

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Уральский государственный горный университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методическому  
комплексу С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

**Б1.Б.01 ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ**

Направление подготовки

**1.6.6 Гидрогеология**

год набора: 2022

Форма обучения: очная, заочная

Автор: Луньков А.С., к.и.н.

Одобрена на заседании кафедры

Философии и культурологии

(название кафедры)

Зав. кафедрой

(подпись)

Беляев В. П.

(Фамилия И. О.)

Протокол №5 от 28.01.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Факультета геологии и геофизики

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Бондарев В. И.

(Фамилия И. О.)

Протокол № 6 от 10.02.2022

(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса .....	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.....	5
Подготовка и написание контрольной работы.....	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	7
Подготовка к зачёту .....	7
Подготовка к экзамену.....	8

## ВВЕДЕНИЕ

*Самостоятельная работа аспирантов* – это разнообразные виды деятельности аспирантов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы аспирантов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где аспирантам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того, самостоятельная работа направлена на обучение аспиранта осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений аспирантов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности аспирантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

*Внеаудиторная самостоятельная работа* – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется аспирантами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует аспирантам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные аспирантами работы и т. п.

## **ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА**

Основные формы организации самостоятельной работы аспирантов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности аспирантов;
- необходимость упорядочения нагрузки аспирантов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

*для подготовки ко всем видам текущего контроля:*

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

*для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:*

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы аспирантов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы аспирантов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами аспирантов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений аспирантов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

#### **Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса**

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа аспиранта во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

*для овладения знаниями:*

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

*для формирования навыков и умений:*

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

### **Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам**

*Практические занятия* по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов 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 аспиранта, направленные на подготовку к практическим занятиям:

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

*для формирования навыков и умений:*

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

*Лабораторные занятия* по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

*для овладения знаниями:*

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

*для формирования навыков и умений:*

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

### **Подготовка и написание контрольной работы**

*Контрольная работа* – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к контрольной работе:

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*для формирования навыков и умений:*

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

*Доклад с презентацией* – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа аспиранта включает в себя:

*для овладения знаниями:*

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

*для закрепления и систематизации знаний:*

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

*для формирования навыков и умений:*

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Подготовка к зачёту**

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

*Тест* – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

### Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

*Теоретический вопрос* – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

*Практико-ориентированное задание* – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Уральский государственный горный университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методическому  
комплексу С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

**Б1.Б.02 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

Направление подготовки

**1.6.6 Гидрогеология**

год набора: 2022

форма обучения: очная, заочная

Автор: Удачина Н. А. ст. преподаватель, Юсупова Л.Г., к.п.н., доцент

Одобрена на заседании кафедры

*Иностранных языков и деловой*

*коммуникации*

*(название кафедры)*

Зав.кафедрой

*(подпись)*  
к.п.н., доц. Юсупова Л. Г.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 1 от 28.09.2021

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

факультета геологии и геофизики

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*  
д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 2 от 07.10.2021

*(Дата)*

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса .....	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.....	5
Подготовка и написание контрольной работы.....	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	7
Подготовка к зачёту .....	7
Подготовка к экзамену.....	8

## ВВЕДЕНИЕ

*Самостоятельная работа аспирантов* – это разнообразные виды деятельности аспирантов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы аспирантов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где аспирантам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того, самостоятельная работа направлена на обучение аспиранта осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений аспирантов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности аспирантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

*Внеаудиторная самостоятельная работа* – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется аспирантами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует аспирантам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные аспирантами работы и т. п.

## **ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА**

Основные формы организации самостоятельной работы аспирантов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности аспирантов;
- необходимость упорядочения нагрузки аспирантов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

*для подготовки ко всем видам текущего контроля:*

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

*для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:*

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы аспирантов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы аспирантов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами аспирантов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений аспирантов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

#### **Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса**

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа аспиранта во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

*для овладения знаниями:*

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

*для формирования навыков и умений:*

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

### **Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам**

*Практические занятия* по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов 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 аспиранта, направленные на подготовку к практическим занятиям:

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

*для формирования навыков и умений:*

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

*Лабораторные занятия* по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

*для овладения знаниями:*

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

*для формирования навыков и умений:*

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

### **Подготовка и написание контрольной работы**

*Контрольная работа* – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к контрольной работе:

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*для формирования навыков и умений:*

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

*Доклад с презентацией* – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа аспиранта включает в себя:

*для овладения знаниями:*

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

*для закрепления и систематизации знаний:*

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

*для формирования навыков и умений:*

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Подготовка к зачёту**

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

*Тест* – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

### Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

*Теоретический вопрос* – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

*Практико-ориентированное задание* – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Уральский государственный горный университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методическому  
комплексу С.А. Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

**Б1.В.01 МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Научная специальность

***1.6.6 Гидрогеология***

Автор: Луньков А.С., к.и.н.

Одобрена на заседании кафедры

Философии и культурологии

*(название кафедры)*

Зав. кафедрой

*(подпись)*

Беляев В. П.

*(Фамилия И. О.)* Протокол

№ 5 от 28.01.2022

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией

Факультета геологии и геофизики

*(название факультета)*

Председатель

*(подпись)*

Бондарев В. И.

*(Фамилия И. О.)*

Протокол № 6 от 10.02.2022

*(Дата)*

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса .....	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.....	5
Подготовка и написание контрольной работы.....	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	7
Подготовка к зачёту .....	7
Подготовка к экзамену.....	8

## ВВЕДЕНИЕ

*Самостоятельная работа аспирантов* – это разнообразные виды деятельности аспирантов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы аспирантов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где аспирантам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение аспиранта осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений аспирантов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности аспирантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

*Внеаудиторная самостоятельная работа* – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется аспирантами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует аспирантам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные аспирантами работы и т. п.

## **ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА**

Основные формы организации самостоятельной работы аспирантов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности аспирантов;
- необходимость упорядочения нагрузки аспирантов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

*для подготовки ко всем видам текущего контроля:*

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

*для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:*

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы аспирантов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы аспирантов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами аспирантов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений аспирантов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

#### **Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса**

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа аспиранта во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

*для овладения знаниями:*

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

*для формирования навыков и умений:*

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

### **Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам**

*Практические занятия* по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов 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 аспиранта, направленные на подготовку к практическим занятиям:

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

*для формирования навыков и умений:*

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

*Лабораторные занятия* по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

*для овладения знаниями:*

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

*для формирования навыков и умений:*

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

### **Подготовка и написание контрольной работы**

*Контрольная работа* – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к контрольной работе:

*для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

*для закрепления и систематизации знаний:*

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

*для формирования навыков и умений:*

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

*Доклад с презентацией* – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа аспиранта включает в себя:

*для овладения знаниями:*

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

*для закрепления и систематизации знаний:*

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

*для формирования навыков и умений:*

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Подготовка к зачёту**

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

*Тест* – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

### Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

*Теоретический вопрос* – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

*Практико-ориентированное задание* – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

УГГУ

ОДОБРЕНО

Методической комиссией  
факультета геологии  
и геофизики УГГУ  
13 апреля 2017 г.



Председатель комиссии

проф. В. И. Бондарев

## ОСНОВЫ ГИДРОГЕОМЕХАНИКИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Учебное пособие по дисциплине «Гидрогеомеханика»  
для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология»  
специализации – «Поиски и разведка подземных вод и  
инженерно-геологические изыскания»

*Тагильцев С.Н.* Основы гидрогеомеханики скальных массивов: Учебное пособие по дисциплине «Гидрогеомеханика» для студентов специализации – «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». – Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2017. – 88 с.

В учебном пособии даётся систематическое изложение части лекционного курса «Гидрогеомеханика». Основным предметом гидрогеомеханики скальных массивов являются геомеханические процессы, происходящие под воздействием, главным образом, тектонических сил в условиях напряженно-деформированного состояния земной коры, и определяющие формирование фильтрационной структуры массивов горных пород. Отличительной особенностью гидрогеомеханики скальных массивов является детальный анализ геомеханических процессов, предшествующих разрушению и определяющих формирование массовых систем трещин в горных породах.

Учебное пособие предназначено для студентов и специалистов, занимающихся вопросами гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и геомеханики скальных массивов.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии 11.02.16 г. (протокол № 37) и рекомендовано к изданию в УГГУ.

