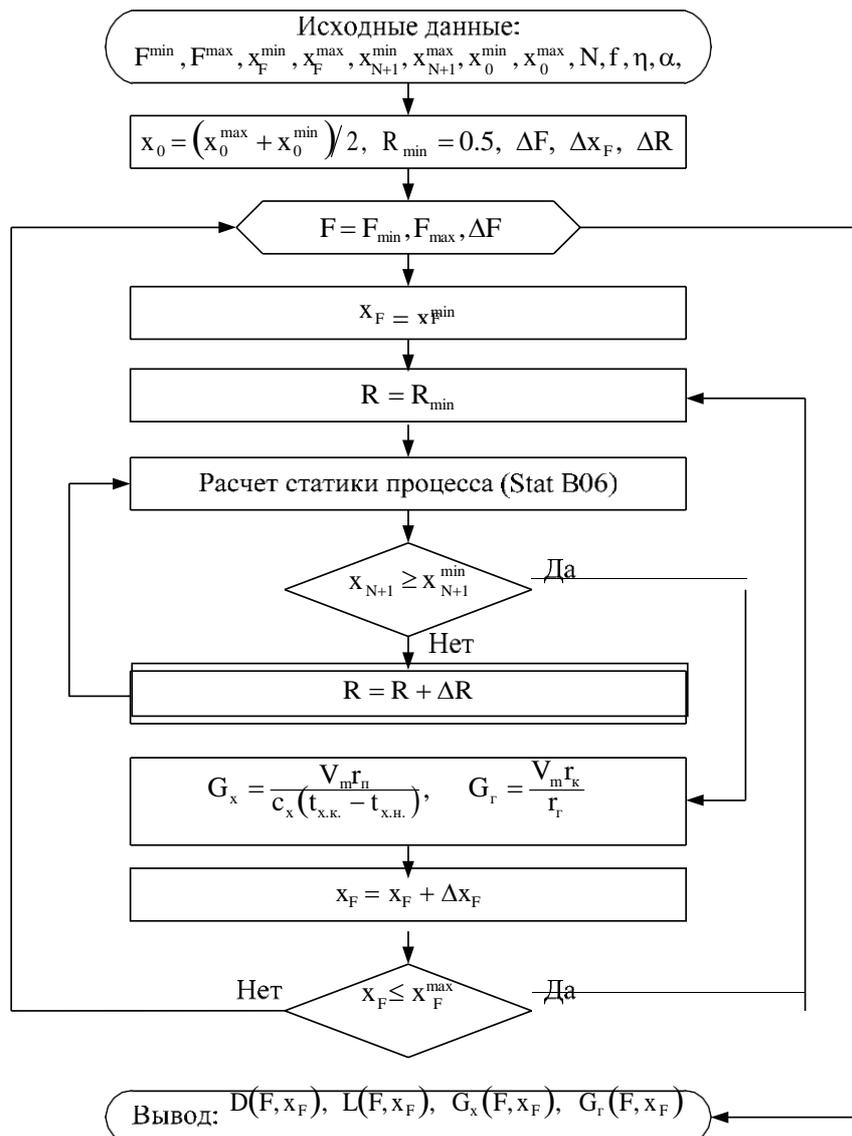
### **Расчет управляющих параметров процесса ректификации в заданной области изменения состояний входа**

С помощью процедуры расчета статики достигаются условия выполнения общего и потарелочного балансов. С точки зрения управления процессом важным является определение расходов флегмы и дистиллята, при которых выполняются требования по качеству продуктов (концентрация НК в дистилляте и кубовом остатке).

Расход флегмы (флегмовое число) определяется методом последовательных приближений, при этом на каждой итерации проводится расчет статики. Если текущее приближение расхода флегмы обеспечивает заданную чистоту продуктов, то процедура поиска прекращается.

В случае поиска управляющих параметров процессом для заданной области изменения входных параметров (состав и расход исходной смеси) поиск значений флегмового числа повторяется для каждого состояния входа. При этом входные параметры определяются комбинированным перебором значений концентрации НК в питании и расхода питания из заданной области (рис. 3.2).

Помимо расходов флегмы и дистиллята управляющими параметрами ректификационной установки являются также расходы греющего пара в кипятильник  $G_{\text{г}}$  и хладагента в конденсатор установки  $G_{\text{х}}$ . С помощью этих параметров регулируются температура и давление в колонне.



**Рис. 3.2. Алгоритм расчета ректификационной установки при изменении расхода и состава исходной смеси в заданной области**

Определение требуемых расходов теплоносителей проводится с помощью уравнений теплового баланса, составленных для конденсатора и кипятильника.

$$G_x = \frac{Q_D}{c_x (t_{x.к.} - t_{x.н.})}. \text{ Т.к. } Q_D = V_{п} r_{п}, \text{ то}$$

$$G_x = \frac{V_{п} r_{п}}{c_x (t_{x.к.} - t_{x.н.})},$$

где  $Q_D$  – количество тепла, отбираемого в конденсаторе (кДж/ч);  $c_x$  – теплоемкость хладагента при средней температуре (кДж/(кг·К));  $t_{x.н.}$ ,  $t_{x.к.}$  – начальная и конечная температуры хладагента;  $V_{п}$ ,  $r_{п}$  – массовый расход (кг/ч) и теплота конденсации (кДж/кг) паров, отбираемых с верха колонны.

$$G_r = \frac{Q_K}{r_r} = \frac{V_{п} r_k}{r_r},$$

здесь  $Q_K$  – количество тепла, подводимого в кипятильник (кДж/ч);  $r_r$  – теплота конденсации греющего пара (кДж/кг);  $V_{п}$ ,  $r_k$  – массовый расход (кг/ч) и теплота испарения (кДж/кг) испаряемой смеси, подводимой в кипятильник из куба колонны.

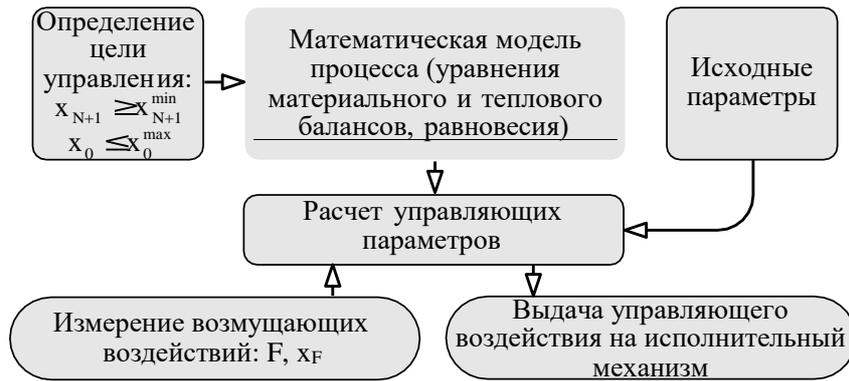


Рис. 3.3. Структура системы управления ректификационной установкой

Использование аналитических зависимостей для определения управляющих параметров процесса может быть применено в системе управления, структура которой представлена на рис. 3.3.

Система управления реализуется на базе контрольно-измерительных приборов и ЭВМ.

### **Построение функциональной схемы автоматизации**

Моделируемая система управления процессом ректификации должна выполнять следующие функции:

- измерение параметров процесса (возмущений: температура, расход и теплофизические свойства исходной смеси; отклонений: расходы флегмы, теплоносителей и продуктов разделения, температура и давление в аппарате, уровень жидкости в кубе и др.);

- расчет управляющих параметров на основе математической модели;

- выдача управляющего воздействия на исполнительный механизм (изменение расходов флегмы, дистиллята, кубового остатка, хладагента, греющего пара).

Для графического отображения структуры и функциональных связей между технологическим процессом и средствами контроля и управления используется функциональная схема автоматизации процесса [6, 7]. Функциональная схема представляется в виде условных обозначений и содержит следующие элементы (рис. 3.4):

- основное технологическое оборудование (ректификационная колонна, теплообменное и насосное оборудование, емкости);

- коммуникации жидкостей, газов и пара (потoki на входе и выходе колонны);

- приборы и средства автоматизации (6,7, приложение I).

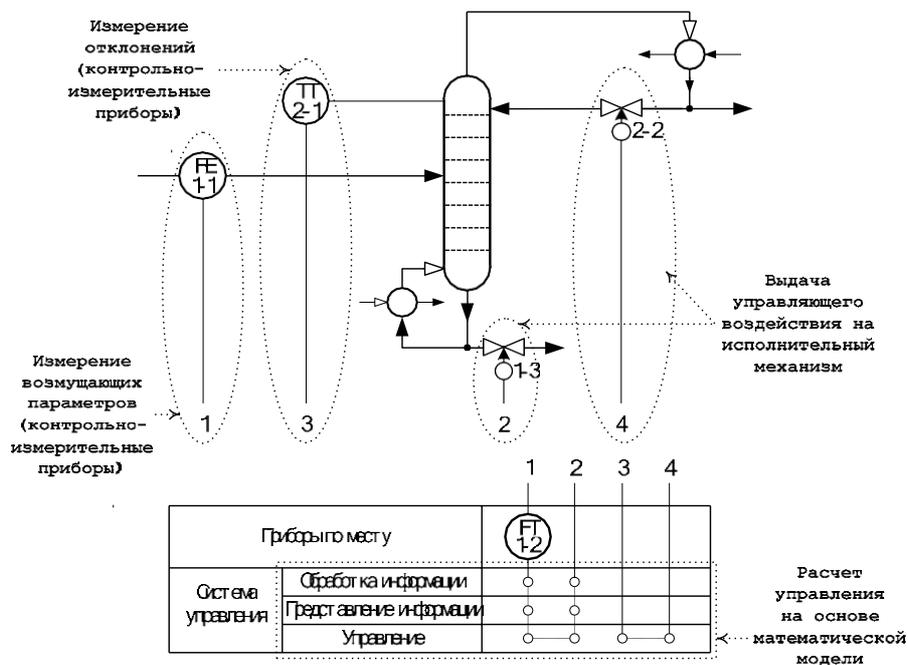


Рис. 3.4. Функциональная схема автоматизации процесса ректификации

### Варианты заданий 3а – 3д

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления процессом бинарной ректификации на основе анализа статических режимов работы установки.

*Задание:*

– в заданной области изменения входных параметров ректификационной установки разделения бинарной смеси определить значения управляющих параметров процесса (расходы дистиллята, флегмы, греющего пара в кипятильник, хладагента в конденсатор), при которых выполняются требования по качеству получаемых продуктов;

– зависимость значений расхода соответствующих управляющих параметров от состояния входа представить в таблич-

ном и графическом виде;

- построить функциональную схему автоматизации;
- подготовить презентацию курсовой работы и доклад.

*Исходные данные:*

- 1) расход питания:  $F^{\min} \div F^{\max}$  ;
- 2) содержание НК в питании:  $x_F^{\min} \div x_F^{\max}$  ;
- 3) количество тарелок – N;
- 4) номер тарелки питания – f;
- 5) к.п.д. тарелки –  $\eta$ ;
- 6) коэффициент относительной летучести  $\alpha$  (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Параметр	Вариант 3а	Вариант 3б	Вариант 3в	Вариант 3г	Вариант 3д
исходная смесь	бензол – толуол	метиловый спирт – вода	двуххлористая сера – четырёх- хлористый углерод	пентан – гептан	гексан – октан
$F^{\min}$ , кг/ч	7000	3000	3000	7000	13000
$F^{\max}$ , кг/ч	15000	13000	10000	14000	18000
$x_F^{\min}$ , % масс.	30	20	40	40	50
$x_F^{\max}$ , % масс.	70	40	60	60	70
N, шт.	30	20	20	15	30
f	16	8	9	8	20
$\eta$	0.6	0.63	0.57	0.5	0.4
$\alpha$	2.45	3.8	1.77	6.48	6.1
содержание НК в дистилляте (% масс.), не менее	96	95	85	95	98
содержание ВК в куб. остатке (% масс.), не менее	98	98	88	98	91

## IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕАКЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ

### План выполнения работы

1. *Изучение реакционного процесса:*
  - основные определения процесса, классификация химических реакторов;
  - основные понятия химической кинетики;
  - математическая модель химического реактора;
  - алгоритм расчета реактора.
2. *Постановка задачи моделирования в соответствии с заданием на курсовую работу.*
3. *Разработка моделирующей программы:*
  - алгоритм расчета уравнений кинетики и теплового баланса;
  - алгоритм поиска управляющих параметров процесса (расходы реагента, теплоносителя, температуры теплоносителя);
  - код моделирующей программы.
4. *Анализ и представление результатов моделирования.*
5. *Анализ реакционного процесса с точки зрения задач управления.*
6. *Построение функциональной схемы автоматизации объекта.*
7. *Разработка презентации курсовой работы (не более 8 слайдов, в т.ч. постановка задачи, математическая модель процесса, алгоритмы расчета, результаты моделирования и др.).*
8. *Подготовка доклада к защите (длительность доклада не более 3-4 мин.).*

Рекомендуемая литература: [5 – 7, 12 – 16].

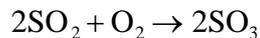
## Основные определения процесса, классификация химических реакторов

*Химический реактор* – это аппарат, в котором осуществляются химические реакции с целью получения необходимых веществ в условиях технологического процесса [13]. Наиболее простой мерой скорости и глубины протекания реакционного процесса служит степень превращения и выход продукта, которые получают определением соотношения количеств исходных веществ и продуктов или же их концентраций в исходной и прореагировавшей газовой (жидкой) смеси.

*Степень превращения* определяют по основному исходному веществу. Основным исходным называют вещество, по которому идет расчет, как правило, это наиболее дорогое из веществ, присутствующее в исходной смеси [14]. Для модельной реакции



например, для окисления диоксида серы по реакции



основным исходным веществом будет  $SO_2$ , а дешевое – кислород воздуха присутствует в большом избытке.

Общую степень превращения  $\alpha$  определяют как отношение массы превратившегося вещества А ( $G_{A_{\text{пр}}}$ ) к общей массе его в исходной смеси  $G_{A_{\text{н}}}$ .  $G_{A_{\text{пр}}}$  включает массу вещества А превратившегося как в целевой продукт, так и в побочные (если они получаются):

$$\alpha_A = \frac{G_{A_{\text{пр}}}}{G_{A_{\text{н}}}}$$

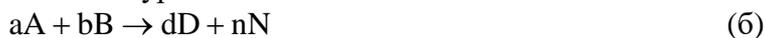
Для газофазных процессов общую (действительную) степень превращения (конверсии) обычно определяют по замеренным в опыте объемным концентрациям исходного вещества на входе в реактор  $c_{A_{\text{н}}}$  и на выходе из него  $c_{A_{\text{к}}}$  с поправкой  $\beta$  на

изменение объема смеси вследствие реакции:

$$\alpha = \frac{c_{A_H} - c_{A_K}}{c_{A_H}}. \quad (4.1)$$

Многие процессы органического синтеза являются многомаршрутными, т.е. протекают одновременно по нескольким параллельным и последовательным реакциям с получением побочных продуктов. *Селективностью* (избирательностью) процесса называют отношение количества основного исходного вещества, превратившегося в основной продукт, к общему количеству превратившегося вещества [14].

Выражая химические процессы, в которых кроме целевого продукта D получается один или несколько побочных продуктов N, балансовым уравнением



получаем выражение селективности

$$S = \frac{G_{A \rightarrow D}}{G_{A \rightarrow D} + G_{A \rightarrow N}},$$

где  $G_{A \rightarrow D}$  – количество основного исходного вещества A, превратившегося в целевой продукт D;  $G_{A \rightarrow N}$  – количество A, превратившегося в побочные продукты.

Селективность можно определить также через степень превращения вещества A:

$$S = \frac{\alpha_{A \rightarrow D}}{\alpha_A},$$

где  $\alpha_{A \rightarrow D}$  – степень превращения вещества A в целевой продукт D.

$$\alpha_A = \frac{G_{A \rightarrow D} + G_{A \rightarrow N}}{G_{A_H}}.$$

*Выходом продукта* называют отношение количества полученного продукта к количеству, которое получилось бы при

полном протекании реакции [14].

Общий выход продукта  $x_n$  вычисляют как отношение количества полученного целевого продукта  $G_D$  к максимально возможному  $G_M$  при полном превращении исходного А в D по реакции (а) или (б)

$$x_n = \frac{G_D}{G_M}.$$

Условия работы химических реакторов весьма разнообразны: от давления в несколько тысяч мегапаскалей до глубокого вакуума; от глубокого холода до нескольких тысяч градусов; от высоких до низких скоростей потоков вещества через реактор; при наличии нескольких фаз и сложного состава реакционных сред.

В реакторных устройствах при проведении собственно химического превращения осуществляются различные физические процессы (гидродинамические, тепловые, диффузионные и др.), с помощью которых создаются необходимые условия.

Для осуществления физических процессов в реакторных устройствах используются различные конструктивные элементы (мешалки, контактные устройства, теплообменники и др.). Так как сочетаний этих элементов и реакционных процессов может быть много, то и количество реакторных устройств также значительно. Наиболее рациональные признаки классификации химических реакторов следующие [15]:

- способ организации процесса;
- режим движения реакционной смеси;
- тепловой режим в реакторе;
- фазовый состав реакционной смеси;
- конструктивные характеристики реактора.

*Способ организации процесса.* В реакторе периодического действия рабочий цикл включает загрузку реагирующих веществ, проведение химического или физико-химического пре-

вращения, выгрузку продуктов реакции или физико-химического превращения, подготовку реактора к новому циклу. Производительность такого аппарата ниже производительности реактора непрерывного действия.

В реакторе полунепрерывного действия одну из операций (подачу сырья или вывод готового продукта) проводят периодически. Так, в некоторых случаях накопление целевого продукта отстает от всех предыдущих операций, и тогда целевой продукт выдают по мере его накопления, периодически. Если целевой продукт необходим непрерывно, его подают непрерывно, а сырье – периодически. Производительность такого аппарата также ниже производительности аппарата непрерывного действия, но степень превращения может быть выше, чем в аппарате непрерывного действия.

В реакторе непрерывного действия все операции по получению целевого продукта (подача реагентов, химическое или физико-химическое превращение, вывод получаемого продукта) выполняют одновременно. Затраты времени на загрузку, выгрузку и подготовку аппарата к проведению реакции отсутствуют. На крупнотоннажных химических производствах большая часть или все операции переработки сырья непрерывны.

*Режим движения реакционной смеси.* В зависимости от гидродинамического режима реакторы подразделяют на реакторы смешения и реакторы вытеснения. В полной мере практически невозможно исключить в реакторах вытеснения некоторое смешение реагирующих компонентов по длине (высоте) реактора. В реакторах смешения также нельзя полностью исключить небольшие зоны неравенства концентраций. Поэтому модели таких реакторов принято называть реакторами идеального смешения (РИС) и реакторами идеального вытеснения (РИВ). С внесением необходимых поправок модели РИС и РИВ можно использовать на практике.

Процесс смешения в РИС должен быть организован таким образом, чтобы в любой точке аппарата были абсолютно одинаковые условия по концентрации реагентов, продуктов реакции, степени

превращения, температуре, скорости химического или физико-химического превращения и т.д.

*Тепловой режим в реакторе.* Химические или физико-химические превращения, проводимые в реакторах, всегда происходят с выделением или поглощением некоторого количества тепла. По этому признаку реакторы делят на изолированные от окружающей среды – адиабатические, в которых все количество тепла, выделившееся в системе в результате реакции, остается в самой системе (за исключением небольших потерь), и изотермические, когда химическое или физико-химическое превращение необходимо проводить при определенной (заданной) температуре, и в реакторе должен быть организован теплообмен.

Возможен политропический (промежуточный) режим, когда температура в реакторе непостоянна. В реакторах такого типа часть тепла при необходимости подводят к реакционной смеси или, наоборот, отводят от реакционной смеси в зависимости от свойств системы.

*Фазовый состав реакционной смеси.* В зависимости от фазового состава реакционной смеси различают аппараты для проведения гомогенных процессов для систем газовых, жидкостных и одного твердого тела; реакторы для гетерогенных процессов для систем газ – жидкость, газ – твердое тело, газ – жидкость – твердое тело, жидкость – жидкость (несмешивающиеся), жидкость – твердое тело, два твердых тела; для систем с числом фаз больше трех. К последним относятся и реакторы для гетерогенно-каталитических систем.

*Конструктивные характеристики реактора.* По конструкции реакторы могут быть разделены на [13]:

- 1) реакторы типа колонны (рис. 4.1 а);
- 2) реакторы типа теплообменника (рис. 4.1 б);
- 3) реакторы типа реакционной камеры (рис. 4.1 в);
- 4) реакторы типа печи (рис. 4.1 г).

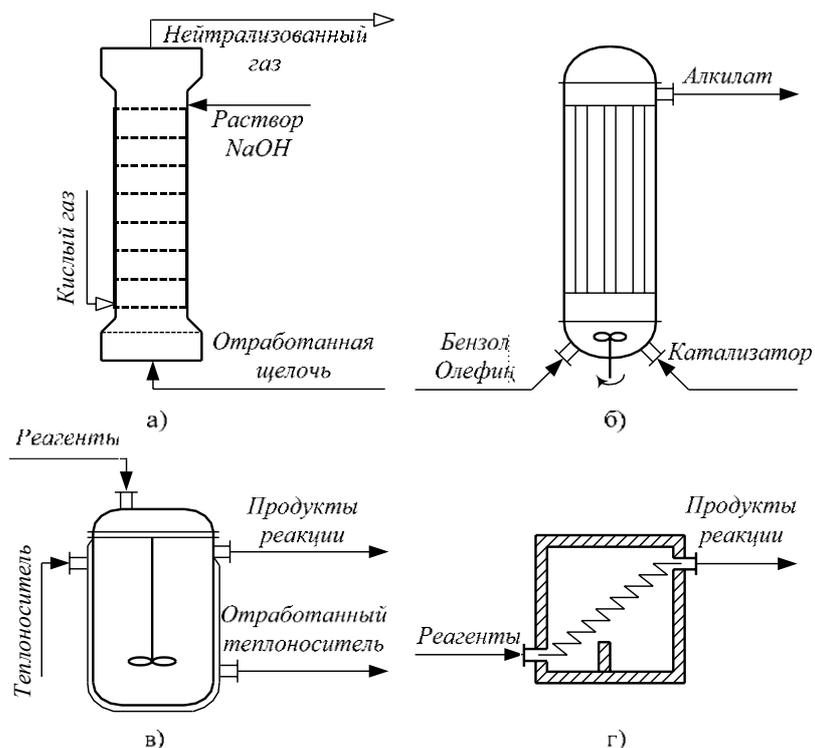


Рис. 4.1. Реакторы: а – колонный, б – трубчатый, в – реакционная камера, г – печь

Расчет реакторных устройств заданной конструкции проводится с целью определения требуемого количества катализатора, расходов теплоносителя и реагирующих веществ, температуры и давления в аппарате, длительности проведения реакции, при которых будет достигнута наибольшая степень превращения исходных компонентов.

### Основные понятия химической кинетики

Предметом химической кинетики является исследование закономерностей протекания химических процессов во времени (их скоростей в зависимости от ряда факторов – температуры,

давления, концентраций и др.) и механизмов химических реакций (отдельных стадий и промежуточных веществ). Химическая кинетика позволяет рассчитывать время достижения заданных степеней превращения исходных веществ в процессах и минимизировать это время путем оптимального варьирования факторов, влияющих на скорость реакции [16].

По фазовому принципу химические реакции подразделяются на *гомогенные* и *гетерогенные*.

По термическим показателям реакции делятся на экзотермические, эндотермические, автотермические, изотермические и со смешанным циклом по теплоте реакции. *Экзотермические* реакции протекают с выделением тепла. Следовательно, в реакторах, в которых протекают такого рода реакции, необходимо предусматривать отвод тепла. *Эндотермические* реакции протекают с поглощением тепла, поэтому при осуществлении такого рода реакций в реакторах предусматривается подвод тепла. *Тепловым эффектом* химической реакции называется количество теплоты, выделяемой или поглощаемой в результате химического процесса при постоянном давлении или объеме, равенстве температур исходных веществ или продуктов [13].

Скорость химической реакции  $r$  характеризует интенсивность протекания процесса. В общем случае под *скоростью реакции* понимают число актов (химических превращений) в единицу времени в единице реакционного пространства. Для гомогенных процессов реакционное пространство является трехмерным и представляет собой объем реактора ( $V$ ), для гетерогенных процессов оно двумерное (площадь поверхности границы раздела фаз  $S$ ). На практике пользуются не числом актов реакции, поскольку эта величина очень большая, а пропорциональными ей параметрами – количеством вещества  $n$ , молярной концентрацией  $c$ , степенью превращения  $\alpha$ .

Для статических условий мгновенная скорость гомогенной химической реакции есть изменение количества вещества како-

го-либо компонента реакционной системы в единицу времени в единице объема:

$$r = -\frac{dn}{Vdt} = r_{\text{исх}}, \quad (4.2)$$

$$r = \frac{dn}{Vdt} = r_{\text{прод}}, \quad (4.3)$$

где  $r_{\text{исх}}$ ,  $r_{\text{прод}}$  – скорости по исходному веществу А и продукту А (моль/(л·с));  $n$ ,  $n$  – количество исходного вещества и продукта (моль);  $V$  – реакционный объем (л).

В ходе реакции количества исходных веществ во времени убывают ( $dn/dt < 0$ ), количества продуктов реакции увеличиваются ( $dn/dt > 0$ ). Скорость является положительной величиной, поэтому в уравнении (4.2) перед производной поставлен знак минус, а в выражении (4.3) плюс. При постоянстве объема системы ( $V = \text{const}$ )

$$\frac{dn}{Vdt} = c,$$

где  $c$ ,  $c$  – концентрации исходного вещества и продукта (моль/л). Тогда скорость реакции

$$r_{\text{исх}} = -\frac{dc}{dt},$$

$$r_{\text{прод}} = \frac{dc}{dt}.$$

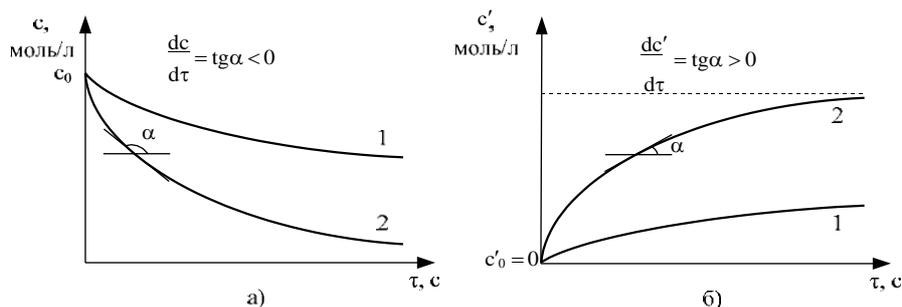
Скорость реакции часто выражают через степень превращения. Из (4.1) следует  $c = (1 - \alpha)c_n$ . Тогда

$$\frac{dc}{dt} = -c_n \frac{d\alpha}{dt}.$$

Для гетерогенных процессов

$$r_{\text{исх}} = -\frac{dn}{Sdt},$$

где  $S$  – площадь поверхности границы раздела фаз ( $\text{м}^2$ ). В данном случае размерность скорости реакции –  $\text{моль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .



**Рис. 4.2. Кинетические кривые для исходных веществ (а) и продукта реакции (б): 1 – медленная реакция, 2 – быстрая реакция**

Изучая гомогенные химические процессы в статических условиях легко получить зависимости концентраций исходных веществ  $c$ , или продуктов реакции  $c'$  от времени  $\tau$ , которые называются *кинетическими кривыми*. Зависимости  $c = f(\tau)$  и  $c' = f(\tau)$  изображены на рис. 4.2. В соответствии с изменением концентраций исходных веществ и продуктов во времени функции  $c = f(\tau)$  являются убывающими, а  $c' = f(\tau)$  – возрастающими. Кинетические кривые 1 и 2 относятся к медленной и быстрой реакциям соответственно ( $r_1 < r_2$ ). Производные концентрации по времени, входящие в выражение для мгновенной скорости реакции, находятся как тангенсы углов наклона касательных к кинетическим кривым в соответствующих точках.

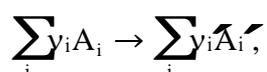
#### Элементарные химические реакции. Закон действующих масс

*Элементарной* называется химическая реакция, протекающая в одну стадию (элементарный акт). Большинство химических реакций являются не элементарными, а *сложными*, поскольку они протекают во времени через несколько отличающихся друг от друга элементарных стадий и промежуточных веществ, совокупность которых называют *механизмом* сложной

реакции. В сложных реакциях наряду с расходом реагентов А и образованием продуктов А' на отдельных стадиях возможно образование и расходование *промежуточных веществ* А\*, которые в случае достаточной химической устойчивости могут быть выделены и идентифицированы.

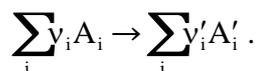
С позиций кинетической обратимости все реакции можно разделить на *двусторонние* (кинетически обратимые), протекающие одновременно как в прямом, так и в обратном направлениях, и *односторонние* (кинетически необратимые), которые идут в одном направлении до практически полного исчерпания хотя бы одного из реагентов.

Химическую реакцию принято записывать в виде стехиометрического уравнения, представляющего собой количественное соотношение (в молях) между исходными реагентами и продуктами:



где  $\nu_i$ ,  $\nu_i'$  – стехиометрические коэффициенты для исходных веществ и продуктов.

В общем случае для статических условий скорость реакции зависит от температуры, концентраций исходных веществ и продуктов, а также других факторов (катализатор, облучение и др.):  $r = f(T, c, c')$ . Рассмотрим необратимую элементарную реакцию

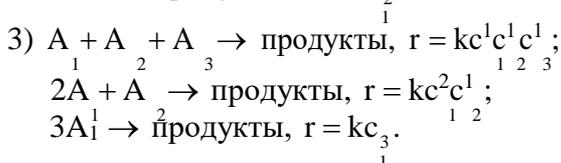
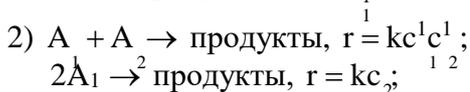


Согласно закону действующих масс: *при постоянной температуре скорость элементарной химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам.* Это так называемая кинетическая форма закона действующих масс (ЗДМ).

$$r = k \prod_i c_i^{\nu_i},$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, называемый *константой скорости химической реакции*. При единичных концентрациях реагирующих веществ скорость реакции численно равна константе скорости, поэтому  $k$  иногда называют удельной скоростью химической реакции. При данной температуре  $k$  является для рассматриваемой реакции величиной постоянной, не зависящей от концентраций реагентов.

Рассмотрим необратимые элементарные реакции разного вида и применим к ним закон действующих масс:



*Частным кинетическим порядком реакции* по  $i$ -му компоненту ( $\bar{\nu}_i$ ) называется показатель степени при концентрации этого компонента в уравнении основного постулата химической кинетики. В случае элементарной реакции он совпадает со стехиометрическим коэффициентом при реагенте  $\bar{\nu}_i = \nu_i$  и является целым положительным числом.

*Общим кинетическим порядком реакции* называется сумма частных порядков

$$\bar{\nu} = \sum_i \bar{\nu}_i \text{ (для прямой реакции),}$$

$$\bar{\nu}' = \sum_i \bar{\nu}'_i \text{ (для обратной реакции).}$$

В общем случае для сложной реакции  $\nu_i \neq \bar{\nu}'_i$  и кинетическое уравнение записывается в виде

$$r = k \prod_i c_i^{\bar{\nu}_i},$$

где  $\bar{\nu}_i$  – показатель концентрационной зависимости скорости (частный порядок реакции) по  $i$ -му компоненту, определяемый экспериментально. Для сложных реакций  $\bar{\nu}_i$  может быть целым числом и дробным, положительным и отрицательным.

Рассмотрим зависимость скорости химической реакции от температуры. Температура оказывает на скорость более сильное влияние, чем концентрации реагирующих веществ. При этом температура влияет на скорость через константу скорости:

$$k = k(T).$$

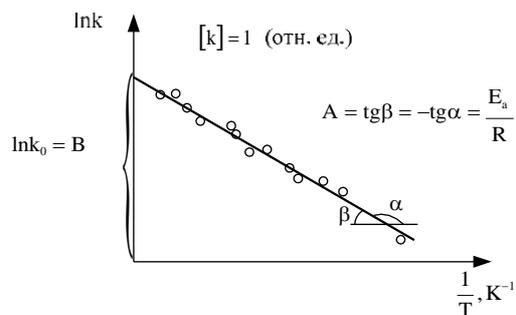
Исторически известны два вида зависимости константы скорости от температуры: эмпирическое правило Вант-Гоффа и более строгое уравнение Аррениуса.

В области умеренных температур для гомогенных и многих гетерогенных реакций справедливо правило Вант-Гоффа: *при постоянных концентрациях реагирующих веществ увеличение температуры на 10 °С (или 10 К) приводит к возрастанию скорости реакции в 2-4 раза.*

Более строго зависимость константы скорости от температуры выражается уравнением Аррениуса:

$$\ln k = -\frac{A}{T} + B, \quad (4.4)$$

которое показывает, что логарифм (натуральный или десятичный) константы скорости линейно зависит от обратной абсолютной температуры. В уравнении (4.4)  $A$  и  $B$  – эмпирические константы для данной реакции, которые находят графическим способом. Для этого в так называемых аррениусовых координатах  $1/T - \ln k$  строят график по экспериментальным значениям константы скорости изучаемой реакции при различных температурах. Опытные точки в пределах статистического разброса данных находятся на прямой линии (рис. 4.3).



**Рис. 4.3. Зависимость константы скорости реакции от абсолютной температуры в аррениусовых координатах**

Константа  $A$  вычисляется как тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс, постоянная  $B$  численно равна отрезку, отсекаемому прямой на оси ординат при  $1/T = 0$  ( $T = \infty$ ).