Рецензент - В.П. Новиков, к.г.-м.н., доцент

© Тагильцев С.Н., 2017  
© Уральская государственная  
Горный университет, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ.....	6
2. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД.....	14
3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД.....	23
4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХРУПКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ.....	35
5. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХРУПКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ.....	44
6. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРАТИФИКАЦИИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ.....	51
7. ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ОРИЕНТИРОВКОЙ ГЛАВНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ.....	61
8. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	87

## ВВЕДЕНИЕ

Взаимная обусловленность инженерно-геологических и фильтрационных процессов в геологической среде рассматривается в рамках научной дисциплины, которая получила название «гидрогеомеханика». Предметом гидрогеомеханики является изучение закономерностей механики земной коры, включая подземные воды, применительно к задачам гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. Основы гидрогеомеханики были разработаны В.А. Мироненко и В.М. Шестаковым (1974), путем совместного и взаимосвязанного рассмотрения основных проблем механики грунтов и фильтрации подземных вод в рамках одной научной дисциплины. Гидрогеомеханика объединяет теоретические основы геомеханики и геофильтрации, которые рассматривают гидрогеологические и инженерно-геологические процессы с механических позиций на основе схематизации геологических условий.

В своих теоретических основах гидрогеомеханика, как и геомеханика в целом, представляет количественное описание процессов на основе их механических моделей, которые таким образом составляют инструмент геомеханических исследований, опирающийся на разработки механики пористых и трещиноватых сред. Вместе с тем, как считает В.М. Шестаков (1998), гидрогеомеханику следует рассматривать как науку геологического цикла, поскольку ее предметом является массив горных пород, представляющий собой весьма своеобразную среду, строение которой обусловлено геологической историей. Отражение этого своеобразия должно проявляться в постановке геомеханических задач, и, особенно, в геомеханической схематизации, предусматривающей идентификацию геологической среды и механической модели.

Теоретические положения и основные практические приложения гидрогеомеханики были разработаны применительно к пористым дисперсным грунтам. Отличительной особенностью пористых дисперсных грунтов является то обстоятельство, что фильтрационные и емкостные свойства присущи им изначально, и определяются их генезисом. Скорость фильтрации, степень водонасыщения и гидростатический напор в этих грунтах играют роль факторов, предопределяющих инженерно-геологические свойства пористых массивов.

Инженерно-геологические свойства массивов скальных горных пород относительно слабо, по сравнению с пористыми грунтами, зависят от степени их водонасыщения. Важнейшим фактором, определяющим инженерно-геологические, фильтрационные и, в значительной мере, геоэкологические свойства скальных массивов, является трещиноватость. Наличие взаимосвязанных открытых трещин обеспечивает проницаемость горных пород, а распределение трещин в скальном массиве предопределяет его геомеханическую и фильтрационную анизотропию.

Внутренняя энергия скальных горных пород, связанная с их генезисом, в древних горноскладчатых регионах практически полностью растрочена, и основным фактором образования трещин в скальных массивах этих регионов являются тектонические силы. Таким образом, в отличие от гидрогеомеханики пористых грунтов, гидрогеомеханика скальных массивов имеет тесную связь с тектонофизикой и механикой скальных пород, и должна рассматривать процессы деформирования массивов горных пород с учётом, главным образом, тектонических напряжений.

Скальные горные породы характеризуются высокой прочностью, а их законы деформирования близки к законам деформирования упругих твердых тел. Трещины в горных породах образуются в процессе деформирования под действием внешних или внутренних сил. Следовательно, проницаемость этих пород формируется в результате геомеханических процессов. Можно считать, что основным предметом исследований, направленных на выявление закономерностей формирования фильтрационной структуры скальных массивов, являются геомеханические процессы, определяющие возникновение открытых и взаимосвязанных трещин.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 080300 – «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» и отражает основное содержание курса лекций по дисциплине «Гидрогеомеханика». Учебное пособие может представлять интерес для работников производственных и научных организаций, занимающихся вопросами гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и геомеханики скальных массивов.

# 1. ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Фильтрационная структура скальных массивов определяется развитием зон трещиноватости и состоит из двух компонентов. Вблизи поверхности земли практически повсеместно фиксируется зона региональной приповерхностной трещиноватости. Кроме того, значительную, но не однозначную роль в формировании фильтрационной структуры скальных массивов играют тектонические нарушения.

Мощность зоны региональной трещиноватости увеличивается в речных долинах и уменьшается на водоразделах. На фоне относительно равномерной региональной приповерхностной трещиноватости выделяются локальные водоносные зоны, как правило, связанные с тектоническими нарушениями. Сочетание региональной зоны приповерхностной трещиноватости и локальных водоносных зон привело к формированию представлений о корово-блоковой структуре скальных массивов.

Проницаемость изверженных, метаморфических, а также осадочных сцементированных пород, обладающих жесткими внутренними связями, определяется наличием трещин различного происхождения. Со времени опубликования работы Д.К. Щеголева и Н.И. Толстихина (1939 г), в отечественной гидрогеологической литературе утвердилось представление о том, что водоносный горизонт региональной приповерхностной трещиноватости приурочен к зоне выветривания скальных массивов (зоне экзогенной трещиноватости), а распространение гипергенных трещин ограничивается глубиной 60÷120 м.

По мере накопления новых фактических данных, глубину развития зоны водоносных трещин различные исследователи стали указывать до 150÷200 м и более. Вместе с тем, представление о развитии региональной приповерхностной трещиноватости на глубину не более 100 м, до сегодняшнего времени определяет основные методические установки при проведении гидрогеологических работ в скальных массивах.

Противоречия в представлениях о глубине развития приповерхностной трещиноватости и генезисе трещин наиболее наглядно отразились в ряде обобщающих работ, опубликованных в 80-

е и 90-е годы. Наиболее значительные обобщения содержатся в работах Б.Е. Антышко (1987), С.Н. Чернышева (1983), Э.И. Ткачука (1992) и других исследователей. Основным результатом исследований является вывод о том, что ведущим фактором формирования проницаемости является напряженное состояние скальных массивов. Влияние экзогенных факторов ослабевает на глубинах 5÷40 м (преимущественно 10÷25 м).

В указанных работах убедительно показано, что приповерхностные трещины образуются под влиянием разгрузки напряжений, действующих в массиве. В ходе разгрузки наследуются трещины, образовавшиеся в ходе предыдущих деформаций. Глубина, на которую распространяется разуплотнение массива в результате разгрузки, составляет первые десятки метров.

Следует отметить, что в ряде работ отмечается, что зона приповерхностной трещиноватости имеет глубину развития до 300÷400 м, а иногда и более. Указывается, что в ряде случаев (палеозойские и более древние породы), литологический состав слабо влияет на закономерности развития трещиноватости и фильтрационных свойств. Кроме того отмечается, что геометрия систем трещин и их ориентировка слабо влияют на трещинную проницаемость горных пород.

В последние годы увеличивается число специалистов, которые считают, что напряженное состояние верхней части земной коры в большинстве горноскладчатых регионов характеризуется превышением горизонтальных напряжений над литостатическим давлением. Такое напряженное состояние называют геодинамическим, тектоническим или просто напряженно-деформированным состоянием.

В ряде публикаций отмечается, что идеи о напряженно-деформированном состоянии верхней части земной коры, стали активно восприниматься гидрогеологами под влиянием представлений о гидрогеодеформационном поле Земли, разработанных Г.С. Вартаняном и Г.В. Куликовым (1984 г). Эти представления показали взаимообусловленность напряженно-деформированного состояния породных массивов и их водопроницаемости.

Появились попытки разработать, на основе этих представлений, модель напряженно-деформированного состояния верхней части земной коры, и движения в ней подземных вод с учетом опыта бурения сверхглубоких скважин и строительства крупномасштабных

подземных сооружений. В статье В.В. Каякина, А.В. Мулиной, В.Л. Миловидова (1997) предлагается рассматривать сложное напряженное состояние верхней части земной коры, используя соотношение величин вертикальных ( $\sigma_v$ ) и горизонтальных напряжений ( $\sigma_h$ ).

Таким образом, обзор развития представлений о генезисе и структуре водоносной зоны региональной приповерхностной трещиноватости позволяет сделать следующие выводы:

- Глубина развития зоны приповерхностной трещиноватости достигает 300÷400 м, а иногда и более.
- Водоносная зона региональной трещиноватости имеет сложное строение, что заставляет ставить задачу изучения ее стратификации.
- Глубина воздействия гипергенных процессов на процессы развития трещин обычно не превышает первых десятков метров.
- Трещины возникают в результате хрупкой деформации горных пород под воздействием значительных напряжений.
- Основную роль в возникновении и развитии зоны приповерхностной трещиноватости играет геодинамическое (тектоническое) напряженно-деформированное состояние земной коры.
- В регионах, сложенных древними породами, литологический состав относительно слабо влияет на закономерности развития трещиноватости и значения фильтрационных показателей.

Представления о формировании зоны приповерхностной трещиноватости в последнее время претерпели эволюцию от чисто экзогенного до тектонического, по своей сути, генезиса. В отличие от этого, возникновение и развитие разломов практически всегда связывалось с тектоническими напряжениями.

Описанию тектонических разрывов, их систематизации и классификации посвящена обширная литература, включающая труды отечественных и зарубежных исследователей. Гидрогеологические аспекты, связанные с исследованием тектонических разрывов, помимо обширной информации в многотомной монографии «Гидрогеология СССР», в разной степени отражены в работах Н.Д. Буданова, Г.С. Вартаняна, Н.А. Маринова, Ю.А. Норватова, В.А. Кирюхина, В.М. Степанова, Н.И. Толстихина, Е.В. Пеннекера, Н.И. Плотникова и многих других исследователей.