При исследовании причин зависимости скорости реакций от температуры вводят понятие энергии активации  $E_a$  (Дж/моль). Энергия активации есть минимальная избыточная энергия, которой должны обладать молекулы для протекания реакции. Обычно для химических реакций порядок величины  $E_a$  составляет десятки или сотни кДж/моль.

С. Аррениус установил, что энергия активации связана с константой  $A$  простым соотношением

$$E_a = AR, \quad (4.5)$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная. Подставив в (4.4) величину  $A$  из (4.5), получим

$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + B. \quad (4.6)$$

Дифференцируя (4.6) по температуре при  $E_a = \text{const}$ , приходим к выражению

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2}, \quad (4.7)$$

которое называется уравнением Аррениуса в дифференциаль-

ном виде. Из него путем интегрирования можно снова получить уравнение (4.6), где  $B$  – постоянная интегрирования. Обозначив  $B = \ln k_0$ , из (4.6) получим

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{RT} \quad (4.8)$$

или

$$k = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}}. \quad (4.9)$$

где  $k_0$  – предэкспоненциальный множитель (предэкспонент) константы скорости реакции. Выражение (4.9) называется уравнением Аррениуса в интегральном виде. Величины  $E_a$  и  $k_0$  определяются природой реакции и практически не зависят от температуры. По уравнению Аррениуса константа скорости и скорость реакции экспоненциально зависят от абсолютной температуры.

Энергию активации можно рассчитать по экспериментальным данным графическим или аналитическим способом.

Графический способ заключается в нахождении величины  $A = -\operatorname{tg} \alpha$  по графику зависимости  $\ln k = f\left(\frac{1}{T}\right)$  для данной реак-

ции с последующим расчетом  $E_a$  по уравнению (4.5) (рис. 4.3).

Аналитический способ предполагает применение уравнения (4.8) для двух различных температур ( $T_2 > T_1$ ;  $k(T_2) = k_2$ ;  $k(T_1) = k_1$ ):

$$\begin{aligned} \ln k_1 &= \ln k_0 - \frac{E_a}{RT_1}, \\ \ln k_2 &= \ln k_0 - \frac{E_a}{RT_2}. \end{aligned}$$

В результате вычитания второго уравнения из первого получим

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a (T_2 - T_1)}{RT_1 T_2}.$$

По полученному уравнению можно рассчитать энергию активации данной реакции, используя два экспериментальных значения константы скорости при двух различных температурах, или произвести пересчет константы скорости с одной температуры на другую при известной энергии активации.

### **Математическая модель химического реактора**

Процесс химической реакции может проходить в кинетической области, диффузионной области и переходной области.

В общем случае, когда концентрация реагента непостоянна в различных точках реактора или непостоянна во времени, материальный баланс составляют в дифференциальной форме (за объект расчета принята  $c_A$  в потоке, проходящем за единицу времени) [12, 15]:

$$\frac{\partial c_A}{\partial \tau} = -\omega_x \frac{\partial c_A}{\partial x} - \omega_y \frac{\partial c_A}{\partial y} - \omega_z \frac{\partial c_A}{\partial z} + D \left( \frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial z^2} \right) + r_A, \quad (4.10)$$

где  $c_A$  – концентрация вещества А в реакционной смеси;  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – пространственные координаты;  $D$  – коэффициент диффузии;  $\omega_x$ ,  $\omega_y$ ,  $\omega_z$  – составляющие скорости потока (м/с);  $r_A$  – скорость превращения исходного компонента А в целевой продукт.

В зависимости от типа физико-химической системы и режима работы реактора уравнение (4.10) можно упростить.

#### Реактор идеального смешения периодического действия (РИС-П)

РИС-П применяют для простого, одностороннего, изотермического процесса. Так как в РИС-П в каждой точке объема все параметры одинаковы, то производные любого порядка от концентрации по  $x$ ,  $y$ ,  $z$  равны нулю

$$-\omega_x \frac{\partial c_A}{\partial x} - \omega_y \frac{\partial c_A}{\partial y} - \omega_z \frac{\partial c_A}{\partial z} = 0,$$

$$D \left( \frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial z^2} \right) = 0.$$

Уравнение (4.10) принимает вид полного дифференциала:

$$\frac{dc_A}{d\tau} = r_A. \quad (4.11)$$

Реакторы периодического действия эффективны в случае продолжительно протекающих реакций при получении в одном и том же реакторе различных лекарственных препаратов, реактивов, красителей, когда для достижения достаточной степени превращения требуются большие затраты времени, а объем выпускаемого продукта сравнительно невелик.

#### Реактор идеального смешения непрерывного действия (РИС-Н)

РИС-Н может работать в режиме пуска, нормальной эксплуатации, останова и т.д., т.е. в нестационарном и в стационарном режимах. При большой мощности производства одного и того же продукта предпочтителен РИС-Н со стационарным (неизменным во времени) режимом.

Уравнение материального баланса для РИС-Н можно записать на основе уравнения (4.10) при условии, что

$$-\omega_x \frac{\partial c_A}{\partial x} - \omega_y \frac{\partial c_A}{\partial y} - \omega_z \frac{\partial c_A}{\partial z} = 0,$$

$$D \left( \frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial z^2} \right) = 0.$$

При объемной скорости ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) на входе и выходе  $W_{\text{ВХ}} = W_{\text{ВЫХ}} = W$  в стационарном режиме:

$$W \left( c_{A_{\text{Н}}} - c_{A_{\text{К}}} \right) - r_A V = 0, \quad (4.12)$$

где  $V$  – объем реактора.

### Реактор идеального вытеснения (РИВ)

Конструктивной характеристикой химического реактора вытеснения является отношение длины аппарата к его диаметру  $L/D > 100$ . Реакционную смесь в аппарат подают непрерывно. Исходные продукты по мере прохождения по длине (высоте) аппарата превращаются в целевые. Химическое или физико-химическое превращение заканчивается на выходе из аппарата.

Гидродинамический режим в РИВ состоит в том, что любая частица сырьевого потока движется только в одном направлении вдоль оси реактора, перемешивания продольные и по диаметру отсутствуют, т.е. объем реагирующих продуктов  $dV$  не смешивается с предыдущими и последующими элементами потока (поршневое движение).

Состав каждого элемента потока изменяется в соответствии с термодинамикой и кинетическими особенностями рассматриваемого процесса.

Уравнение (4.10) должно быть скорректировано, так как

$$-\omega_y \frac{\partial c_A}{\partial y} = 0,$$

$$-\omega_z \frac{\partial c_A}{\partial z} = 0.$$

Если направление движения реакционной массы аппарата совпадает с осью  $x$ , то

$$W_x \frac{\partial c_A}{\partial x} = W \frac{\partial c_A}{\partial l},$$

где  $l$  – продольная координата реактора.

В объеме  $dV$  реактора идеального вытеснения диффузией можно пренебречь:

$$D = 0.$$

Тогда уравнение материального баланса РИВ при нестационарном режиме имеет вид

$$\frac{\partial c_A}{\partial \tau} = -W \frac{\partial c_A}{\partial l} + r_A \quad (4.13)$$

### Модели реакторов с неидеальной структурой потоков

Существуют две модели учета неидеальности потока, в некоторой степени приближающие расчеты к реальным процессам в реакторах.

Первая из них основана на мысленной замене реального реактора некоторой последовательностью идеальных аппаратов (ячеечная модель).

Вторая – на введении большего физического обоснования в системе математического описания процесса, в т.ч. с помощью математического описания процессов обратного перешивания (однопараметрическая диффузионная модель), обратного и радиального перемешивания (двухпараметрическая диффузионная модель).

*Ячеечная модель.* Реальный аппарат разбивают на  $N$  последовательно соединенных реакторов идеального смешения (ячеек). Сумма всех ячеек равна объему проектируемого реактора. Число ячеек – единственный параметр ячейки модели. Зная необходимое число  $N$ , рассчитывают каждую ячейку идеального смешения.

*Однопараметрическая диффузионная модель.* В отличие от модели идеального вытеснения в диффузионной модели учитывают перемешивание реакционной смеси в осевом направлении, которое происходит в результате турбулентной диффузии. Изменение концентрации реакционного компонента в связи с появлением турбулентной диффузии описывают с применением коэффициента  $D_T$ . В расчеты по этой модели вводят допущения: по поперечному сечению реактора состав не изменяется, изменения происходят только вдоль оси аппарата; в аппарате отсутствуют застойные зоны и байпасные потоки.

Уравнение, описывающее нестационарный процесс в ре-

альном реакторе при наличии продольного перемешивания, имеет вид:

$$\frac{\partial c_A}{\partial \tau} = -w_x \frac{\partial c_A}{\partial x} + D_T \frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2} + r_A. \quad (4.14)$$

### Расчет управляющих параметров реакционной установки

Целью расчета реактора заданной конструкции является определение параметров процесса, которые обеспечивают максимальную степень превращения исходного вещества.

Пусть в реактор подается бинарная смесь реагентов, состоящая из компонентов  $A_1$  и  $A_2$ . Параметры смеси: состав ( $c$  – концентрация вещества  $A_1$ , мол. доли), расход  $G_A$  (моль/с). Кроме того, на вход реактора подается реагент  $B$ , который вступает в реакцию с веществами  $A_1$  и  $A_2$ :

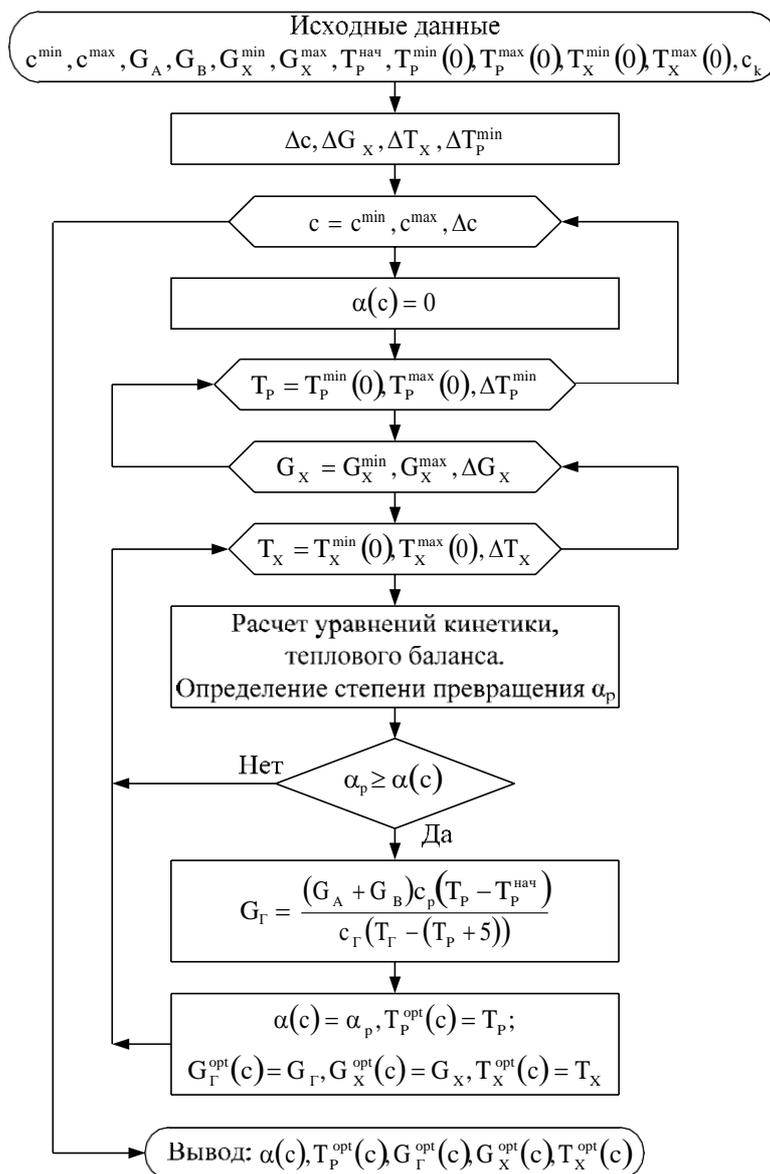


Температура реакционной смеси на входе реактора  $T_p(0)$  (К) поддерживается изменением расхода горячего теплоносителя  $G_T$  (кг/с) в теплообменник, предназначенного для нагревания реакционной смеси.

Если реакция протекает с выделением тепла, то температура в изотермическом реакторе регулируется подачей холодного теплоносителя  $G_X$  (кг/с).

Математическое описание реакционного процесса представлено уравнениями кинетики и теплового баланса.

В качестве возмущающего параметра процесса рассматривается изменение состава смеси реагентов  $A_1$  и  $A_2$  (изменение концентрации вещества  $A_1$ ). Скомпенсировать эти возмущения возможно изменением расходов  $G_T$ ,  $G_X$  и температуры холодного теплоносителя  $T_X(0)$  на входе реактора.



**Рис. 4.4. Алгоритм расчета управляющих параметров реакционной установки**

Задав значение концентрации  $c$  из области возмущений ( $c^{\min}, c^{\max}$ ), осуществляется поиск оптимальных значений  $G_{\Gamma}$ ,  $G_X$ ,  $T_X(0)$ , при которых степень превращения веществ  $A_1$  и  $A_2$  будет максимальной (рис. 4.4). Расчет уравнений кинетики и теплового баланса проводится одним из численных методов. Расход  $G_{\Gamma}$  определяется с помощью уравнения теплового баланса для теплообменника, которое включает: массовые теплоемкости реакционной смеси  $c_p$  и горячего теплоносителя  $c_{\Gamma}$ , температуры смеси на входе теплообменника  $T_p^{\text{нач}}$  и выходе  $T_p$ , температуру теплоносителя на входе  $T_{\Gamma}$  (К).

Использование аналитических зависимостей для определения управляющих параметров может быть реализовано в системе управления, структура которой приведена на рис. 4.5.



Рис. 4.5. Структура системы управления реакционной установкой

### Построение функциональной схемы автоматизации

Моделируемая система управления реакционным процессом, реализованная на базе контрольно-измерительных приборов и ЭВМ, должна выполнять следующие функции:

– измерение параметров процесса (возмущений: температура, расход и теплофизические свойства реакционной смеси; отклонений: расходы теплоносителей, катализатора и продуктов

реакции, температура и давление в аппарате и др.);

- расчет управлений на основе математической модели;
- выдача управляющего воздействия на исполнительный механизм (изменение расходов теплоносителей, катализатора, реагентов).

Графически работу системы управления представляют в виде функциональной схемы автоматизации процесса [6, 7]. Схема содержит структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления. С помощью условных обозначений на схеме (рис. 4.6) показывают:

- основное технологическое оборудование (реакционный аппарат, теплообменное и насосное оборудование и т.д.);
- потоки жидкостей, газов и пара;
- приборы и средства автоматизации (6, 7, приложение I).

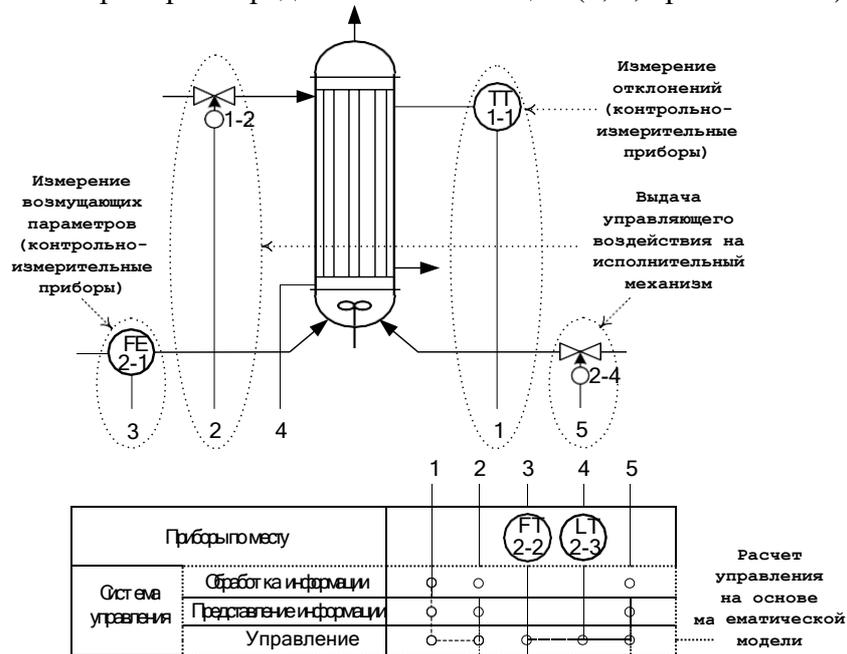


Рис. 4.6. Функциональная схема автоматизации реакционного процесса

## Варианты заданий 4а – 4д

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления реакционным аппаратом на основе анализа уравнений кинетики химической реакции.