Многочисленными наблюдениями установлена приуроченность обводненных разломов преимущественно к локальным структурам – коровым разрывным дислокациям, сформировавшимся под влиянием молодых или современных тектонических движений. В.М. Степанов (1989) подчеркивает, что можно уверенно считать, что обводненность тектонических разрывов и зон разломов определяется не возрастом горных пород скальных массивов или тектонических нарушений, а воздействием неотектонических движений. В процессе молодых движений раскрываются ранее образованные разрывы, залеченные милонитами, дайковыми или рудными телами, либо образуются новые трещины, открытые полости которых служат вмещающей средой для трещинно-жильных вод.

Анализ представлений о гидрогеологических свойствах тектонических нарушений, изложенных в многочисленных работах, позволяет сделать следующие выводы:

- Разломная тектоника имеет очень существенное значение в формировании фильтрационной структуры скальных массивов, но их гидрогеологическая роль неоднозначна. Тектонические нарушения могут играть роль, как водоносных зон, так и водоупоров, а также могут не иметь отличий, по фильтрационным свойствам, от вмещающих пород.

- В зоне разлома фильтрационные свойства могут изменяться очень значительно. Наряду с участками, обладающими высокой проницаемостью, в теле разлома очень часто встречаются непроницаемые участки. Тектонические нарушения имеют сложную структуру и, нередко, длительную историю формирования.

- Обводненные разломы приурочены преимущественно к локальным разрывным дислокациям, сформировавшимся под влиянием молодых или современных тектонических движений. Проницаемость зон разломов определяется, главным образом, не возрастом тектонических нарушений, а их неотектонической активизацией.

- Наиболее проницаемы субвертикальные разломы. Обводненность пологих тектонических дислокаций менее выражена. Строение тектонических зон и их проницаемость зависит от физико-механических свойств горных пород. В хрупких породах формируются

четко выраженные линейные разрывы, которые обычно отличаются повышенной проницаемостью.

Довольно сложно разделить на определенные научные направления результаты исследований, связанные с изучением геомеханики, гидрогеодинамики, структуры скальных массивов и напряженным состоянием земной коры. Очень часто близкими проблемами занимаются специалисты, которые относят себя к разным отраслям науки. Нередко бывает, что один и тот же ученый проводит исследования в различных направлениях.

Наряду с основоположниками гидрогеомеханики, В.А. Мироненко и В.М. Шестаковым, значительный вклад в формирование основных понятий, идеологии исследований, сбор и анализ фактических материалов внесли отечественные и зарубежные специалисты, которых можно отнести к специалистам в области гидрогеологии и инженерной геологии. Работы Н.И. Толстихина, И.В. Попова, Е.М. Сергеева, В.Т. Трофимова, В.М. Осипова, В.Д. Ломтадзе, Г.С. Варганяна, Г.К. Бондарика, И.К. Гавич, И.П. Иванова, В.Д. Ломтадзе, Р.Э. Дашко, М.В. Раца, С.Н. Чернышева, А.А. Варги, И.И. Плотникова, Л. Мюллера, Ч. Джегера, Р. Гудмана, Х. Бока, В. Виттке и многих других исследователей можно рассматривать как базовые по отношению к основным задачам гидрогеомеханики.

Специалисты по инженерной геологии в своей повседневной деятельности постоянно сталкиваются с активным поведением геологической среды и ее реакцией на техногенное воздействие, поэтому ввели в постоянное обращение понятия «геологическая среда», «охрана геологической среды», «рациональное использование геологической среды», отстаивают приоритет использования понятия «геозкология» применительно к вопросам охраны геологической среды.

Одновременно следует отметить, что в большинстве научных работ инженеров-геологов напряженное состояние земной коры рассматривается на качественном уровне и в ряду других факторов. Во многих случаях такой подход оправдан, т.к. большинство инженерных сооружений взаимодействует с относительно небольшим объемом геологической среды. Кроме того, современные геодинамические процессы нередко являются результатом взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой и поэтому также обычно носят

многофакторный характер. Многофакторный характер геологических явлений затрудняет выделение и изучение роли напряженно-деформированного состояния.

Скальные массивы отличаются также некоторыми особенностями процессов фильтрации. Эти особенности связаны с определенной дискретностью трещинного пространства. Ряд исследований был посвящен разработке приемов описания фильтрационной структуры и способов прогноза проницаемости скальных массивов на основе, главным образом, тензорных моделей.

Со времени становления геологии как самостоятельной науки, возникновение и развитие структур земной коры (разломов, трещин, складок), всегда связывалось с наличием движений, деформаций и напряжений. Геолого-структурные методы изучения напряженного состояния (НС), широко применяются как для решения конкретных задач (тектонический контроль рудоносности и анализ геологических структур), так и при анализе глобальных явлений и важных проблем (строение земли в целом и отдельных структур). Геологи рассматривают, главным образом, результаты воздействия НС на верхнюю часть земной коры в виде различных явлений и процессов. Геологические структуры в целом и структуры месторождений полезных ископаемых в частности, отражают сложную и длительную историю воздействия изменчивых тектонических сил на регион или участок земной коры.

Значительный вклад в развитие представлений о генезисе и развитии структур скальных массивов внесли специалисты, которые изучали структуры рудных полей. А.В. Пэк, В.А. Королев, В.М. Крейтер, Н.П. Лаверов, Ф.И. Вольфсон, П.А. Шехтман, Ю.С. Шихин и многие другие, в своих работах очень тщательно относились к описанию и анализу фактических данных, руководствуясь при этом положениями геомеханики. В работах этих ученых содержится значительное количество интересных наблюдений и обобщений.

В настоящее время большую роль в изучении тектонических процессов играют представители относительно молодой научной отрасли наук о Земле – тектонофизики. Тектонофизика рассматривалась одним из ее основателей, М.В. Гзовским, как пограничная отрасль между геологией и геофизикой. Существует не только область науки, но и тектонофизическая школа М.В. Гзовского,

работают лаборатории тектонофизики и экспериментальной тектоники в геологических организациях Москвы, Иркутска, Новосибирска и других городов.

В рамках тектонофизического направления разрабатываются вопросы, связанные с моделированием тектонических процессов, напряжений, деформаций, и изучением механизмов различных явлений. Даже перечисление основных работ учеников и последователей М.В. Гзовского очень затруднено в связи с их большим количеством. При формировании основных положений и разделов настоящей работы использованы некоторые публикации А.С. Григорьева, Ю.Г. Леонова, А.В. Михайловой, А.А. Никонова, Д.Н. Осокиной, Л.М. Расцветаева, О.И. Гущенко, Л.А. Сим, С.И. Шермана и ряда других исследователей.

Следует отметить, что работы многих специалистов в области тектоники скальных массивов отличаются оригинальностью, самостоятельностью и будут использоваться при дальнейшем изложении.

Значительное число специалистов из разных отраслей геологической науки (геологии, геофизики, инженеры – геологи) уделяют большое внимание разработке представлений о структуре геологической среды. Оригинальный подход к описанию структуры массивов содержится в работах Б.Н. Мельникова, М.А. Садовский, В.Г. Талицкий, В.А. Галкин, А.А. Спивак, А.А. Наймарк и другие исследователи разрабатывают представления о дискретности геологического пространства, рассматривают геологическую среду как имеющую свойства иерархичности и самоподобия.

Специалисты горного профиля, выполняя исследования устойчивости сооружений в конкретных условиях и для отдельных выработок, чаще всего применяют количественные методы для локальных сооружений и участков, с применением ряда допущений и геомеханических схем. Геомеханические исследования в горных науках имеют высокий уровень. В научных организациях накоплен большой опыт работ, а в вузах горного профиля преподается ряд учебных дисциплин, в которых рассматриваются вопросы геомеханики.

В.В. Ржевский, И.В. Баклашов, Б.А. Картозия, А.Б. Фадеев, Г.Л. Фисенко, И.А. Турчанинов, А.Н. Ставрогин, И.М. Петухов, И.М. Батугина и другие ведущие ученые, опубликовали ряд учебников

и монографий, в которых рассматриваются вопросы устойчивости горных выработок и механики горных пород. Подавляющее большинство работ, опубликованных специалистами горного профиля, имеет четкую практическую направленность на решение задач горного производства.

Наряду с такими работами в последние годы появилась тенденция обобщения накопленных материалов, и стали появляться статьи и монографии, в которых авторы пытаются объединить глобальный и региональный (условно – геологический) и количественный (геомеханический) подход к проблеме влияния напряженно-деформированного состояния на естественные и техногенные процессы в геологической среде. Наиболее отчетливо такой подход проявляется в последней работе И.М. Петухова и И.М. Батугиной (Геодинамика недр, 1996). Авторы этой работы показали, что напряженно-деформированное состояние (НДС) земной коры оказывает многогранное воздействие на геологические процессы и на различные области человеческой деятельности.

Таким образом, в горной, строительной и геологической науках накоплен значительный опыт изучения геомеханических процессов в скальных массивах. Использование этих достижений даёт возможность наметить пути решения задач гидрогеомеханики, а также позволяет, в ряде случаев, разработать новые подходы к некоторым геомеханическим проблемам. В целом обзор литературных источников позволяет сделать следующие выводы:

- Анализ современных данных о строении зоны региональной трещиноватости убедительно показывает, что фильтрационная структура скальных массивов формируется под воздействием тектонических напряжений. Строение водоносных разломов и зон трещиноватости необходимо рассматривать, опираясь на основные положения геомеханики скальных массивов.

- Скальные массивы в большинстве регионов находятся в напряженно-деформированном состоянии, под воздействием тектонических напряжений. Вектор действия главных максимальных напряжений имеет субгоризонтальную ориентировку. Значения главных напряжений, действующих в горизонтальной плоскости, в несколько раз превышают вертикальные напряжения от веса горных пород.

- Подземные воды циркулируют по сетям трещин, которые образуются вследствие геомеханических процессов. Являясь наиболее подвижным компонентом геологической среды, подземные воды рассматриваются в гидрогеомеханике в качестве универсального индикатора, позволяющего изучить как естественную, так и техногенную структуру скальных массивов.

### Контрольные вопросы

1. Представления о фильтрационной структуре скальных массивов.

2. Характеристики зоны приповерхностной трещиноватости (мощность, связь с рельефом).

3. Развитие представлений о генезисе зоны приповерхностной трещиноватости.

4. Представления о роли разломных зон в формировании фильтрационной структуры скальных массивов.

5. Особенности различных направлений геологии, связанных с изучением тектоники скальных массивов.

6. Особенности применения механики скальных пород специалистами горного профиля.

## 2. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВОВ ГОРНЫХ

### ПОРОД

Представления о напряженном состоянии горных пород углублялись в соответствии с развитием различных областей знаний. В механике горных пород, обслуживающей те вопросы строительства, которые касаются взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой, давно утвердились представления о ведущей роли собственного веса горных пород в формировании напряжений в геологической среде. Согласно этим представлениям, вертикальные силы, действующие в массиве, равны весу вышележащих пород. Боковое давление от веса пород определяется, в соответствии с предпосылкой А.Н. Динника, через коэффициент бокового отпора, который в обычных условиях всегда меньше единицы, и чаще всего имеет значение 0,3 – 0,4. Таким образом, в тех условиях, где главным источником напряжений в массиве горных пород является их

собственный вес, горизонтальные напряжения составляют 30 – 40 % от вертикальных напряжений. Для самой верхней части земной коры, составляющей не более первых десятков метров, и взаимодействующей с обычными зданиями и сооружениями, рассмотренные закономерности обычно выполняются.

При проходке трансальпийского туннеля во второй половине девятнадцатого века, швейцарский геолог Гейм установил, что в массиве горных пород действуют горизонтальные напряжения, соизмеримые с вертикальными. Он считал, что горизонтальные и вертикальные напряжения равны, т.е. фактически высказал гипотезу о гидростатическом распределении напряжений в массиве горных пород. Некоторые авторы руководствуются этой гипотезой и в настоящее время.

Накопленный большой объем наблюдений за поведением пород при возведении плотин в горно-складчатых областях, при проходке туннелей и эксплуатации горных предприятий показал, что горизонтальная составляющая напряжений очень часто в несколько раз превосходит вес столба горных пород. Сейчас не вызывает сомнений, что избыточные горизонтальные напряжения имеют тектоническое происхождение и связаны с современными движениями и напряжениями в земной коре.

Считается, что переход от локальных выводов и качественных предположений в сознании геологов произошел после публикаций Н. Хафта (1958, 1969). На основании натурных измерений в глубоких горных выработках, он пришел к выводу о существовании «избыточных» горизонтальных напряжений уже на глубинах в первые десятки метров. По времени работы Н. Хафта совпали с этапом развития идей новой глобальной тектоники, хорошо согласовывались с геотектоническими концепциями и, в какой-то мере, обобщали накопленный мировой опыт. Для специалистов горного профиля к тому времени уже было хорошо известно, что в скальных массивах Хибинского массива, на рудниках Канады, США, Южной Африки установлены те же закономерности.

В нашей стране накопленный опыт был обобщен в книге «Напряженное состояние земной коры» (1973), появившейся по инициативе П.Н. Кропоткина. В этой работе показано, что в верхней части земной коры встречается два типа полей напряжений – геостатическое и геодинамическое. Первое обусловлено давлением

вышележащих горных пород, и горизонтальные напряжения составляют 0,3 – 0,6 от вертикальных напряжений. Геодинамическое поле напряжений характеризуется резко завышенными значениями горизонтальных напряжений сжатия и их анизотропией. Эти напряжения, как правило, значительно превышают значения геостатического давления, что однозначно снимает вопрос об их гравитационном или любом другом нетектоническом происхождении.

Особое внимание вызывает вопрос о глубине проявления избыточных горизонтальных напряжений. Имеющиеся данные свидетельствуют, что геодинамическое поле напряжений может действовать практически на поверхности земли или начиная с глубины в первые десятки метров. В некоторых точках Скандинавии и Северной Америке тектонические напряжения наблюдались на глубине 6 – 15 м. Отсюда следует, что в различных регионах и разных геологических условиях уровень напряжений в верхней части земной коры может существенно отличаться. Конкретные значения горизонтальных напряжений, как выше отмечалось, были впервые обобщены Н. Хастом. По его данным значения горизонтальных напряжений описываются зависимостью:

$$\sigma_x + \sigma_y = 19.1 + 0.1 H, \quad (2.1)$$

где  $\sigma_x$  – главное горизонтальное напряжение, МПа;

$\sigma_y$  – промежуточное горизонтальное напряжение, МПа;

$H$  – глубина от поверхности, м.

Следовательно, в тех условиях, где данная зависимость выполняется, на дневной поверхности сумма главных горизонтальных напряжений составляет примерно 19 МПа и увеличивается с глубиной. Очень важно, что возрастание напряжений с глубиной, по Н. Хасту, происходит значительно быстрее, чем увеличение веса горных пород. Удельный вес пород составляет обычно около 0,03 МН/м<sup>3</sup>, и, следовательно, возрастание напряжений превышает увеличение геостатического давления более чем в три раза. Измерения, проведенные на разных рудниках и глубинах, показывали значения главных горизонтальных от первых десятков до ста МПа (рис. 2.1).

Усредненные данные служат ориентиром при проведении исследований, но в конкретном регионе и, точнее, в определенной

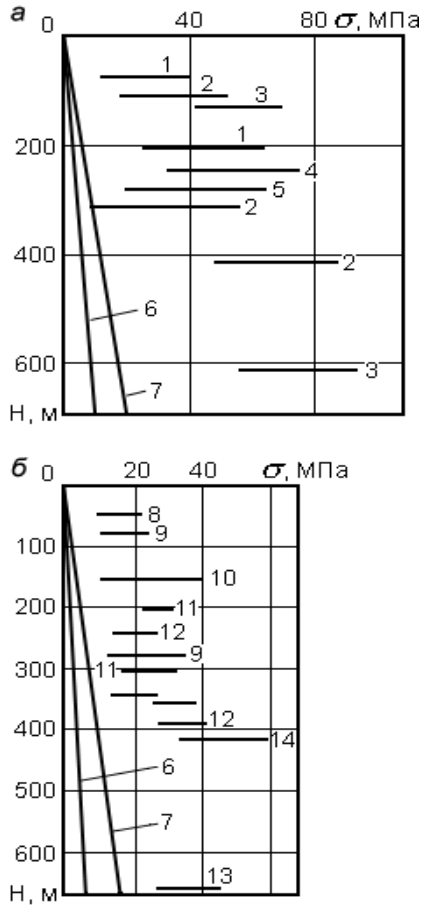


Рис. 2.1. Изменение горизонтальных напряжений с глубиной в массивах горных пород (по Булычеву Н.С., 1989 г): *а* – Кольский полуостров; *б* – Средняя Азия; 1-5, 8-14 – номера месторождений;  $\lambda\gamma H$  – расчётные горизонтальные напряжения ( $\lambda\gamma H$ );  $\gamma H$  – расчётные вертикальные напряжения ( $\gamma H$ )

точке горного массива, измеренные значения могут существенно отличаться от средних значений. Так, хотя в большинстве случаев основное направление тектонических напряжений – горизонтальное, в отдельных районах зафиксированы значительные вертикальные напряжения тектонического происхождения.