*Задание:*

– исследовать процесс функционирования реактора, предназначенного для получения метил-третамилового эфира (МТАЭ) путем химического взаимодействия метанола с изоамиленами (2-метилбутен-1, 2-метилбутен-2) в присутствии катализатора;

– для заданной области изменения состава смеси изоамиленов определить расход холодного теплоносителя в реактор, температуру теплоносителя и реакционной смеси, при которых степень превращения изоамиленов будет максимальной;

– получить кинетические кривые по длине реактора для одного из составов смеси изоамиленов;

– зависимость расхода нагревающего теплоносителя в теплообменник для нагревания реакционной смеси от состава смеси изоамиленов представить в табличном и графическом виде;

– зависимость расхода холодного теплоносителя в реактор, температуры холодного теплоносителя от состава смеси изоамиленов представить в табличном и графическом виде;

– построить функциональную схему автоматизации технологического процесса;

– разработать презентацию курсовой работы и подготовить доклад к защите.

*Исходные данные и описание процесса:*

1) Технологическая схема установки состоит из теплообменника и реактора.

2) В целях повышения степени превращения реакционная смесь предварительно нагревается в теплообменнике. Таким образом, температура реакционной смеси на входе реактора под-

держивается изменением расхода горячего теплоносителя в теплообменнике.

3) Реакция взаимодействия изоамиленов с метанолом протекает с выделением тепла, ее проводят в трубчатом реакторе. Для поддержания требуемого температурного режима в межтрубное пространство реактора подается холодный теплоноситель.

4) Реакция описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{dc_{2\text{МБ}1}}{dl} &= -\frac{S}{V} c_k k_1 c_{2\text{МБ}1}, \\ \frac{dc_{2\text{МБ}2}}{dl} &= \frac{S}{V} c_k (-k_2 c_{2\text{МБ}2} + k_3 c_{2\text{МБ}1}), \\ \frac{dc_{\text{МТАЭ}}}{dl} &= \frac{S}{V} c_k (k_4 c_{2\text{МБ}1} + k_2 c_{2\text{МБ}2}), \\ \frac{dc_{\text{М}}}{dl} &= \frac{S}{V} c_k (-k_4 c_{2\text{МБ}1} - k_2 c_{2\text{МБ}2}),\end{aligned}$$

где  $c_i$  – объемные молярные концентрации компонентов реакционной смеси ( $i=1$  – 2-метилбутен-1,  $i=2$  – 2-метилбутен-2,  $i=3$  – МТАЭ,  $i=4$  – метанол);  $c_k$  – объемная молярная концентрации катализатора;  $l$  – продольная координата реактора (дм);  $S$  – свободное сечение трубки реактора;  $V$  – объемный расход реакционной смеси в трубке (л/с).

5) Изменение температур реакционной смеси  $T_p$  и холодного теплоносителя  $T_x$  в реакторе определяются с помощью уравнений теплового баланса:

$$\begin{aligned}\frac{dT_p}{dl} &= \left( \frac{dc_{2\text{МБ}1}}{dl} + \frac{dc_{2\text{МБ}2}}{dl} \right) \frac{\Delta H}{c_p^V} - \frac{K\pi D}{V c_p^V} (T_p - T_x), \\ \frac{dT_x}{dl} &= \frac{K\pi D N}{G_x c_x} (T_p - T_x),\end{aligned}$$

где  $\Delta H$  – тепловой эффект реакции;  $c_p^V$  – изобарная теплоем-

кость реакционной смеси;  $K$  – коэффициент теплопередачи от реакционной массы к теплоносителю через стенки трубки;  $N$ ,  $D$  – количество и диаметр трубок в реакторе;  $G_x$  – массовый расход теплоносителя;  $c_x$  – массовая теплоемкость теплоносителя.

б) Константы скорости реакции  $k_i$  описываются уравнением Аррениуса:

$$k_i = k_{0,i} \exp\left(-\frac{E_i}{RT_p}\right), \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

где  $k_{0,i}$  – предэкспоненциальный множитель,  $E_i$  – энергия активации компонентов, вступающих в реакцию,  $R$  – универсальная газовая постоянная.

$$k_{0,1} = \exp(26.79), \quad E_1/R = 9722.54 \text{ Дж/моль};$$

$$k_{0,2} = \exp(29.19), \quad E_2/R = 10986.85 \text{ Дж/моль};$$

$$k_{0,3} = \exp(29.05), \quad E_3/R = 10925.99 \text{ Дж/моль};$$

$$k_{0,4} = \exp(25.05), \quad E_4/R = 9241.97 \text{ Дж/моль}.$$

7) Температура реакционной смеси и горячего теплоносителя на входе теплообменника  $T_p^{\text{нач}}$ ,  $T_r$ ; теплоемкость реакционной смеси и горячего теплоносителя  $c_p$ ,  $c_r$ ; длина реактора  $L$ ; пределы изменения температуры реакционной смеси на входе реактора  $T_p^{\text{min}}(0) \div T_p^{\text{max}}(0)$ ; пределы изменения температуры теплоносителя на входе реактора  $T_x^{\text{min}}(0) \div T_x^{\text{max}}(0)$ ; расход смеси изоамиленов  $G_A$ ; концентрация 2-метил-бутена-1 в смеси изоамиленов  $c^{\text{min}} \div c^{\text{max}}$ ; расход метанола  $G_B$ ; пределы изменения расхода теплоносителя  $G_x^{\text{min}} \div G_x^{\text{max}}$  (табл. 4.1).

8) Плотности компонентов:  $\rho_{2\text{мб1}} = 650 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{2\text{мб1}} = 662 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{\text{мтаэ}} = 743 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{\text{м}} = 791 \text{ кг/м}^3$ .

Таблица 4.1

Параметр	Вариант 4а	Вариант 4б	Вариант 4в	Вариант 4г	Вариант 4д
L, дм	60	55	50	45	40
S, дм <sup>2</sup>	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221
N	3367	3500	3600	3700	3800
D, дм	0.21	0.2	0.25	0.3	0.3
$\frac{K}{\text{Дж}/(\text{дм}^2 \cdot \text{град} \cdot \text{с})}$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
c <sub>к</sub> , моль/л	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14
$\Delta H$ , Дж/моль	43000	43000	43000	43000	43000
T <sub>г</sub> , К	368	368	368	368	368
T <sub>р</sub> <sup>нач</sup> , К	310	310	310	310	310
T <sub>р</sub> <sup>min</sup> (0), К	338	339	335	330	340
T <sub>р</sub> <sup>max</sup> (0), К	358	360	355	350	360
G <sub>а</sub> , моль/с	25	24	26	28	30
c <sup>min</sup> , мол. дол.	0.03	0.02	0.01	0.04	0.05
c <sup>max</sup> , мол. дол.	0.13	0.15	0.1	0.18	0.20
G <sub>в</sub> , моль/с	21	20	22	23	24
c <sub>р</sub> , Дж/(кг·град)	2690	2690	2690	2690	2690
c <sub>р</sub> <sup>v</sup> , Дж/(л·град)	1830	1830	1830	1830	1830
G <sub>х</sub> <sup>min</sup> , кг/с	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
G <sub>х</sub> <sup>max</sup> , кг/с	2	2	2	2	2
T <sub>х</sub> <sup>min</sup> (0), К	308	313	305	305	300
T <sub>х</sub> <sup>max</sup> (0), К	323	330	325	320	330
c <sub>х</sub> , Дж/(кг·град)	4180	4180	4180	4180	4180
c <sub>г</sub> , Дж/(кг·град)	4190	4190	4190	4190	4190

## V. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

### План выполнения работы

1. *Изучение экспериментально-статистических методов:*
  - методы регрессионного и корреляционного анализа;
  - составление уравнения регрессии методом Брандона;
  - решение задачи планирования и нахождения уравнения регрессии;
  - дробные реплики;
  - описание «почти стационарной» области;
  - ортогональные планы второго порядка.
2. *Постановка задачи моделирования в соответствии с заданием на курсовую работу.*
3. *Разработка моделирующей программы:*
  - процедура построения математической модели процесса;
  - алгоритм поиска оптимального решения;
  - код моделирующей программы.
4. *Анализ и представление результатов моделирования.*
5. *Построение функциональной схемы автоматизации объекта.*
6. *Разработка презентации курсовой работы (не более 8 слайдов, в т.ч. постановка задачи, используемые в работе методы построения модели, алгоритмы расчета, результаты моделирования и др.).*
7. *Подготовка доклада к защите (длительность доклада не более 3-4 мин.).*

Рекомендуемая литература: [6, 9, 12, 17].

## Описание экспериментально-статистических методов

В тех случаях, когда информации о рассматриваемом процессе недостаточно или процесс настолько сложен, что невозможно составить его детерминированную модель, прибегают к экспериментально-статистическим методам [12, 17]. Процесс при этом рассматривают как «черный ящик». Различают пассивный и активный эксперимент.

*Пассивный эксперимент* является традиционным методом, когда ставится большая серия опытов с поочередным варьированием каждой из переменных; к пассивному эксперименту относится также сбор исходного статистического материала в режиме эксплуатации на промышленном объекте. Обработка опытных данных в этом случае для получения математической модели проводится методами классического регрессионного и корреляционного анализа.

*Активный эксперимент* ставится по заранее составленному плану (планирование эксперимента), при этом предусматривается одновременное изменение всех параметров, влияющих на процесс, что позволяет сразу установить силу взаимодействия параметров и тем самым сократить общее число опытов.

Используя при обработке опытных данных принципы регрессионного и корреляционного анализа, удастся найти зависимость между переменными и условиями оптимума. В обоих случаях математической моделью является *функция отклика*, связывающая параметр оптимизации, характеризующий результаты эксперимента, с переменными параметрами, которыми экспериментатор варьирует при проведении опытов:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

Принято называть независимые переменные  $x_1, x_2, \dots, x_k$  факторами, координатное пространство с координатами  $x_1, x_2, \dots, x_k$  – факторным пространством, а геометрическое изображение функции отклика в факторном пространстве – поверх-

ностью отклика.

При использовании статистических методов математическая модель представляется в виде полинома – отрезка ряда Тейлора, в который разлагается неизвестная зависимость

$$y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_j + \sum_{u,j=1,u \neq j}^k \beta_{uj} x_u x_j + \sum_{j=1}^k \beta_{jj} x_j^2 + \dots$$

где

$$\beta_j = \left. \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \right|_{x=0}, \quad \beta_{uj} = \left. \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_u \partial x_j} \right|_{x=0}, \quad \beta_{jj} = \left. \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_j^2} \right|_{x=0}.$$

В связи с тем, что в реальном процессе всегда существуют неуправляемые и неконтролируемые переменные, изменение величины носит случайный характер. Поэтому при обработке экспериментальных данных получают так называемые выборочные коэффициенты регрессии  $b_0, b_j, b_{uj}, b_{jj}$ , являющиеся оценками теоретических коэффициентов  $\beta_0, \beta_j, \beta_{uj}, \beta_{jj}$ . Уравнение регрессии, полученное на основании опыта, запишется следующим образом:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{j=1}^k \sum_{u=1, u \neq j}^k b_{uj} x_u x_j + \sum_{j=1}^k b_{jj} x_j^2 + \dots$$

Коэффициент  $b_0$  называют свободным членом уравнения регрессии; коэффициенты  $b_j$  – линейными эффектами; коэффициенты  $b_{jj}$  – квадратичными эффектами; коэффициенты  $b_{uj}$  – эффектами взаимодействия. Коэффициенты уравнения определяются методом наименьших квадратов из условия:

$$\hat{O} = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 = \min.$$

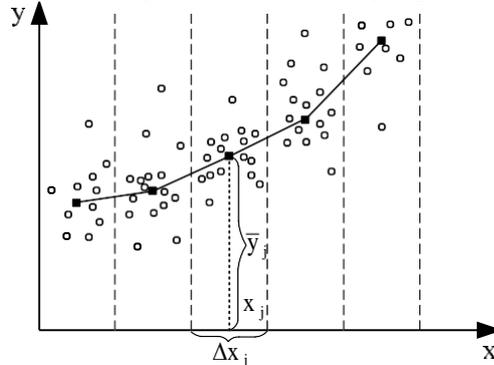
Здесь  $N$  – объем выборки из всей совокупности значений исследуемых параметров. Разность между объемом выборки  $N$  и числом связей, наложенных на эту выборку  $L$ , называется чис-

лом степеней свободы выборки  $f$ :

$$f = N - L.$$

При отыскании уравнения регрессии число связей равно числу определяемых коэффициентов.

Вид уравнения регрессии выбирается путем экспериментального подбора. При изучении зависимости от одного переменного параметра полезно для определения вида уравнения регрессии построить *эмпирическую линию регрессии*.



**Рис. 5.1. Корреляционное поле**

Для этого весь диапазон изменения  $x$  на *поле корреляции* разбивается на равные интервалы  $\Delta x$  (рис. 5.1). Все точки, попавшие в интервал  $\Delta x_j$ , относят к его середине  $x_j$ . Для этого подсчитывают частные средние:

$$\bar{y}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} y_{ji}}{n_j}, \quad \sum_{j=1}^k n_j = N,$$

здесь  $n_j$  – число точек в интервале  $\Delta x_j$ ,  $k$  – число интервалов разбиения,  $N$  – объем выборки.

Затем последовательно соединяют точки  $(x_j, \bar{y}_j)$  отрезками прямой. Полученная ломаная линия называется эмпирической линией регрессии  $y$  по  $x$ . По виду эмпирической линии регрес-

сии можно подобрать уравнение регрессии  $\hat{y} = f(x)$ .

Задача определения параметров уравнения регрессии  $(b_0, b_1, b_2, \dots)$  сводится практически к определению минимума функции многих переменных. Если  $\hat{y} = f(x, b_0, b_1, b_2, \dots)$  есть функция дифференцируемая и требуется выбрать  $b_0, b_1, b_2, \dots$  так, чтобы

$$\Phi = \sum_{i=1}^N (y_i - f(x_i, b_0, b_1, b_2, \dots))^2 = \min,$$

то необходимым условием минимума  $\Phi(b_0, b_1, b_2, \dots)$  является выполнение равенств

$$\frac{\partial \Phi}{\partial b_0} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial b_1} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial b_2} = 0 \quad \dots$$

или

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^N [y_i - f(x_i, b_0, b_1, b_2, \dots)] \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_0} &= 0 \\ \sum_{i=1}^N 2[y_i - f(x_i, b_0, b_1, b_2, \dots)] \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_1} &= 0 \\ \vdots & \end{aligned} \right\}$$

После преобразований получим:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^N y_i \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_0} - \sum_{i=1}^N f(x_i, b_0, b_1, b_2, \dots) \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_0} &= 0 \\ \sum_{i=1}^N y_i \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_1} - \sum_{i=1}^N f(x_i, b_0, b_1, b_2, \dots) \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_1} &= 0 \\ \vdots & \end{aligned} \right\}$$

Система, уравнений содержит столько же уравнений,

сколько неизвестных коэффициентов  $b_0, b_1, b_2, \dots$  входит в уравнение регрессии и называется в математической статистике *системой нормальных уравнений*.

Величина  $\Phi \geq 0$  при любых  $b_0, b_1, b_2, \dots$ , следовательно, у нее обязательно должен существовать хотя бы один минимум. Поэтому, если система нормальных уравнений имеет единственное решение, то оно и является минимумом для величины  $\Phi$ . Решать систему в общем виде нельзя. Для этого надо задаться конкретным видом функции  $f$ .

Для оценки силы линейной связи вычисляется выборочный коэффициент корреляции:

$$r^* = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(N-1)S_x S_y} \quad (5.1)$$

где  $S_x, S_y$  – выборочные среднеквадратичные отклонения.

После того как уравнение регрессии найдено, необходимо провести статистический анализ результатов. Этот анализ состоит в следующем: проверяется значимость всех коэффициентов регрессии в сравнении с ошибкой воспроизводимости и устанавливается адекватность уравнения. Такое исследование носит название *регрессионного анализа*.

#### Методы регрессионного и корреляционного анализа

Для проведения регрессионного анализа необходимо выполнение следующих условий:

1. Входной параметр  $x$  измеряется с пренебрежимо малой ошибкой. Появление ошибки в определении  $y$  объясняется наличием в процессе невыявленных переменных, не вошедших в уравнение регрессии.

2. Результаты наблюдений над выходными величинами  $y_1, y_2, \dots, y_N$  представляют собой независимые нормально

распределенные случайные величины.

3. При проведении эксперимента с объемом выборки  $N$  при условии, что каждый опыт повторен  $m$  раз, выборочные дисперсии  $S_1^2, S_2^2, \dots, S_N^2$  должны быть однородны.

Определение однородности дисперсий сводится к следующему:

1) вычисляется среднее из результатов параллельных опытов:

$$y_i = \frac{\sum_{u=1}^m y_{iu}}{m}, \quad i = 1, 2, \dots, N;$$

2) определяются выборочные дисперсии:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{u=1}^m (y_{iu} - \bar{y}_i)^2}{m-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N;$$

3) находится сумма дисперсий  $\sum_{i=1}^N S_i^2$ ;

4) составляется отношение:  $G_{\max} = \frac{S_{\max}^2}{\sum S_i^2}$ ,

где  $S_{\max}^2$  – максимальное значение выборочной дисперсии. Дисперсии однородны в том случае, когда  $G_{\max} < G_p(m-1)$ , где  $G_p(m-1)$  – табулированное значение *критерия Кохрена* при уровне значимости  $p$  (обычно  $p = 0.05$ ).