В горно-складчатых районах на распределение напряжений в приповерхностной части массивов горных пород большое влияние оказывает резкая расчлененность рельефа. Концентрация напряжений приурочена к зонам наибольшего изменения кривизны рельефа, причем глубина, на которую прослеживается влияние особенностей рельефа, зависит от высоты горы или глубины и ширины вреза, и в меньшей степени, от крутизны рельефа. Усиление эрозионной деятельности (как естественной, так и искусственной) вызывает рост концентрации напряжений. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании крупных наземных и подземных сооружений.

Об источниках формирования напряженного состояния земной коры единого мнения пока не сложилось. Большинство исследователей сходится на том, что поля напряжений сформировались под воздействием ряда факторов и имеют иерархический (ранговый) характер. На каждом отдельном участке земной коры сочетание действия различных факторов может приводить к различным результатам. Эти различия могут проявляться как в преобладающих направлениях сжимающих напряжений, так и в изменчивости этих направлений в пределах относительно небольших площадей и объемов горных пород.

На основании обзора работ, связанных с вопросами напряженного состояния массивов горных пород, можно сделать следующие выводы:

- Напряженное состояние земной коры выявлено многочисленными исследованиями и проявляется в существовании вблизи поверхности земли горизонтальных напряжений, в несколько раз превышающих по своей величине вес горных пород на тех же глубинах.

- Поля напряжений имеют иерархический (ранговый) характер, и на каждом отдельном участке сочетание действия различных факторов может приводить к различным результатам.

Изучение напряженного состояния на Урале с помощью прямых измерений проводилось в районах рудных месторождений

силами ряда организаций, но основные результаты были получены сотрудниками ИГД Минчермета, ныне ИГД УрО РАН. В течение многих лет эти работы выполнялись под руководством Н.П. Влоха. Данные, приведенные в его последней монографии (1994), свидетельствуют о том, что массивы горных пород находятся под воздействием значительных напряжений (рис. 2.2). Средние значения горизонтальных напряжений составляют  $10\div 30$  МПа, а иногда, особенно с глубиной превышают 50 МПа. Анализ данных показывает значительный разброс значений, как по глубине, в целом по Уралу, так и в пределах одного или рядом расположенных месторождений. Практически не зафиксированы напряжения, которые соответствуют геостатическим закономерностям распределения напряжений.

В связи с тем, что прямых изменений напряженного состояния на Урале недостаточно для детальной характеристики региона, целесообразно использовать для оценки поля напряжений геофизическую, геологическую и сейсмическую информацию. При оценке техногенных изменений геологической среды на месторождениях полезных ископаемых Урала эти исследования были выполнены А.С. Зайцевым (1993). В настоящее время эти работы проводятся в институтах Геофизики и ИГД УрО РАН.

В отношении ориентировки вектора максимального главного напряжения по региону в целом, чаще всего высказывается мнение о преобладании максимальных сжимающих усилий вкрест простирания Уральских структур. Следует отметить, что фактические данные очень часто не соответствуют этим представлениям. Нередко главные сжимающие напряжения ориентированы параллельно простиранию геологических структур или занимают диагональное положение к ним.

На основании анализа работ, связанных с вопросами напряженного состояния массивов горных пород на Урале, можно сделать следующие выводы:

- В Уральском регионе наблюдаются различные проявления напряженного состояния. Горизонтальные напряжения, измеренные в горных выработках, достигают 50 МПа. Во многих местах фиксируются вертикальные и горизонтальные движения земной коры, происходят землетрясения и горные удары.

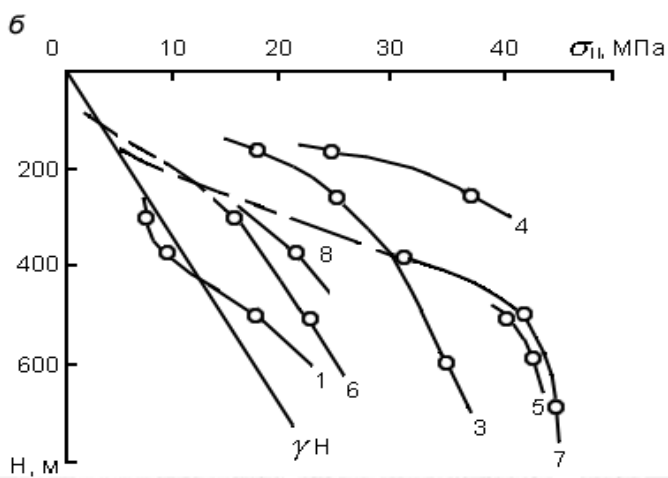
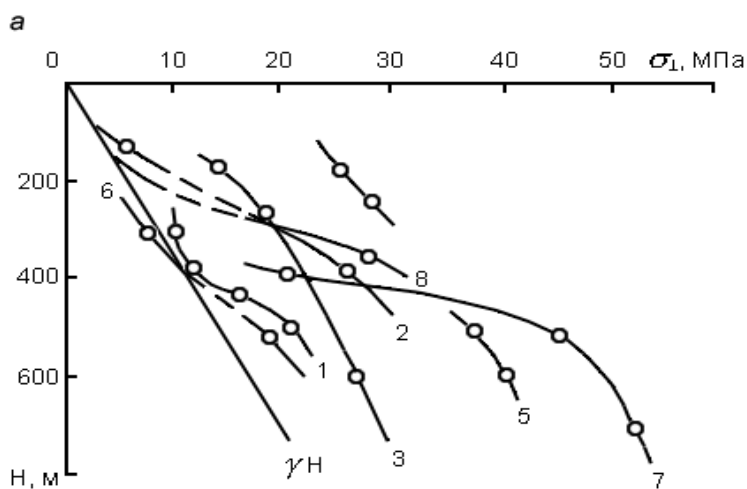


Рис. 2.2. Изменение горизонтальных напряжений с глубиной в массивах горных пород Урала (по Влоху Н.П., 1994 г):  $\sigma_{\perp}$  - напряжения, перпендикулярные простиранию;  $\sigma_{\parallel}$  - напряжения, параллельные простиранию пород; 1-7 – номера месторождений

Повсеместно установлено наличие современных движений земной коры. Вертикальные движения поверхности составляют мм и см/год, горизонтальные смещения могут достигать дм/год. Современные движения поверхности земли непосредственно связаны с напряженным состоянием земной коры.

- Накопленный опыт, наличие фактических данных и современные методы исследований позволяют наметить пути решения теоретических и прикладных задач, связанных с геомеханическими процессами в геологической среде Уральского региона.

Среди многочисленных работ, посвященных проблеме напряженного состояния земной коры, следует выделить те из них, которые содержат наиболее интересные концепции и обобщают разнообразные научные сведения и подходы. Интересные концепции содержатся в работах И.М. Петухова, которые обобщены им в монографии «Геодинамика недр» (1996), подготовленной совместно с И.М. Батугиной. По мнению авторов, невозможность учета всего многообразия форм, размеров, элементов массива горных пород, их свойств, взаимодействующих процессов при решении конкретных вопросов техногенной деятельности человека, заставляет искать феноменологические подходы и методы. Такой обобщенный подход должен базироваться на раскрытии закономерностей распределения напряженного состояния в земной коре в целом и в отдельных ее участках с учетом усредненных физико-механических свойств массива горных пород, рассматривая массив в качестве сплошной среды.

В указанной работе напряженное состояние земной коры рассматривается на основе концепции о том, что земная кора в целом, как система, и ее отдельные участки находятся в специальном предельно напряженном состоянии. В рассматриваемой работе содержатся следующие важные концепции: представление о предельно напряженном состоянии земной коры; утверждение, что это состояние описывается законом Кулона – Мора; рекомендации использовать при решении практических задач паспорт прочности Кулона – Мора. Недостатком описанной работы является отсутствие детального описания смены физических состояний горных пород с глубиной и использование условия Кулона – Мора в виде уравнения эллипсоида, а не в форме аналитической зависимости.

Представления о реологической расслоенности земной коры рассмотрены в работах В.Н. Николаевского (1978 - 1985). Опираясь на

обобщения исследований в области механических свойств горных пород, В.Н. Николаевский разработал подробную модель реологических преобразований горных пород и условий их разрушения при повышении давлений и температур. Главная концепция, которая следует из работ В.Н. Николаевского, состоит в том, что горные породы, слагающие земную кору, меняют свои свойства, подчиняясь известным закономерностям механики скальных пород. Отсюда напрашивается вывод, что правильные представления о смене состояний горных пород в условиях повышения давлений и температур, а также учет ряда других факторов, могут помочь в решении задач гидрогеомеханики. В качестве основного недостатка работ В.Н. Николаевского, следует отметить, что детально разработанная модель последовательной смены видов разрушения горных пород не подкреплена аналитическими критериями, определяющими границы проявления этих разновидностей.

Концептуальные работы И.М. Петухова и В.Н. Николаевского взаимно дополняют друг друга и могут служить той основой, которая позволяет наметить пути решения задач гидрогеомеханики.