Если выборочные дисперсии однородны, рассчитывается дисперсия воспроизводимости:

$$S_{\text{воспр}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2}{N}.$$

Число степеней свободы этой дисперсии равно:

$$f = N(m - 1).$$

Дисперсия воспроизводимости необходима для оценки значимости коэффициентов уравнения регрессии. Оценка значимости коэффициентов производится по критерию *Стьюдента*:

$$t_j = \frac{|b_j|}{S_{b_j}},$$

где  $b_j$  –  $j$ -ый коэффициент уравнения регрессии;  $S_{b_j}$  – среднее квадратичное отклонение  $j$ -го коэффициента.

Если  $t_j$  больше табулированного  $t_p(f)$  [17, приложение 2] для выбранного уровня значимости  $p$  и числа степеней свободы  $f$ , то коэффициент  $b_j$  значимо отличается от нуля.  $S_{b_j}$  определяется по закону накопления ошибок:

$$S_{b_j} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial b_j}{\partial y_i} \right)^2 S_i^2}.$$

Если  $S_1^2 = S_2^2 = \dots = S_N^2 = S_{\text{воспр}}^2$ , получим:

$$S_{b_j} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial b_j}{\partial y_i} \right)^2 S_{\text{воспр}}^2}.$$

Незначимые коэффициенты исключаются из уравнения регрессии. Оставшиеся коэффициенты пересчитываются заново, поскольку коэффициенты коррелированы друг с другом.

Адекватность уравнения проверяется по критерию *Фишера*:

$$F = \frac{S_{\text{ост}}^2}{S_{\text{воспр}}^2}, \quad (5.2)$$

где  $S_{\text{ост}}^2$  – остаточная дисперсия:

$$S_{\text{инд}}^2 = \frac{m \sum_{i=1}^m (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{N-L}.$$

Если отношение (5.2) меньше табличного  $F_p(f_1, f_2)$  [17, приложение 3]

$$F < F_p(f_1, f_2), \quad f_1 = N-L, \quad f_2 = N(m-1),$$

то уравнение адекватно. При отсутствии параллельных опытов и дисперсии воспроизводимости  $S_{\text{воспр}}^2$  остаточная дисперсия:

$$S_{\text{инд}^*}^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{N-L}.$$

Тогда адекватность принятого уравнения оценивается сравнением  $S_{\text{ост}^*}^2$  и дисперсии относительно среднего

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}{N-1}$$

по критерию Фишера

$$F = \frac{S_y^2}{S_{\text{ост}^*}^2}. \quad (5.2a)$$

В этом случае критерий Фишера показывает, во сколько раз уменьшается рассеяние относительно полученного уравнения регрессии по сравнению с рассеянием относительно среднего. Чем больше значение  $F$  превышает табличное:

$$F > F_p(f_1, f_2), \quad f_1 = N-1, \quad f_2 = N-L$$

тем эффективнее уравнение регрессии для выбранного уровня значимости  $p$  и чисел степеней свободы  $f_1, f_2$ .

### Метод множественной корреляции

Если необходимо исследовать корреляционную связь меж-

ду многими величинами, пользуются уравнениями множественной регрессии:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k.$$

Здесь мы имеем дело уже не с линией регрессии, а с поверхностью регрессии при  $k=2$  и с гиперповерхностью при  $k > 2$ . В общем случае, как указывалось выше, эту поверхность называют поверхностью отклика.

При построении поверхности отклика на координатных осях факторного пространства откладываются численные значения параметров (факторов). Исходный статистический материал представляют в виде (табл. 5.1).

Таблица 5.1

№ опыта	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	...	x <sub>k</sub>	y
1	x <sub>11</sub>	x <sub>21</sub>	x <sub>31</sub>	...	x <sub>k1</sub>	y <sub>1</sub>
2	x <sub>12</sub>	x <sub>22</sub>	x <sub>32</sub>	...	x <sub>k2</sub>	y <sub>2</sub>
3	x <sub>13</sub>	x <sub>23</sub>	x <sub>33</sub>	...	x <sub>k3</sub>	y <sub>3</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N	x <sub>1N</sub>	x <sub>2N</sub>	x <sub>3N</sub>	...	x <sub>kN</sub>	y <sub>N</sub>

Прежде всего, перейдем от натурального масштаба к новому, проведя нормировку всех значений случайных величин по формулам:

$$y_i^0 = \frac{y_i - \bar{y}}{S_y}, \quad x_{ji}^0 = \frac{x_{ji} - \bar{x}_j}{S_{x_j}}, \quad i=1,2,\dots,N, \quad j=1,2,\dots,k,$$

где  $y_i^0$ ,  $x_{ji}^0$  – нормированные значения соответствующих факторов;  $\bar{y}$ ,  $\bar{x}_j$  – средние значения факторов;  $S_y$ ,  $S_{x_j}$  – среднеквадратичные отклонения факторов:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N-1}}, \quad S_{x_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}{N-1}}, \quad j=1,2,\dots,k.$$

В табл. 5.2 приведен статистический материал в новом

масштабе:

Таблица 5.2

№ опыта	$x_1^0$	$x_2^0$	$x_3^0$	...	$x_k^0$	$y^0$
1	$x_{11}^0$	$x_{21}^0$	$x_{31}^0$	...	$x_{k1}^0$	$y_1^0$
2	$x_{12}^0$	$x_{22}^0$	$x_{32}^0$	...	$x_{k2}^0$	$y_2^0$
3	$x_{13}^0$	$x_{23}^0$	$x_{33}^0$	...	$x_{k3}^0$	$y_3^0$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N	$x_{1N}^0$	$x_{2N}^0$	$x_{3N}^0$	...	$x_{kN}^0$	$y_N^0$

В новом масштабе имеем:

$$\bar{x}_j^0 = 0, \bar{y}^0 = 0; S_{x_j^0} = 1, S_{y^0} = 1, j=1,2,\dots,k.$$

Выборочный коэффициент корреляции (5.1) при этом равен:

$$\left. \begin{aligned} r_{y^0 x_j^0}^* &= \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N y_i^0 x_{ji}^0 \\ r_{x_l^0 x_m^0}^* &= \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N x_{li}^0 x_{mi}^0 \end{aligned} \right\} l \neq m; l, m = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, k. \quad (5.3)$$

Вычисленный по формулам (5.3) выборочный коэффициент корреляции равен коэффициенту корреляции между переменными, выраженными в натуральном масштабе  $r_{yx}^*$ .

Уравнение регрессии между нормированными переменными не имеет свободного члена и принимает вид:

$$\hat{y}^0 = a_1 x_1^0 + a_2 x_2^0 + \dots + a_k x_k^0.$$

Коэффициенты уравнения находятся из условия:

$$\hat{O} = \sum_{i=1}^N (y_i^0 - \hat{y}_i^0)^2 = \min.$$

Условия минимума функции  $\Phi$  определяются так же, как в случае зависимости от одной переменной:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial a_1} = 0, \frac{\partial \Phi}{\partial a_2} = 0, \dots, \frac{\partial \Phi}{\partial a_k} = 0$$

и система нормальных уравнений принимает вид:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \sum_{i=1}^N x_{1i}^2 + a_2 \sum_{i=1}^N x_{1i}x_{2i} + \dots + a_k \sum_{i=1}^N x_{1i}x_{ki} &= \sum_{i=1}^N x_{1i}y_i \\ a_1 \sum_{i=1}^N x_{2i}^2 + a_2 \sum_{i=1}^N (x_{2i}^0)^2 + \dots + a_k \sum_{i=1}^N x_{2i}^0 x_{ki}^0 &= \sum_{i=1}^N x_{2i}^0 y_i \\ \vdots \\ a_1 \sum_{i=1}^N x_{ki}x_{1i} + a_2 \sum_{i=1}^N x_{ki}x_{2i} + \dots + a_k \sum_{i=1}^N (x_{ki}^0)^2 &= \sum_{i=1}^N x_{ki}y_i \end{aligned} \right\} (5.4)$$

Умножим левую и правую части уравнений (5.4) на  $1/(N-1)$ . В результате при каждом коэффициенте  $a_j$  ( $j=1,2,\dots,k$ ) получим выборочный коэффициент корреляции  $r^*$ . Принимая во внимание:  $(x^0)^2 = S^2 = 1$

$$\overline{\sum_{i=1}^N j_i x_j^0}$$

имеем систему нормальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} a_1 + a_2 r_{x_1 x_2}^* + \dots + a_k r_{x_1 x_k}^* &= r_{y x_1}^* \\ a_1 r_{x_1 x_2}^* + a_2 + \dots + a_k r_{x_2 x_k}^* &= r_{y x_2}^* \\ \vdots \\ a_1 r_{x_k x_1}^* + a_2 r_{x_k x_2}^* + \dots + a_k &= r_{y x_k}^* \end{aligned} \right\}.$$

Следует иметь в виду, что  $r_{x_j x_m}^* = r_{x_m x_j}^*$ . Коэффициенты корреляции легко вычисляются простым перемножением соответствующих столбцов таблицы. Для многопараметрических процессов система оказывается высокого порядка и для ее решения необходимо использовать вычислительную машину.

Решив систему, рассчитывают коэффициент множественной корреляции

$$R = \sqrt{a_1 r_{y x_1}^* + a_2 r_{y x_2}^* + \dots + a_k r_{y x_k}^*}.$$

Коэффициент  $R$  служит показателем силы связи в случае множественной регрессии  $0 \leq R \leq 1$ .

Для практического использования уравнения необходимо перейти к натуральному масштабу по формулам:

$$b_j = a_j \frac{S_y}{S_{x_j}}, \quad j=1,2,\dots,k;$$

$$b_0 = \bar{y} - \sum_{j=1}^k b_j \bar{x}_j.$$

#### Определение коэффициентов уравнения регрессии методом Брандона

По этому методу уравнение регрессии записывается в виде:

$$\hat{y} = a f_1(x_1) f_2(x_2) \dots f_j(x_j) \dots f_k(x_k), \quad (5.5)$$

где  $f_j(x_j)$  – любая функция величины  $x_j$ .

Порядок расположения факторов  $x_1, x_2, \dots, x_k$  в выражении (5.5) следующий: чем больше влияние на  $y$  оказывает параметр  $x_j$ , тем меньше должен быть порядковый номер  $j$ . Вид функции выбирается с помощью графических построений. Вначале по точкам выборки системы величин  $(y, x_1, x_2, \dots, x_k)$  строятся поле корреляции и эмпирическая линия регрессии  $y - x_1$ . Таким образом, определяется тип зависимости

$$\hat{y}_{x_1} = f_1(x_1)$$

и методом наименьших квадратов рассчитываются коэффициенты этого уравнения регрессии. Затем составляется выборка новой величины

$$y_1 = \frac{y}{f_1(x_1)}.$$

Эта величина уже не зависит от  $x_1$ , а определяется только

параметрами  $x_2, x_3, \dots, x_k$

$$\hat{y}_1 = af_2(x_2)f_3(x_3)\dots f_k(x_k).$$

По точкам новой выборки величин  $y_1$  и  $x_2$  вновь строятся корреляционное поле и эмпирическая линия регрессии, характеризующая зависимость  $y_1$  от  $x_2$ :

$$\hat{y}_{x_2} = f_2(x_2).$$

Рассчитываются ее коэффициенты и вновь составляется выборка новой величины

$$y_2 = \frac{y_1}{f_2(x_2)} = \frac{y}{f_1(x_1)f_2(x_2)}.$$

Эта величина не зависит от двух факторов  $x_1$  и  $x_2$  и может быть определена из следующего уравнения регрессии:

$$\hat{y}_2 = af_3(x_3)\dots f_k(x_k).$$

Такая процедура определения функций продолжается до получения выборки величины:

$$y_k = \frac{y_{k-1}}{f_k(x_k)} = \frac{y}{f_1(x_1)f_2(x_2)\dots f_k(x_k)}.$$

Величина  $y_k$  не зависит от всех факторов  $x_1, x_2, \dots, x_k$  и определяется коэффициентом исходного уравнения:

$$\hat{y}_k = a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{ki},$$

где  $N$  – объем выборки.

### Решение задачи планирования и нахождение уравнения регрессии. Полный факторный эксперимент

Методы планирования экспериментов позволяют свести к минимуму число необходимых опытов и одновременно выявить оптимальное значение искомой функции.

*Оптимальный двухуровневый план (план  $2^k$ ).* При планировании экспериментов условия опытов представляют собой фик-

сированное число значений уровней для каждого фактора. Если эксперименты проводятся только на двух уровнях (при двух значениях факторов) и при этом в процессе эксперимента осуществляются все возможные комбинации из  $k$  факторов, то постановка опытов по такому плану называется *полным факторным экспериментом (ПФЭ) или планом  $2^k$* .

Уровни факторов представляют собой в этом случае границы исследуемой области по данному технологическому параметру. Пусть, например, изучается влияние на выход продукта у трех факторов: температуры  $T$  в диапазоне  $100 - 200$  °С, давления  $P$  в диапазоне  $2 - 6$  МПа ( $20 - 60$  кгс/см<sup>2</sup>) и времени пребывания  $t$  в диапазоне  $10 - 30$  мин. Верхний уровень по температуре  $z_1^{\max} = 200$  °С, нижний  $z_1^{\min} = 100$  °С,  $z_1^0 = 150$  °С,  $\Delta z_1 = 50$  °С.

Для произвольного  $j$ -го фактора:

$$z_j^0 = \frac{z_j^{\max} + z_j^{\min}}{2},$$

$$\Delta z_j = \frac{z_j^{\max} - z_j^{\min}}{2}, \quad j = 1, 2, \dots, k. \quad (5.6)$$

Точка с координатами  $(z_1^0, z_2^0, \dots, z_k^0)$  носит название центра плана, иногда ее называют основным уровнем;  $\Delta z_j$  – единица варьирования (интервал варьирования) по оси  $z_j$ . От системы координат  $z_1, z_2, \dots, z_k$  перейдем к новой безразмерной системе координат  $x_1, x_2, \dots, x_k$ . Формула перехода (кодирования):

$$x_j^0 = \frac{z_j - z_j^0}{\Delta z_j}, \quad j = 1, 2, \dots, k. \quad (5.7)$$

В безразмерной системе координат верхний уровень равен  $+1$  нижний равен  $-1$ , координаты центра плана равны нулю и совпадают с началом координат. В нашей задаче  $k = 3$ . Число возможных комбинаций  $N$  из трех факторов на двух уровнях равно  $N = 2^k = 2^3 = 8$ .

Составим план проведения экспериментов (матрицу планирования) (табл. 5.3). Значения выхода  $y$ , полученные в результате реализации плана экспериментов, приведены в последнем столбце таблицы.

Таблица 5.3

№ опыта	Значение факторов в натуральном масштабе			Значение факторов в безразмерной системе координат			Выход $y$
	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	
1	100	20	10	-1	-1	-1	2
2	200	20	10	+1	-1	-1	6
3	100	60	10	-1	+1	-1	4
4	200	60	10	+1	+1	-1	8
5	100	20	30	-1	-1	+1	10
6	200	20	30	+1	-1	+1	18
7	100	60	30	-1	+1	+1	8
8	200	60	30	+1	+1	+1	12

Запишем кодированную матрицу планирования  $2^3$  и результаты эксперимента, введя столбец так называемой фиктивной переменной  $x_0 = 1$  (табл. 5.4).

Таблица 5.4

№ опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$
1	+1	-1	-1	-1	$y_1$
2	+1	+1	-1	-1	$y_2$
3	+1	-1	+1	-1	$y_3$
4	+1	+1	+1	-1	$y_4$
5	+1	-1	-1	+1	$y_5$
6	+1	+1	-1	+1	$y_6$
7	+1	-1	+1	+1	$y_7$
8	+1	+1	+1	+1	$y_8$

Приведенная в табл. 5.4 матрица планирования обладает следующими свойствами:

- 1)  $\sum_{i=1}^N x_{ui} x_{ji} = 0$ ,  $u, j = 0, 1, \dots, k$ ,  $u \neq j$ ;
- 2)  $\sum_{i=1}^N x_{ji} = 0$ ,  $j = 1, 2, \dots, k$ ;

$$3) \sum_{i=1}^N x_{ji}^2 = N, \quad j=0,1,\dots,k,$$

где  $k$  – число независимых факторов;  $N$  – число опытов в матрице планирования.