#### Контрольные вопросы

1. Преобладающие представления о НС породных массивов в инженерной геологии.
2. История развития представлений о НС земной коры.
3. Геостатическое и геодинамическое НС в земной коре.
4. Современные представления о НС массивов горных пород (МГП).
5. Вклад Н. Хаста в формирование современных представлений о НС МГП.
6. Изучение НС МГП на Урале.
7. Представления И.М. Петухова и В.Н. Николаевского о направлениях исследований НС МГП.

### **3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД**

При решении большинства задач горной и строительной геомеханики основным моментом является определение условий разрушения материала. Предметом исследований гидрогеомеханики

является процесс образования трещин, свойства которых определяют основные гидрогеологические и инженерно-геологические свойства массивов горных пород. Задача о количественных преобразованиях геологической среды в условиях НС требует углубления качественных представлений об изучаемых процессах, а также развитие математического аппарата, описывающего эти закономерности. В этой главе рассматриваются известные представления о качественной стороне процесса деформирования и о количественных зависимостях, описывающих эти процессы. Известные закономерности и результаты исследований рассматриваются с позиции решения задач гидрогеомеханики, поэтому содержат новые подходы, предложенные автором этой работы. В основе обобщения лежат работы Р. Гудмана, В.Н. Николаевского, В.Н. Крапивина, Ю.С. Шихина, и ряда других исследователей.

Для обоснования качественной модели процесса образования трещин необходимо рассмотреть закономерности процесса деформации. Деформация может осуществляться способами обратимого и необратимого искажения внутренней структуры тела, а также путем ее нарушения. Этим способам соответствуют три вида деформации – упругая, пластическая и хрупкая (рис. 3.1). В ходе деформации эти виды сменяют и, частично, дополняют друг друга, поэтому в ряде случаев их удобнее рассматривать как три последовательные стадии. Стадийность следует рассматривать как важнейшее свойство процесса деформации.

Очень важным этапом деформации хрупких материалов на стадии, предшествующей разрушению, является дилатационное разуплотнение. Дилатансия происходит за счет возникновения в материале массовых трещин предразрушения, при этом происходит увеличение объема и активной (взаимосвязанной) внутренней пустотности (рис. 3.2). Дилатансия наблюдается в определенных значениях напряжений, т.е. тогда, когда разница между максимальным ( $\sigma_1$ ) и минимальным ( $\sigma_3$ ) напряжением находится в определенных соотношениях.

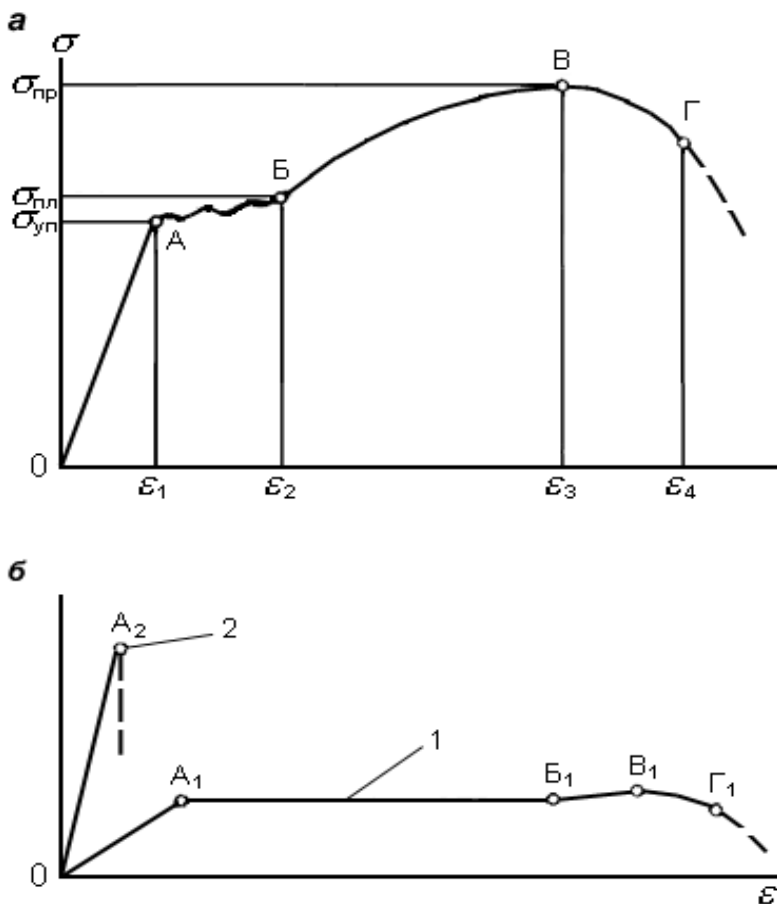


Рис. 3.1. Типовые зависимости «напряжение – деформация» (по Шихину Ю.С., 1991 г): *a* – общая кривая; стадии деформации: OA – упругая, AB – пластичная, BVΓ – хрупкая, с удлинениями  $O\epsilon_1$ ,  $\epsilon_1\epsilon_2$  и  $\epsilon_2\epsilon_4$  соответственно; пределы:  $\sigma_{уп}$  – упругости,  $\sigma_{пл}$  – пластичности,  $\sigma_{пр}$  – прочности; *б* – идеализированные кривые деформации пластичного (1) и хрупкого (2) тел.

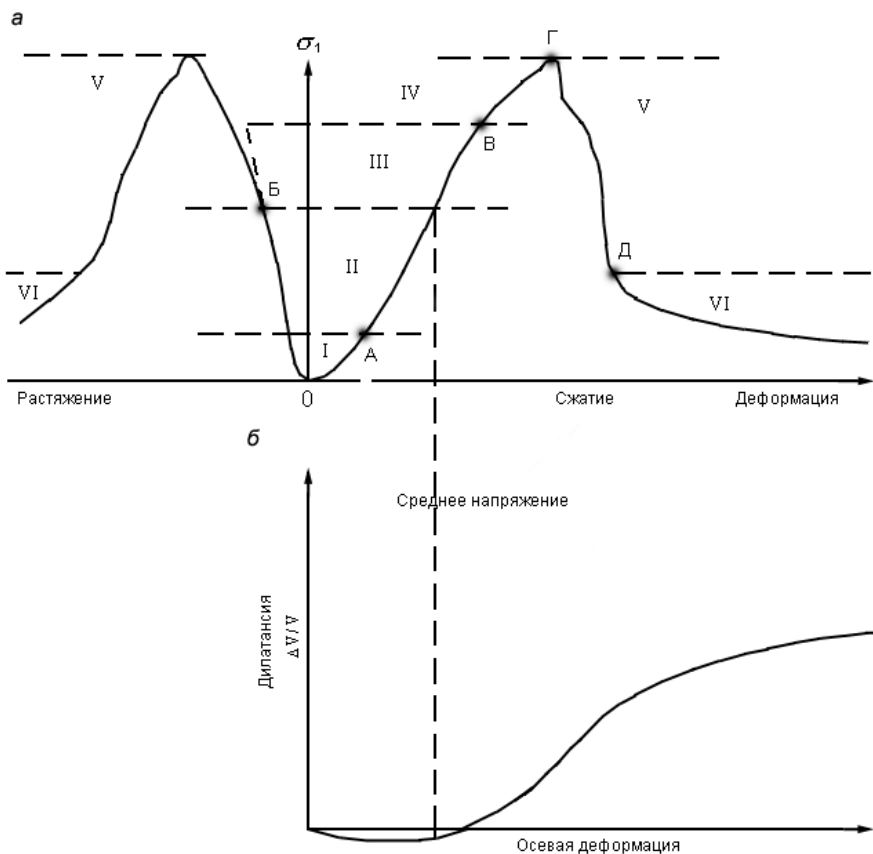


Рис. 3.2. Зависимость «деформация – напряжение» в скальных породах (по Р. Гудману, 1987 г): а – осевые и поперечные деформации в зависимости от  $\sigma_1$ ; б – объемная деформация в зависимости от осевой деформации; I – поперечная деформация; II – упругое поведение; III – образование новых трещин; IV – увеличение микротрещин; V – образование макротрещин за счет роста микротрещин; VI – сдвиги по макротрещинам.

При относительном увеличении максимального напряжения, когда отношение  $\sigma_1/\sigma_3$  достигает определенного значения, массовые трещины предразрушения не развиваются и дилатансия не фиксируется.

Наиболее детально представления о последовательности разрушения геоматериалов рассмотрены в работах В.Н. Николаевского (1984). Опираясь на данные различных исследователей, он предлагает «схему - классификацию неупругости и разрушения геоматериалов». Эта схема, с некоторыми дополнениями изменениями автора данной работы, даёт представления об этапах деформации и разрушения в зависимости от давления и температуры (рис. 3.3).