Первое свойство – равенство нулю скалярных произведений всех вектор-столбцов – свойство ортогональности матрицы планирования. Благодаря этому свойству резко уменьшаются трудности, связанные с расчетом коэффициентов уравнения регрессии, т.к. матрица коэффициентов нормальных уравнений  $(X * X)$  становится диагональной и ее диагональные элементы равны числу опытов в матрице планирования  $N$ . Диагональные элементы обратной матрицы  $(X * X)^{-1}$ :

$$C_{jj} = \frac{1}{N}.$$

Следовательно, любой коэффициент уравнения регрессии  $b_j$  определяется скалярным произведением столбца  $y$  на соответствующий столбец  $x_j$ , деленным на число опытов  $N$ :

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ji} y_i. \quad (5.8)$$

Пользуясь планом, представленным в табл. 5.4, можно вычислить коэффициенты регрессии линейного уравнения

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3.$$

Если в рассмотрение ввести более полное уравнение регрессии с коэффициентами взаимодействия:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3,$$

то для определения коэффициентов  $b_{12}$ ,  $b_{13}$ ,  $b_{23}$  (эффектов двойного взаимодействия) и  $b_{123}$  (эффекта тройного взаимодействия) необходимо расширить матрицу следующим образом (табл. 5.5).

Если поставить дополнительно параллельные опыты, мож-

но определить  $S_{\text{воспр}}^2$ , проверить значимость коэффициентов регрессии и при наличии степеней свободы – адекватность уравнения.

Таблица 5.5

№ опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$	y
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	2
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	6
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	4
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	8
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	10
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	18
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	8
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	12

Т.к. корреляционная матрица  $(X * X)^{-1}$  для спланированного эксперимента есть матрица диагональная

$$(X * X)^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{N} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{N} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{N} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{1}{N} \end{bmatrix}$$

коэффициенты уравнения регрессии некоррелированы между собой. Исключение из уравнения регрессии незначимого коэффициента не скажется на значениях остальных коэффициентов, следовательно, не потребует их повторного пересчета.

Диагональные элементы корреляционной матрицы равны между собой, поэтому все коэффициенты уравнений определяются с одинаковой точностью:

$$S_{b_j} = \frac{S_{\text{воспр}}}{\sqrt{N}}.$$

### Дробные реплики

Если при получении уравнения можно ограничиться линейным приближением, то число опытов резко сокращается при использовании так называемых дробных реплик от полного факторного эксперимента или *дробного факторного эксперимента (ДФЭ)*. Для того чтобы дробная реплика представляла собой ортогональный план, в качестве реплики следует брать ближайший полный факторный эксперимент. Число опытов при этом должно быть больше, чем число неизвестных коэффициентов в уравнении регрессии. Допустим, что нам нужно получить линейное приближение некоторого небольшого участка поверхности отклика при трех независимых факторах:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3.$$

Для решения этой задачи можно ограничиться четырьмя опытами, если в планировании для ПФЭ  $2^2$  использовать столбец  $x_1x_2$  (табл. 5.6) в качестве плана для  $x_3$  (табл. 5.7).

Таблица 5.6

№ опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$
1	+1	+1	+1	+1
2	+1	-1	-1	+1
3	+1	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1	-1

Таблица 5.7

№ опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	+1	+1	+1	+1
2	+1	-1	-1	+1
3	+1	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1	-1

Такой сокращенный план – половина ПФЭ  $2^3$  – носит название *полуреплики от ПФЭ  $2^3$* . Пользуясь таким планированием, можно оценить свободный член и три коэффициента уравнения регрессии при линейных членах.

На практике обычно не удается априори постулировать ра-

венство нулю эффектов взаимодействия, однако часто имеются основания полагать, что некоторые из них малы по сравнению с линейными эффектами. Если коэффициенты регрессии при парных произведениях не равны нулю, то найденные нами коэффициенты будут *смешанными оценками* для генеральных коэффициентов:

$$b_1 \rightarrow \beta_1 + \beta_{23}, \quad b_2 \rightarrow \beta_2 + \beta_{13}, \quad b_3 \rightarrow \beta_3 + \beta_{12}, \quad (5.9)$$

где  $\beta$  – математические ожидания для соответствующих коэффициентов.

Эти генеральные коэффициенты не могут быть отдельно оценены по плану, включающему всего четыре опыта, так как в этом случае неразличимы столбцы для линейных членов и парных произведений. Если, например, в дополнение к столбцам, приведенным в таблице, мы вычисляем еще столбец для произведения  $x_1x_3$ , то увидим, что элементы этого столбца в точности равны элементам столбца  $x_2$ . Таким образом, сокращение числа опытов приводит к получению смешанных оценок для коэффициентов. Для того чтобы определить, какие генеральные коэффициенты смешаны, удобно пользоваться таким приемом: поставив  $x_3$  на место  $x_1x_2$ , получаем соотношение

$$x_3 = x_1x_2,$$

называемое *генерирующим соотношением*. Умножив обе части соотношения на  $x_3$ , слева получим единичный столбец

$$1 = x_1x_2x_3.$$

Произведение носит название *определяющего контраста*, с его помощью удобно определять, в каких столбцах одинаковые элементы. Умножив по очереди определяющий контраст на  $x_1, x_2, x_3$  находим:

$$x_1 = x_1^2x_2x_3 = x_2x_3, \quad x_2 = x_1x_2^2x_3 = x_1x_3, \quad x_3 = x_1x_2x_3^2 = x_1x_2.$$

Полученным соотношениям соответствует система смешанных оценок (5.9).

При использовании ДФЭ необходимо иметь четкое представление о так называемой разрешающей способности дробной реплики, т. е. определить заранее, какие коэффициенты являются несмешанными оценками для соответствующих генеральных коэффициентов. Тогда в зависимости от поставленной задачи подбирается дробная реплика, с помощью которой можно извлечь максимальную информацию из эксперимента.

Например, в задаче с четырьмя факторами  $k = 4$ , в качестве генерирующего соотношения можно взять

$$x_4 = x_1 x_2 x_3, \quad (5.10)$$

и любой из эффектов двойного взаимодействия, например

$$x_4 = x_1 x_2. \quad (5.11)$$

Матрица планирования с генерирующим соотношением (5.10) приведена в табл. 5.8.

Таблица 5.8

№ опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	+1	+1	+1	+1	+1
2	+1	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	+1	-1
4	+1	+1	-1	+1	-1
5	+1	+1	+1	-1	-1
6	+1	-1	-1	-1	-1
7	+1	-1	+1	-1	+1
8	+1	+1	-1	-1	+1

Воспользовавшись определяющим контрастом  $I = x_1 x_2 x_3 x_4$ , получим систему смешанных оценок:

$$x_1 = x_2 x_3 x_4, \quad b_1 \rightarrow \beta_1 + \beta_{234};$$

$$x_2 = x_1 x_3 x_4, \quad b_2 \rightarrow \beta_2 + \beta_{134};$$

$$x_3 = x_1 x_2 x_4, \quad b_3 \rightarrow \beta_3 + \beta_{124};$$

$$x_4 = x_1 x_2 x_3, \quad b_4 \rightarrow \beta_4 + \beta_{123};$$

$$x_1 x_2 = x_3 x_4, \quad b_{12} \rightarrow \beta_{12} + \beta_{34};$$

$$x_1 x_3 = x_2 x_4, \quad b_{13} \rightarrow \beta_{13} + \beta_{24};$$

$$x_1 x_4 = x_2 x_3, \quad b_{14} \rightarrow \beta_{14} + \beta_{23}.$$

В реальных задачах тройные взаимодействия бывают равными нулю значительно чаще, чем двойные. Значит, если нас более всего по физическому смыслу задачи интересуют оценки для линейных эффектов, следует брать генерирующее соотношение (5.10). При генерирующем соотношении (5.11) матрица планирования имеет вид (табл. 5.9).

Таблица 5.9

№ опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	+1	+1	+1	+1	+1
2	+1	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	+1	-1
4	+1	+1	-1	+1	-1
5	+1	+1	+1	-1	+1
6	+1	-1	-1	-1	+1
7	+1	-1	+1	-1	-1
8	+1	+1	-1	-1	-1

Определяющий контраст выражается соотношением  $I = x_1 x_2 x_4$ . Получается следующая система оценок:

$$x_1 = x_2 x_4, \quad b_1 \rightarrow \beta_1 + \beta_{24};$$

$$x_2 = x_1 x_4, \quad b_2 \rightarrow \beta_2 + \beta_{14};$$

$$x_3 = x_1 x_2 x_3 x_4, \quad b_3 \rightarrow \beta_3 + \beta_{1234};$$

$$x_4 = x_1 x_2, \quad b_4 \rightarrow \beta_4 + \beta_{12};$$

$$x_1 x_3 = x_2 x_3 x_4, \quad b_{13} \rightarrow \beta_{13} + \beta_{234};$$

$$x_2 x_3 = x_1 x_3 x_4, \quad b_{23} \rightarrow \beta_{23} + \beta_{134};$$

$$x_3 x_4 = x_1 x_2 x_4, \quad b_{34} \rightarrow \beta_{34} + \beta_{124}.$$

Следовательно, дробную реплику с генерирующим соотношением (5.11), имеет смысл использовать, если нас более всего интересуют коэффициенты  $\beta_3, \beta_{13}, \beta_{23}, \beta_{34}$ . Применяют дробные реплики и большей степени дробности (1/4 реплики, 1/8 реплики и т. п.).

### Композиционные планы

Полный факторный эксперимент  $3^k$  содержит слишком большое число опытов. Сократить число опытов можно, если воспользоваться так называемыми *композиционными*, или последовательными планами, предложенными Боксом и Уилсоном. «Ядро» таких планов составляет ПФЭ  $2^k$  при  $k < 5$  или дробная реплика от него при  $k \geq 5$ . Если линейное уравнение регрессии оказалось неадекватным, необходимо:

1) добавить  $2k$  «звездных» точек, расположенных на координатных осях факторного пространства  $(\pm \alpha, 0, 0, \dots, 0)$ ,  $(0, \pm \alpha, 0, \dots, 0)$ , ...,  $(0, 0, 0, \dots, \pm \alpha)$ , где  $\alpha$  – расстояние от центра плана до «звездной» точки – «звездное» плечо;

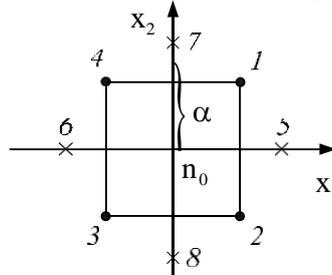
2) увеличить число экспериментов в центре плана  $n_0$ .

Общее число опытов в матрице композиционного плана при  $k$  факторах составит:

$$N = 2^k + 2k + n_0, \quad k < 5;$$

$$N = 2^{k-1} + 2k + n_0, \quad k \geq 5.$$

Рассмотрим композиционный план при  $k = 2$  (рис. 5.2).



**Рис. 5.2.** Построение композиционного плана при  $k = 2$

Точки 1, 2, 3, 4 образуют ПФЭ  $2^2$ ; точки 5, 6, 7, 8 – «звездные» точки с координатами  $(\pm \alpha, 0)$  и  $(0, \pm \alpha)$ , координаты опытов в центре плана нулевые  $(0, 0)$ . Величина  $\alpha$  и количество опытов  $n_0$  зависят от выбранного плана.

### Ортогональные планы второго порядка

Композиционные планы легко приводятся к ортогональным выбором «звездного» плеча  $\alpha$ . На количество опытов  $n_0$  при этом не накладывается никаких ограничений. В этом случае  $n_0$  обычно принимают равным единице.

Возьмем матрицу композиционного планирования для  $k = 2$ , положив  $n_0 = 1$  (табл. 5.10).

Таблица 5.10

№ опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$	$x_1^2$	$x_2^2$
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	-1	+1	+1	+1
4	+1	-1	+1	-1	+1	+1
5	+1	$+\alpha$	0	0	$\alpha^2$	0
6	+1	$-\alpha$	0	0	$\alpha^2$	0
7	+1	0	$+\alpha$	0	0	$\alpha^2$
8	+1	0	$-\alpha$	0	0	$\alpha^2$
9	+1	0	0	0	0	0

В общем виде приведенная матрица неортогональна, т.к.:

$$\sum_{i=1}^n x_{0i}^2 x_{ji}^2 \neq 0 \text{ и } \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 x_{ui}^2 \neq 0.$$

Приведем матрицу к ортогональному виду. Для этого преобразуем квадратичные переменные:

$$x'_{ji} = x_{ji}^2 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ji}^2 = x_{ji}^2 - \bar{x}_{ji}^2.$$

При этом

$$\sum_{i=1}^N x'_{0i} x'_{ji} = \sum_{i=1}^N x_{ji}^2 - N \bar{x}_{ji}^2 = 0, \text{ но}$$

$$\sum_{i=1}^N x'_{ji} x'_{ui} \neq 0.$$

Чтобы сделать матрицу планирования полностью ортого-

нальной, величину «звездного» плеча  $\alpha$  выбирают из условия равенства нулю недиагонального члена корреляционной матрицы  $(X * X)^{-1}$ .

Таблица 5.11

	Число независимых факторов k			
	2	3	4	5
«Ядро» плана	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^{5-1}$
$\alpha$	1.00	1.215	1.414	1.547 ( $x_5 = x_1 x_2 x_3 x_4$ )

В табл. 5.11 приведены значения  $\alpha$  для различного числа факторов. Ортогональная матрица 2-го порядка для  $k = 2$  принимает вид (табл. 5.12).

Таблица 5.12

№ опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_1 x_2$	$x'_1$	$x'_2$
1	+1	+1	+1	+1	+1/3	+1/3
2	+1	+1	-1	-1	+1/3	+1/3
3	+1	-1	-1	+1	+1/3	+1/3
4	+1	-1	+1	-1	+1/3	+1/3
5	+1	+1	0	0	+1/3	-2/3
6	+1	-1	0	0	+1/3	-2/3
7	+1	0	+1	0	-2/3	+1/3
8	+1	0	-1	0	-2/3	+1/3
9	+1	0	0	0	-2/3	-2/3

В силу ортогональности матрицы планирования все коэффициенты регрессии определяются независимо друг от друга:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} y_i}{\sum_{i=1}^N x_{ji}^2}$$

и дисперсии коэффициентов равны:

$$S_{b_j}^2 = \frac{S_{\text{воспр}}^2}{\sum_{i=1}^N x_{ji}^2}$$

В результате расчетов по матрице с преобразованными столбцами для квадратичных эффектов получим уравнение

$$\hat{y} = b'_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k + \dots + b_{(k-1),k} x_{k-1} x_k + b_{11} (x_1^2 - \bar{x}_1^2) + \dots + b_{kk} (x_k^2 - \bar{x}_k^2).$$

Чтобы перейти к обычной записи, определяют  $b_0$ :

$$b_0 = b'_0 - b_{11} \bar{x}_1^2 - \dots - b_{kk} \bar{x}_k^2$$

и оценивают с дисперсией, равной

$$S^2_{b_0} = S^2_{b'_0} + \left(\frac{1}{n}\right)^2 S^2_{b_{11}} + \dots + \left(\frac{1}{n}\right)^2 S^2_{b_{kk}}.$$

Зная  $S^2_{\text{воспр}}$ , проверяют значимость коэффициентов и адекватность уравнения

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k + b_{12} x_1 x_2 + \dots + b_{(k-1),k} x_{k-1} x_k + b_{11} x_1^2 + \dots + b_{kk} x_k^2.$$

Адекватность уравнения проверяют по критерию Фишера, составляя отношение

$$F = \frac{S^2_{\text{ост}}}{S^2_{\text{воспр}}}.$$

Уравнение адекватно, если F-отношение меньше табулированного

$$F < F_p(f_1, f_2),$$

где  $p$  – уровень значимости;  $f_1$  – число степеней свободы остаточной дисперсии;  $f_2$  – число степеней свободы дисперсии воспроизводимости.

### Применение экспериментально-статистических методов в задачах управления

Методы регрессионного анализа применяются в целях установления зависимостей между возмущающими параметрами (независимые факторы) и необходимым управлением (функция отклика), между управлениями (независимые факторы) и параметром, характеризующим эффективность процесса (функция отклика).

Расчет управления может проводиться программным путем. Такой метод поиска управления может быть использован в системе управления, реализованной на базе контрольно-измерительных приборов и ЭВМ (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Структура системы управления

### Построение функциональной схемы автоматизации

Моделируемая система управления технологическим процессом (теплообменник, абсорбционная установка, реакционный аппарат и др.) должна выполнять следующие функции:

- измерение параметров процесса (возмущений: температура, расход и теплофизические свойства входной смеси; отклонений: расходы теплоносителей, абсорбента, катализатора, выходных продуктов, температура и давление в аппарате и др.);
- расчет управлений на основе математической модели (уравнение регрессии), разработанной на основе экспериментально-статистических методов;
- выдача управляющего воздействия на исполнительный механизм (изменение расходов теплоносителей, флегмы, дистиллята, катализатора и т.д.).

Графически работу системы управления представляют в виде функциональной схемы автоматизации процесса [6, 7]. С помощью функциональной схемы отображают структуру и функциональные связи между технологическим процессом и

средствами контроля и управления. Условными обозначениями на схеме (рис. 5.4) показывают:

- основное технологическое оборудование (ректификационная колонна, абсорбер, теплообменное и насосное оборудование и т.д.);
- потоки жидкостей, газов и пара;
- приборы и средства автоматизации (приложение I).

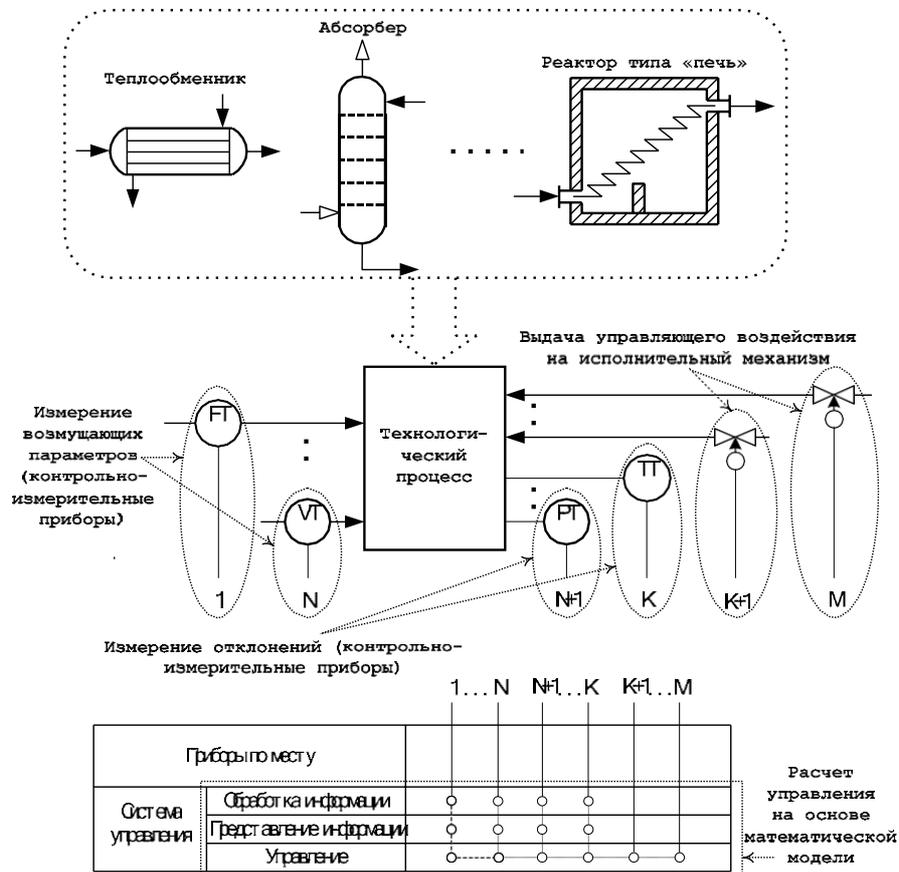


Рис. 5.4. Функциональная схема автоматизации процесса

## Варианты заданий 5а – 5д

### Вариант 5а

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления процессом ректификации широкой фракции легких углеводородов на основе экспериментально-статистических методов исследования.

*Задание:*

– необходимо установить зависимости расхода флегмы в ректификационной колонне разделения широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) от состава ШФЛУ *методом Брандона*;

– проверить достоверность полученных зависимостей путем анализа погрешностей расчета;

– построить схему регулирования расхода флегмы;

– разработать презентацию курсовой работы и подготовить доклад к защите.

*Исходные данные:*

По итогам проведения пассивного эксперимента получен следующий статистический материал (табл. 5.13).

Таблица 5.13

№	Состав питания, кг/ч							Расход флегмы, кг/ч
	Этан	Пропан	Изобутан	Бутан	Изопентан	Пентан	Гексан	
1	123.5	3320.8	9534.5	14414.8	5748.7	6201.3	1810.6	18900.0
2	76.0	3811.4	6802.0	14185.4	4636.0	4700.6	3788.6	19400.0
3	117.0	7683.0	6357.0	12811.5	4465.5	3607.5	3958.5	23400.0
4	77.0	5813.5	4235.0	12358.5	5505.5	4312.0	6198.5	17700.0
5	55.0	2145.0	4482.5	8965.0	4207.5	4922.5	2667.5	11100.0
6	212.5	6672.5	8202.5	16745.0	4080.0	3612.5	2975.0	22000.0
7	67.5	3375.0	7965.0	15390.0	4275.0	5040.0	8865.0	17200.0

Достоверность полученных зависимостей проверяется в результате анализа минимального, среднего и максимального значений относительной погрешности  $\Delta$  (%) расчетного значе-

ния расхода флегмы:

$$\Delta = \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} 100,$$

где  $y_i$  – экспериментальное значение расхода флегмы (табл. 5.13);  $\hat{y}_i$  – значение расхода флегмы, рассчитанное на основе уравнения регрессии.

### Вариант 5б

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления процессом разложения боратов на основе экспериментально-статистических методов исследования.

*Задание:*

- необходимо определить условия достижения максимальной степени разложения боратов смесью серной и фосфорной кислот;
- построить функциональную схему автоматизации;
- разработать презентацию курсовой работы и подготовить доклад к защите.

*Исходные данные:*

Технологическая схема процесса приведена на рис. 5.3.

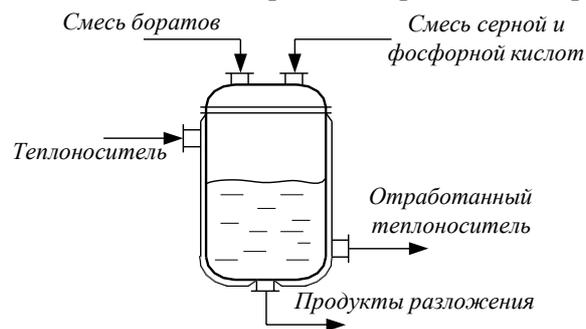


Рис. 5.3.

Факторы, от которых зависит степень разложения  $y$  (%):

$z_1$  – температура реакции (°C);

$z_2$  – продолжительность реакции (мин.);

$z_3$  – норма фосфорной кислоты (%);

$z_4$  – концентрация фосфорной кислоты (%  $P_2O_5$ ).

Основной уровень и интервал варьирования приведены в табл. 5.14.

Таблица 5.14

	$z_1, ^\circ\text{C}$	$z_2, \text{мин.}$	$z_3, \%$	$z_4, \%$
$z_j^0$	55.5	37.5	82	34.8
$\Delta z_j$	25	21.5	18	18.0

Для получения уравнения регрессии построен ортогональный композиционный план 2-го порядка (табл. 5.15).

Таблица 5.15

№	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x'_1$	$x'_2$	$x'_3$	$x'_4$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_1x_4$	$x_2x_3$	$x_2x_4$	$x_3x_4$	$y$
1	+1	+1	+1	+1	+1	0.2	0.2	0.2	0.2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	86.5
2	+1	-1	-1	+1	+1	0.2	0.2	0.2	0.2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	40.5
3	+1	+1	-1	-1	+1	0.2	0.2	0.2	0.2	-1	-1	+1	+1	-1	-1	66.1
4	+1	-1	+1	-1	+1	0.2	0.2	0.2	0.2	-1	+1	-1	-1	+1	-1	34.2
5	+1	+1	-1	+1	-1	0.2	0.2	0.2	0.2	-1	+1	-1	-1	+1	-1	75.8
6	+1	-1	+1	+1	-1	0.2	0.2	0.2	0.2	-1	-1	+1	+1	-1	-1	54.7
7	+1	+1	+1	-1	-1	0.2	0.2	0.2	0.2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	91.5
8	+1	-1	-1	-1	-1	0.2	0.2	0.2	0.2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	47.1
9	+1	+1	-1	+1	+1	0.2	0.2	0.2	0.2	-1	+1	+1	-1	-1	+1	74
10	+1	-1	+1	+1	+1	0.2	0.2	0.2	0.2	-1	-1	-1	+1	+1	+1	53
11	+1	+1	+1	-1	+1	0.2	0.2	0.2	0.2	+1	-1	+1	-1	+1	-1	71.2
12	+1	-1	-1	-1	+1	0.2	0.2	0.2	0.2	+1	+1	-1	+1	-1	-1	30.1
13	+1	+1	+1	+1	-1	0.2	0.2	0.2	0.2	+1	+1	-1	+1	-1	-1	94.8
14	+1	-1	-1	+1	-1	0.2	0.2	0.2	0.2	+1	-1	+1	-1	+1	-1	49.7
15	+1	+1	-1	-1	-1	0.2	0.2	0.2	0.2	-1	-1	-1	+1	+1	+1	66
16	+1	-1	+1	-1	-1	0.2	0.2	0.2	0.2	-1	+1	+1	-1	-1	+1	52.3
17	+1	0	0	0	0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	0	0	0	0	0	0	62.4
18	+1	1.414	0	0	0	1.2	-0.8	-0.8	-0.8	0	0	0	0	0	0	95.4
19	+1	-1.414	0	0	0	1.2	-0.8	-0.8	-0.8	0	0	0	0	0	0	40.7
20	+1	0	1.414	0	0	-0.8	1.2	-0.8	-0.8	0	0	0	0	0	0	79.3
21	+1	0	-1.414	0	0	-0.8	1.2	-0.8	-0.8	0	0	0	0	0	0	42.9
22	+1	0	0	1.414	0	-0.8	-0.8	1.2	-0.8	0	0	0	0	0	0	77.5
23	+1	0	0	-1.414	0	-0.8	-0.8	1.2	-0.8	0	0	0	0	0	0	58.2
24	+1	0	0	0	1.414	-0.8	-0.8	-0.8	1.2	0	0	0	0	0	0	41.2
25	+1	0	0	0	-1.414	-0.8	-0.8	-0.8	1.2	0	0	0	0	0	0	52.3

В центре плана проведено три дополнительных опыта:  
 $y_1^0 = 61.8 \%$ ,  $y_2^0 = 60 \%$ ,  $y_3^0 = 62.3 \%$ .

### Вариант 5в

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления процессом ректификации изопентан-пентан-гексановой фракции на основе экспериментально-статистических методов исследования.

*Задание:*

– необходимо установить зависимость управлений (флегмового числа и расхода греющего пара на обогрев ректификационной колонны) от количества изопентана, пентана и гексана в исходной смеси;

– построить схему регулирования расхода флегмы и греющего пара в кипятильник установки;

– разработать презентацию курсовой работы и подготовить доклад к защите.

*Исходные данные:*

Для получения уравнения регрессии проведен *полный факторный эксперимент*  $2^k$ , получены значения факторов и функции отклика (табл. 5.16).

Таблица 5.16

№ опыта	Количество изопентана, кг/ч	Количество пентана, кг/ч	Количество гексана, кг/ч	Флегмовое число	Нагрузка на кипятильник, кДж/ч
1	6477.0	6936.0	2640.0	18.0	38476547.9
2	6477.0	6936.0	10185.0	21.0	44546006.0
3	6477.0	10151.0	2640.0	25.0	52670991.5
4	6477.0	10151.0	10185.0	27.0	56719158.0
5	9183.5	6936.0	2640.0	11.0	24296811.9
6	9183.5	6936.0	10185.0	13.0	26300916.3
7	9183.5	10151.0	2640.0	14.5	31399481.9
8	9183.5	10151.0	10185.0	15.5	33423869.8

## Вариант 5г

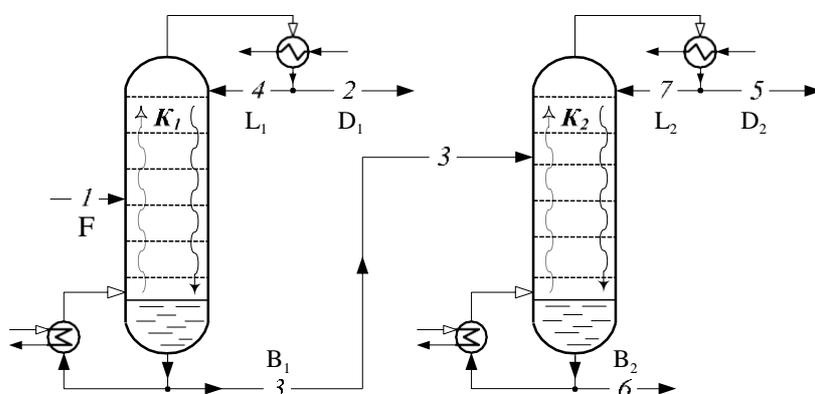
*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления процессом ректификации хлорметил-изобутиленовой фракции на основе экспериментально-статистических методов исследования.

*Задание:*

- необходимо установить зависимости расхода флегмы в двух последовательно соединенных ректификационных колоннах от количества изобутилена в исходной смеси;
- построить схему регулирования расходов флегмы;
- разработать презентацию курсовой работы и подготовить доклад к защите.

*Исходные данные:*

Принципиальная технологическая схема процесса приведена на рис. 5.4.



**Рис. 5.4.** 1 – хлорметил-изобутиленовая фракция; 2, 5 – хлорметилловая фракция; 3 – изобутиленовая фракция с примесью хлорметила; 4, 7 – флегма; 6 – изобутиленовая фракция

Для построения *поля корреляции* и проведения *регрессионного анализа* получен в режиме нормальной эксплуатации следующий статистический материал (табл. 5.17).

Таблица 5.17

Расход изобутилена, кг/ч	Расход флегмы в колонне К <sub>1</sub> , кг/ч	Расход флегмы в колонне К <sub>2</sub> , кг/ч
500.0	10000.0	2039.9
750.0	11000.1	3080.2
1000.0	10000.1	5160.0
1250.0	10000.1	5160.4
1500.0	10000.0	5679.9
1750.0	10000.1	6720.0
2000.0	10000.1	6719.9
2250.0	10000.0	7759.4
2500.0	10000.0	7759.4
2750.0	10000.1	9840.4
3000.0	12000.1	10880.2
3250.0	14000.1	11920.1
3500.0	16000.3	14000.1
3750.0	17999.7	15039.8
4000.0	19500.3	15560.1

### Вариант 5д

*Тема курсовой работы:* моделирование системы управления абсорбционной установки для очистки изобутилена от триметилкарбинола на основе экспериментально-статистических методов исследования.

*Задание:*

- необходимо установить зависимость концентрации триметилкарбинола (ТМК) в очищенной изобутиленовой фракции от давления в абсорбере, начальной температуры загрязненного газа, расхода и температуры абсорбента (воды);
- определить условия процесса, при которых концентрация ТМК на выходе аппарата будет минимальной;
- построить функциональную схему автоматизации установки;
- подготовить презентацию курсовой работы и доклад.

*Исходные данные:*

Для получения уравнения регрессии проведен *полный*

факторный эксперимент  $2^k$  (табл. 5.18).

Таблица 5.18

№ опыта	Давление, атм	Температура газа, °С	Расход абсорбента, кг/ч	Температура абсорбента, °С	Концентрация ТМК, % масс.
1	1	30	8000	10	0.37
2	1	30	8000	30	0.47
3	1	30	9000	10	0.26
4	1	30	9000	30	0.49
5	1	50	8000	10	0.70
6	1	50	8000	30	0.78
7	1	50	9000	10	0.56
8	1	50	9000	30	0.76
9	1.3	30	8000	10	0.20
10	1.3	30	8000	30	0.42
11	1.3	30	9000	10	0.06
12	1.3	30	9000	30	0.44
13	1.3	50	8000	10	0.45
14	1.3	50	8000	30	0.66
15	1.3	50	9000	10	0.29
16	1.3	50	9000	30	0.67

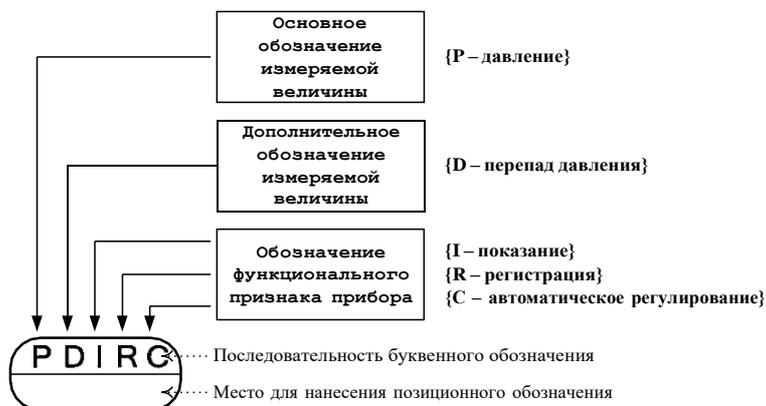
## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – М. : Химия, 1971. – 784 с.
2. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник. Т. 2. / А.С. Тимонин. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. – 1028 с.
3. Борисов, Г.С. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов [и др.] ; под ред. Ю.И. Дытнерского, 3-е изд., стереотипное. – М. : ООО ТИД «Альянс», 2007. – 496 с. : ил.
4. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков ; под ред. П.Г. Романкова. – 13-е изд., стереотип. Перепечатка с издания 1987 г. – М. : ООО ТИД «Альянс», 2006. – 576 с.
5. Беспалов, А.В. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами: Учебное пособие для вузов / А.В. Беспалов, Н.И. Харитонов. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 307 с.
6. Беспалов, А.В. Системы управления химико-технологическими процессами : учебник для вузов / А.В. Беспалов, Н.И. Харитонов. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2007. – 690 с. : ил.
7. Фафурин, А.В. Основы проектирования систем автоматизации технологических процессов и аппаратов / А.В. Фафурин, И.А. Дюдина, В.П. Ившин. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 174 с.
8. Александров, И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и основы конструирования / И.А. Александров. – 3-е изд., перераб. – М. : Химия, 1978. – 280 с. : ил.
9. Галеев, Э.Р. Методы оптимизации : лабораторный практи-

- кум / Э.Р. Галеев, В.В. Елизаров, В.И. Елизаров. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2006. – 64 с.
10. Павлечко, В.Н. Модели массообменных процессов в ректификационных аппаратах / В.Н. Павлечко. – Мн. : БГТУ, 2005. – 236 с.
  11. Анисимов, И.В. Математическое моделирование и оптимизация ректификационных установок / И.В. Анисимов, В.И. Бодров, В.Б. Покровский. – М. : Химия, 1975. – 216 с.
  12. Кафаров, В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии / В.В. Кафаров. – Изд. 4-е, пер. и доп. – М. : Химия, 1985. – 448 с. ил.
  13. Тимофеев, В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза : Учеб. пособие для вузов / В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов. – М. : Химия, 1992. – 432 с. : ил.
  14. Мухленов, И.П. Основы химической технологии : Учеб. пособие для студентов хим.-технол. спец. вузов / И.П. Мухленов, А.Е. Горштейн, Е.С. Тумаркина ; Под ред. И.П. Мухленова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 463 с. : ил.
  15. Общая химическая технология и основы промышленной экологии / В.И. Ксензенко [и др.]. – 2-е изд., стер. – М. : КолосС, 2003. – 328 с. : ил.
  16. Горбунов, А.И. Теоретические основы общей химии : Учебник для студентов технических университетов и вузов / А.И. Горбунов [и др.]. ; Под ред. А.И. Горбунова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 720 с.
  17. Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учеб. пособие для вузов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. – 416 с. : ил.