Среди этапов деформации, выделенных В.Н. Николаевским, главное значение при решении задач гидрогеомеханики имеет этап хрупкой деформации. Этап хрупкой деформации заканчивается, когда трещины предразрушения возникают только в зоне будущей сквозной макротрещины, т.е. деформация локализуется в узкой полосе. При последовательном увеличении напряжений (увеличении отношения  $\sigma_1/\sigma_3$ ), эта полоса увеличивается и происходит постепенный переход от хрупкой к пластической деформации. Очень важно отметить, что этап локализации деформаций, который предшествует этапу псевдопластичности, является довольно сложным.

На основании работ В.Н. Николаевского, Р. Гудмана и других исследователей можно сделать вывод, что отличительной чертой этапа хрупкой деформации является возникновение во всем деформируемом объеме, (во всей «массе»), сети трещин предразрушения (массовых трещин). Необходимо отметить, что для хрупкого разрушения скальных горных пород, характерно последовательное образование различных видов трещин предразрушения. На начальных этапах деформации образуются трещины отрыва, которые при развитии деформации соединяются и приобретают сколовый характер. Объединение этих трещин приводит к образованию единого разлома.

Трещины предразрушения развиваются в несколько этапов. На пределе упругости в материале начинают развиваться пластические деформации в форме деформаций послойного скольжения на уровне кристаллов, межкристаллических промежутков и минеральных агрегатов (рис. 3.4).

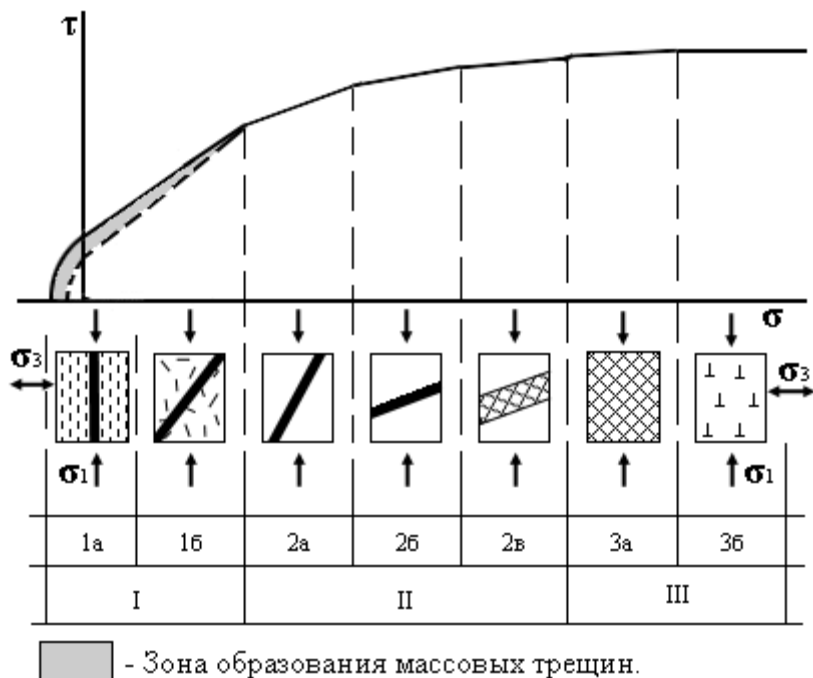


Рис. 3.3. Развитие процессов деформации горных пород в зависимости от давления и температуры:

I – хрупкое разрушение (массовые микро- и макротрещины):

1а – разрушение по трещинам отрыва

1б – разрушение по трещинам скола

II – переходное (локализованное) разрушение:

2а – локальный скол ( $\alpha < 45^\circ$ )

2б – локальный скол ( $\alpha > 45^\circ$ )

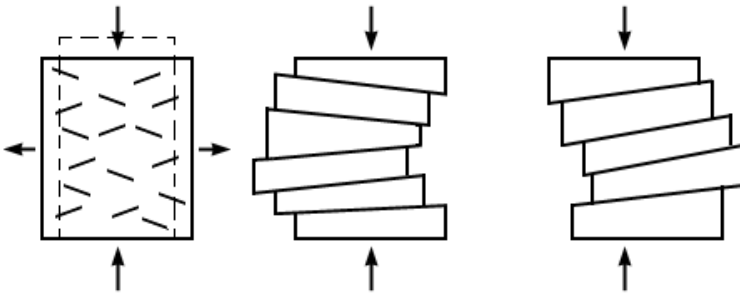
2в – локальная зона псевдопластического разрушения

III – пластическое разрушение:

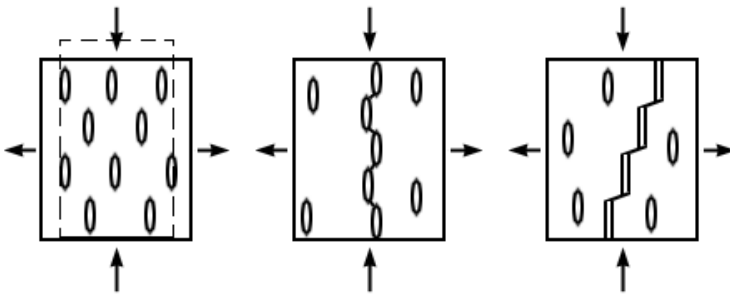
3а – псевдопластическое

3б – пластическое.

*Пластичный материал*



*Хрупкий материал*



*Хрупко-пластичный материал*

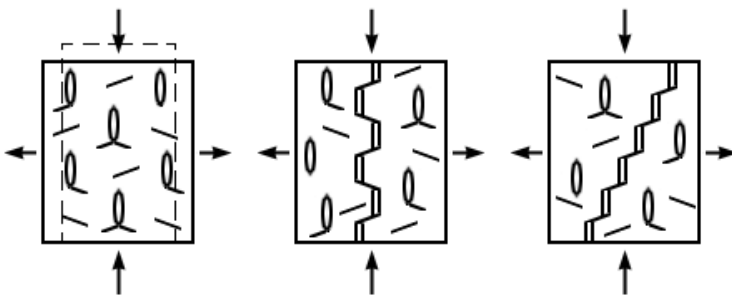


Рис. 3.4. Механизм деформации и разрушения

В плотных образцах скальных горных пород этот этап практически не проявляется в изменении формы графика связи напряжений и деформаций и не приводит к образованию трещин, но на этом этапе подготавливаются условия для дальнейших деформаций. В природных условиях, в связи с высокой неоднородностью массивов горных пород, очень часто в породе развиваются трещины сдвига (скольжения).

Механизм возникновения поверхности скола определяется соединением микротрещин отрыва наклонными сдвиговыми трещинами (трещинами скольжения). Следует предполагать, что большинство сдвиговых микротрещин образуется по поверхностям пластического скольжения, которые очень часто являются поверхностями ослабления прочности материала. Трещина скола представляет собой ступенчатую поверхность (см. рис. 3.4), состоящую из микротрещин отрыва и микротрещин сдвига (скольжения). Последние образуют с осью главного максимального напряжения угол, значение которого может достигать примерно  $70^\circ$ .

Соотношение свойств, характеризующих хрупкость и пластичность, в конкретном материале проявляется в отношении длин микротрещин отрыва и скольжения, и, как следствие, формирует угол скола (см. рис. 3.4). В хрупких породах, где угол скола составляет  $20-25^\circ$ , длина микротрещин отрыва существенно превышает длину микротрещин скольжения.

В породах обладающих пластичными свойствами, трещины отрыва обычно играют подчиненную роль, угол скола чаще всего превышает  $45^\circ$ , и может приближаться к  $70^\circ$ . Материалы, имеющие промежуточные свойства, т.е. примерное равенство хрупких и пластичных свойств, образуют при скалывании угол около  $45^\circ$ , а протяженность микротрещин отрыва и сдвига примерно одинакова.

Достижение состояния, когда массовые трещины практически не образуются, а деформации локализуются в зоне одного нарушения, можно рассматривать как верхнюю границу истинно хрупкого разрушения. При дальнейшем смещении круга напряжений вправо (см. рис. 3.3), происходит существенное выполаживание паспорта прочности, но локализация деформаций в зоне одного нарушения сохраняется. Выполаживание паспорта прочности свидетельствует о нарастании пластических свойств горной породы. Разлом (сколовая макротрещина) в этих условиях меняет свой угол с осью

максимального главного напряжения. Если угол скалывания меньше  $45^\circ$ , то это состояние можно рассматривать как пластично – хрупкое, а если угол превышает  $45^\circ$ , то состояния является хрупко – пластичным. При приближении угла скола к  $70^\circ$  хрупкая составляющая в формировании зоны нарушения практически исчезает. В зоне нарушения формируется локальная зона псевдопластического течения.

Твердые тела обычно рассматриваются как тела, удерживающие свою форму неограниченно, но большинство твердых материалов могут медленно деформироваться при определенном уровне напряжений. Это свойство твердых тел обычно рассматривается как ползучесть. В.Н. Николаевский (1984), рассматривая результаты испытания скальных пород делает вывод, что замедление скорости деформирования на несколько порядков не очень существенно сказывается на значении предела прочности геоматериала, но дилатансионное деформирование облегчается. При этом, в условиях по сути хрупкой деформации, в скальном массиве значительное развитие получают трещины скольжения, отражающие преобладание пластической стадии деформирования.