## Приложение I. Правила построения условных обозначений приборов и средств автоматизации

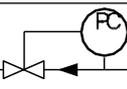
### Принцип построения условного обозначения прибора



### Примеры построения условных обозначений

Обозначение	Наименование
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту. <i>Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.п.</i>
	Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту. <i>Например: термометр ртутный, термометр манометрический.</i>
	Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите. <i>Например: милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.</i>
	Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. <i>Например: термометр манометрический (или любой другой датчик температуры) бесшкальный с пневмо- или электропередачей и т.п.</i>
	Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите. <i>Например: самопишущий милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.</i>

	Прибор для измерения температуры с автоматическим обегаяющим устройством, регистрирующий, установленный на щите. <i>Например: многоточечный самопишущий потенциометр, мост автоматический и т.п.</i>
	Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. <i>Например: любой самопишущий регулятор температуры (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.)</i>
	Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту. <i>Например: дилатометрический регулятор температуры.</i>
	Комплект для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите. <i>Например: вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт».</i>
	Прибор для измерения температуры бесшкальный с контактным устройством, установленный по месту. <i>Например: реле температурное.</i>
	Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите.
	Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите.
	Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту. <i>Например: любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т.п.</i>
	Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. <i>Например: дифманометр показывающий.</i>
	Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. <i>Например: манометр (дифманометр) бесшкальный с пневмо- или электропередачей.</i>
	Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите. <i>Например: самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления.</i>
	Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту. <i>Например: реле давления.</i>

	Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий с контактным устройством, установленный по месту. <i>Например: электроконтактный манометр, вакуумметр и т.п.</i>
	Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия) «до себя».
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту. <i>Например: диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т.п.</i>
	Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. <i>Например: дифманометр (ротаметр), бесшкальный с пневмо- или электропередачей.</i>
	Прибор для измерения расхода соотношения расходов регистрирующий, установленный на щите. <i>Например: любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов.</i>
	Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту. <i>Например: дифманометр (ротаметр), показывающий.</i>
	Прибор для измерения расхода интегрирующий, установленный по месту. <i>Например: любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегратором.</i>
	Прибор для измерения расхода показывающий, интегрирующий, установленный по месту. <i>Например: показывающий дифманометр с интегратором.</i>
	Прибор для измерения расхода интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту. <i>Например: счетчик-дозатор.</i>
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту. <i>Например: датчик электрического или емкостного уровнемера.</i>
	Прибор для измерения уровня показывающий, установленный по месту. <i>Например: манометр (дифманометр), используемый для измерения уровня.</i>
	Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. <i>Например: реле уровня, используемое для блокировки и сигнализации верхнего уровня.</i>

	Прибор для измерения уровня бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. <i>Например: уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей.</i>
	Прибор для измерения уровня бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту. <i>Например: электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква H в данном примере означает блокировку по верхнему уровню.</i>
	Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите. <i>Например: вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы H и L означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней.</i>
	Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. <i>Например: датчик плотномер с пневмо- или электропередачей.</i>
	Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту. <i>Например: показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты.</i>
	Прибор для измерения любой электрической величины показывающий, установленный по месту. <i>Например: напряжение*, сила тока*, мощность*.</i> <i>*Надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую электрическую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа.</i>
	Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите. <i>Например: командный электропневматический прибор (КЭП), многоцепное реле времени.</i>
	Прибор для измерения влажности регистрирующий, установленный на щите. <i>Например: вторичный прибор влагомера.</i>
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту. <i>Например: датчик pH-метра.</i>
	Прибор для измерения качества продукта показывающий, установленный по месту. <i>Например: газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах.</i>
	Прибор для измерения качества продукта регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. <i>Например: вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе.</i>

	Прибор для измерения радиоактивности показывающий, с контактным устройством, установленный по месту. <i>Например: прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-лучей.</i>
	Прибор для измерения скорости вращения привода регистрирующий, установленный на щите. <i>Например: вторичный прибор тахогенератора.</i>
	Прибор для измерения нескольких разнородных величин регистрирующий, установленный по месту. <i>Например: самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится справа от прибора.</i>
	Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту. <i>Например: вискозиметр показывающий.</i>
	Прибор для измерения массы продукта показывающий, с контактным устройством, установленный по месту. <i>Например: устройство электронно-тензометрическое, сигнализирующее.</i>
	Прибор для контроля погасания факела в печи бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите. <i>Например: вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы B должно быть оговорено на поле схемы.</i>
	Преобразователь сигнала, установленный на щите. Входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический. <i>Например: преобразователь измерительный, служащий для преобразования термо э.д.с. термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока.</i>
	Преобразователь сигнала, установленный по месту. Входной сигнал пневматический, выходной – электрический.
	Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения. <i>Например: множитель на постоянный коэффициент K.</i>
	Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (включение, выключение насоса; открытие, закрытие задвижки и т.д.). <i>Например: магнитный пускатель, контактор и т.п. Применение резервной буквы N должно быть оговорено на поле схемы.</i>
	Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления (включение, выключение двигателя; открытие, закрытие запорного органа, изменение задания регулятору), установленная на щите. <i>Например: кнопка, ключ управления, задатчик.</i>

	<p>Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабжения устройством для сигнализации, установленная на щите.</p> <p><i>Например: кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подвеской и т.п.</i></p>
---	---

### Условно-графические обозначения исполнительных механизмов и клапанов

Обозначение	Наименование
	Клапан запорный проходной
	Клапан дроссельный
	Задвижка
	Клапан предохранительный проходной
	Клапан запорный угловой
	Клапан предохранительный угловой
	Исполнительный механизм (общее обозначение)
	Исполнительный механизм нормально закрытый
	Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом
	Клапан обратный проходной
	Редукционный клапан
	Затвор поворотный
	Клапан трехходовой
	Клапан обратный угловой проходной
	Исполнительный механизм нормально открытый
	Исполнительный механизм, оставляющий регулирующий орган в неизменном состоянии
	Отсечной исполнительный механизм

**Приложение II**  
**Критические значения коэффициента Стьюдента**  
**(t-критерия) для различных значений уровня значимости  $\rho$**   
**и числа степеней свободы  $f$**

<b>f</b>	<b><math>\rho</math></b>							
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
<b>1</b>	3.0770	6.3130	12.7060	31.820	63.656	127.656	318.306	636.619
<b>2</b>	1.8850	2.9200	4.3020	6.964	9.924	14.089	22.327	31.599
<b>3</b>	1.6377	2.3534	3.1820	4.5400	5.840	7.4580	10.214	12.924
<b>4</b>	1.5332	2.1318	2.7760	3.7460	4.604	5.5970	7.1730	8.6100
<b>5</b>	1.4759	2.0150	2.5700	3.6490	4.0321	4.7730	5.8930	6.8630
<b>6</b>	1.4390	1.9430	2.4460	3.1420	3.7070	4.3160	5.2070	5.9580
<b>7</b>	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995	4.2293	4.7850	5.4079
<b>8</b>	1.3968	1.8596	2.3060	2.8965	3.3554	3.832	4.5008	5.0413
<b>9</b>	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	3.6897	4.2968	4.7800
<b>10</b>	1.3720	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693	3.5814	4.1437	4.5869
<b>11</b>	1.3630	1.7950	2.2010	2.7180	3.1050	3.4960	4.0240	4.4370
<b>12</b>	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0845	3.4284	3.9290	4.1780
<b>13</b>	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.1123	3.3725	3.8520	4.2200
<b>14</b>	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.976	3.3257	3.7870	4.1400
<b>15</b>	1.3406	1.7530	2.1314	2.6025	2.9467	3.2860	3.7320	4.0720
<b>16</b>	1.3360	1.7450	2.1190	2.5830	2.9200	3.2520	3.6860	4.0150
<b>17</b>	1.3334	1.7396	2.1098	2.5668	2.8982	3.2224	3.6458	3.9650
<b>18</b>	1.3304	1.7341	2.1009	2.5514	2.8784	3.1966	3.6105	3.9216
<b>19</b>	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609	3.1737	3.5794	3.8834
<b>20</b>	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453	3.1534	3.5518	3.8495
<b>21</b>	1.3230	1.7200	2.0790	2.5170	2.8310	3.1350	3.5270	3.8190
<b>22</b>	1.3212	1.7117	2.0739	2.5083	2.8188	3.1188	3.5050	3.7921
<b>23</b>	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073	3.1040	3.4850	3.7676
<b>24</b>	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969	3.0905	3.4668	3.7454
<b>25</b>	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874	3.0782	3.4502	3.7251
<b>26</b>	1.3150	1.7050	2.0590	2.4780	2.7780	3.0660	3.4360	3.7060

<b>27</b>	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707	3.0565	3.4210	3.6896
<b>28</b>	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633	3.0469	3.4082	3.6739
<b>29</b>	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564	3.0360	3.3962	3.8494
<b>30</b>	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500	3.0298	3.3852	3.6460
<b>32</b>	1.3080	1.6930	2.0360	2.4480	2.7380	3.0140	3.3650	3.6210
<b>34</b>	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284	3.9520	3.3479	3.6007
<b>36</b>	1.3050	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195	3.9490	3.3326	3.5821
<b>38</b>	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116	3.9808	3.3190	3.5657
<b>40</b>	1.303	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045	3.9712	3.3069	3.5510
<b>42</b>	1.320	1.682	2.018	2.418	2.6980	3.6930	3.2960	3.5370
<b>44</b>	1.301	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923	3.9555	3.2861	3.5258
<b>46</b>	1.300	1.6767	2.0129	2.4102	2.6870	3.9488	3.2771	3.5150
<b>48</b>	1.299	1.6772	2.0106	2.4056	2.6822	3.9426	3.2689	3.5051
<b>50</b>	1.298	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778	3.9370	3.2614	3.4060
<b>55</b>	1.2997	1.673	2.0040	2.3960	2.6680	3.9240	3.2560	3.4760
<b>60</b>	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603	3.9146	3.2317	3.4602
<b>65</b>	1.2947	1.6686	1.997	2.3851	2.6536	3.9060	3.2204	3.4466
<b>70</b>	1.2938	1.6689	1.9944	2.3808	2.6479	3.8987	3.2108	3.4350
<b>80</b>	1.2820	1.6640	1.9900	2.3730	2.6380	2.8870	3.1950	3.4160
<b>90</b>	1.2910	1.6620	1.9867	2.3885	2.6316	2.8779	3.1833	3.4019
<b>100</b>	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259	2.8707	3.1737	3.3905
<b>120</b>	1.2888	1.6577	1.9719	2.3578	2.6174	2.8598	3.1595	3.3735
<b>150</b>	1.2872	1.6551	1.9759	2.3515	2.6090	2.8482	3.1455	3.3566
<b>200</b>	1.2858	1.6525	1.9719	2.3451	2.6006	2.8385	3.1315	3.3398
<b>250</b>	1.2849	1.6510	1.9695	2.3414	2.5966	2.8222	3.1232	3.3299
<b>300</b>	1.2844	1.6499	1.9679	2.3388	2.5923	2.8279	3.1176	3.3233
<b>400</b>	1.2837	1.6487	1.9659	2.3357	2.5882	2.8227	3.1107	3.3150
<b>500</b>	1.2830	1.6470	1.9640	2.3330	2.7850	2.8190	3.1060	3.3100

**Приложение III**  
**Значения критерия Фишера (F-критерия) для уровня**  
**значимости  $p = 0.05$**

$f_2$	$f_1$													
	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	245	246	248
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	245	246	248
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.42	19.43	19.44
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.71	8.69	8.66
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.87	5.84	5.80
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.64	4.60	4.56
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.96	3.92	3.87
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.53	3.49	3.44
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.24	3.20	3.15
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.03	2.99	2.93
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.86	2.83	2.77
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.74	2.70	2.65
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.64	2.60	2.54
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.55	2.51	2.46
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.48	2.44	2.39
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.42	2.38	2.33
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.37	2.33	2.28
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.33	2.29	2.23
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.29	2.25	2.19
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.26	2.21	2.15
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.22	2.18	2.12
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.20	2.16	2.10
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.17	2.13	2.07
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.15	2.11	2.05
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.13	2.09	2.03
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.11	2.07	2.01

**Приложение IV**  
**Значения критерия Фишера (F-критерия) для уровня**  
**значимости  $p = 0.01$**

f <sub>2</sub>	f <sub>1</sub>													
1	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6106	6143	6169	6209
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.44	99.45
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	27.05	26.92	26.83	26.69
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.25	14.15	14.02
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.89	9.77	9.68	9.55
6	13.74	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.72	7.60	7.52	7.39
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	7.00	6.84	6.72	6.62	6.47	6.36	6.27	6.16
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.67	5.56	5.48	5.36
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.11	5.00	4.92	4.81
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.71	4.60	4.52	4.41
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.68	4.54	4.40	4.29	4.21	4.10
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.05	3.97	3.86
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.96	3.86	3.78	3.66
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.70	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.80	3.70	3.62	3.51
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.67	3.56	3.49	3.37
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	3.45	3.37	3.26
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.46	3.35	3.27	3.16
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.05	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	3.27	3.19	3.08
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.30	3.19	3.12	3.00
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	3.13	3.05	2.94
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.17	3.07	2.99	2.88
22	7.95	5.72	4.82	4.81	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.12	3.02	2.94	2.83
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.07	2.97	2.89	2.78
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.03	2.93	2.85	2.74
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.99	2.89	2.81	2.70

## Приложение V

### Содержание отчета по курсовой работе

В отчет по курсовой работе должны быть включены следующие разделы:

- 1) постановка задачи;
- 2) краткая характеристика объекта моделирования;
- 3) метод составления модели процесса или зависимости ее параметров\*;
- 4) математическое описание процесса\*\*;
- 5) алгоритм решения задачи;
- 6) результаты моделирования;
- 7) перечень возмущающих, регулирующих воздействий, регулируемых параметров процесса\*\*;
- 8) схема автоматизации процесса;
- 9) выводы по проделанной работе;
- 10) список использованных источников.
- 11) приложение (листинг моделирующей программы).

*\* рассмотреть в отчете по работе «Моделирование системы управления с применением экспериментально-статистических методов исследования»;*

*\*\* исключить из отчета по работе «Моделирование системы управления с применением экспериментально-статистических методов исследования».*

Рекомендуемый объем отчета: 20-25 с.

Требования по оформлению (не распространяются на листинг программы): шрифт – Times New Roman (14 pt), межстрочный интервал – полуторный, выравнивание – по ширине. Набор формул производить в редакторе формул Microsoft Equation (размеры и стиль – по умолчанию).

Учебное издание

**Елизаров Виталий Викторович**  
доктор технических наук

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Корректор Габдурахимова Т.М.  
Худ. редактор Федорова Л.Г.

Сдано в набор 26.12.2012.  
Подписано в печать 28.12.2012.  
Бумага писчая. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 8. Тираж 100.  
Заказ №65.

НХТИ (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ»,  
г. Нижнекамск, 423570, ул.30 лет Победы, д.5а.