Наряду с важностью качественных представлений о процессах деформирования, для решения задач гидрогеомеханики очень важны количественные критерии рассматриваемых явлений.

Критерий разрушения Мора – Кулона является наиболее простым и общепризнанным критерием разрушения скальных пород и представляет собой прямолинейную огибающую предельных кругов Мора. При записи критерия через нормальные и касательные напряжения в точке касания круга Мора с огибающей, будем иметь:

$$\tau_{\text{ПР}} = C + \sigma_{\text{Н}} \operatorname{tg}\varphi, \quad (3.1)$$

где  $\tau_{\text{ПР}}$  – предельное касательное напряжение;

$C$  – сцепление;

$\sigma_{\text{Н}}$  – нормальное напряжение на площадке сдвига;

$\varphi$  – угол внутреннего трения.

Уравнение теряет физический смысл при растягивающих нормальных напряжениях ( $\sigma_{\text{Н}}$ ) на площадках разрушения, т.к. в этом случае не правомерно рассуждать о сопротивлении трению. Минимальное главное напряжение  $\sigma_3$  может быть растягивающим, но нормальное напряжение на площадке сдвига должно быть сжимающим. Критерий Мора – Кулона определяет связь главных напряжений при разрушающей нагрузке:

$$\sigma_1 = R_{СЖ} + \sigma_3 \operatorname{tg}^2(45 + \varphi/2), \quad (3.2)$$

где  $R_{СЖ}$  – предел прочности на сжатие.

Критерий Мора – Кулона называют также условием предельного состояния, т.к. данная зависимость лежит в основе теории предельного равновесия горных пород. Предельное состояние реализуется на двух площадках скола, которые расположены под углом скальвания ( $\alpha$ ), к оси максимального главного напряжения (рис. 3.5).

Основным условием применения аналитических методов теории упругости для исследования напряженно-деформированного состояния скального массива является введение идеализированного представления о его сплошности. Анализ такой модели массива может быть выполнен методами линейной теории упругости. Для однородного изотропного массива обобщенный закон упругости (обобщенный закон Гука) имеет вид:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= 1/E \cdot [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)]; \\ \varepsilon_y &= 1/E \cdot [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)]; \\ \varepsilon_z &= 1/E \cdot [\sigma_z - \mu(\sigma_y + \sigma_x)]; \end{aligned} \quad (3.3)$$

В случае плоской деформации ( $\varepsilon_y=0$ ) эти уравнения переписуются в виде (Баклашов, Картозия, 1986):

$$\varepsilon_x = 1/E^* \cdot (\sigma_x - \lambda\sigma_z); \quad (3.4)$$

$$\varepsilon_z = 1/E^* \cdot (\sigma_z - \lambda\sigma_x); \quad (3.5)$$

$$E^* = E/(1 - \mu^2); \quad (3.6)$$

$$\lambda = \mu/(1 - \mu), \quad (3.7)$$

где  $\lambda$  - коэффициент бокового отпора.

Из обобщенного закона Гука следует, что деформация, происходящая по определенной оси, определяется эффективным (результатирующим) напряжением ( $\sigma_x^o, \sigma_z^o$ ) которое складывается из активного напряжения и реактивных напряжений:

$$\sigma_x^o = \sigma_x - \lambda\sigma_z; \quad (3.8)$$

$$\sigma_z^o = \sigma_z - \lambda\sigma_x. \quad (3.9)$$

Активное напряжение возникает из-за внешнего силового воздействия на материал, а реактивное напряжение формируется непосредственно в материале как реакция на внешние силовые воздействия.

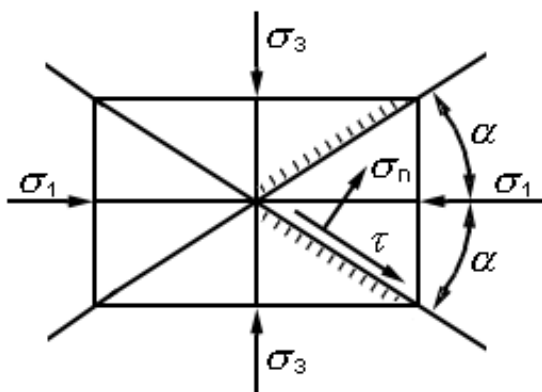
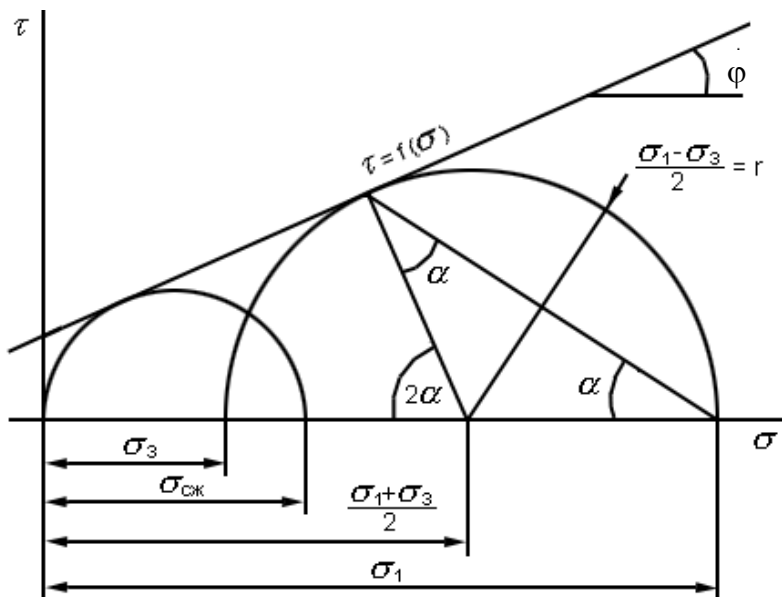


Рис. 3.5. Паспорт прочности горных пород и ориентировка площадок скола  
(по Крапивину В.Н., 1987 г)

Реактивные напряжения имеют характер бокового отпора от максимального активного напряжения и действуют в плоскости, перпендикулярной активному напряжению. Если активное напряжение сжимающее (положительное), то реактивное напряжение от него является растягивающим (отрицательным). Таким образом, эффективное напряжение определяется алгебраической суммой активных и реактивных напряжений.

Если активное (внешнее) силовое воздействие по оси отсутствует, то это не означает отсутствие, по этой оси (оси минимальных напряжений), напряжений и деформаций. Эффективное напряжение в этом случае (в случае одноосного сжатия по оси максимальных сжимающих напряжений), определяется только реактивными напряжениями и является растягивающим. Соответственно и поперечная деформация носит отрицательный (растягивающий) характер:

$$\sigma_X^0 = -\lambda \sigma_Z; \quad (3.10)$$

$$\sigma_Z^0 = -\lambda \sigma_X. \quad (3.11)$$

Принимая  $\sigma_Z^0 = \sigma_3^0$ , а  $\sigma_X = \sigma_1$ , можно записать, что в этом случае

$$\sigma_3^0 = -\lambda \sigma_1. \quad (3.12)$$

Опираясь на зависимости (3.2; 3.9), с учётом (4.4), запишем:

$$\sigma_1 = R_{СЖ} + \sigma_3 / \lambda; \quad (3.13)$$

$$\sigma_3^0 = \sigma_3 - \lambda \sigma_1. \quad (3.14)$$

Решая систему уравнений (3.13; 3.14) получим, что

$$\sigma_3^0 = -\lambda R_{СЖ}, \quad (3.15)$$

т.е  $\sigma_3^0$  является постоянной величиной. Физический смысл последнего выражения состоит в том, что  $\sigma_3^0$  можно рассматривать как предел прочности на разрыв при сжатии ( $R_p$ ). Так как значение  $\sigma_3^0$  является эквивалентом поперечных растягивающих деформаций, то постоянство этой величины согласуется с теорией наибольших (предельно допустимых) деформаций.

Если рассматривать зависимость Кулона как касательную к кругу напряжений, образованного по величинам  $\sigma_3^0$  ( $R_p$ ) и  $R_{СЖ}$ , то эта зависимость будет огибающей для кругов напряжений, образованных по величинам  $\sigma_3^1$  и  $\sigma_1$ . Предлагаемая зависимость будет отличаться от традиционного критерия Мора-Кулона по некоторым характеристикам. Параметр  $R_{СЖ}$  приобретает несколько иной смысл и его удобнее обозначать как  $R_{ОС}$ . Для случая, когда  $\sigma_3^1 = 0$ ,  $\sigma_1$  удобно обозначить как  $R_C$ . Предлагаемые параметры и новые обозначения детально

рассмотрены в следующей главе. Необходимо отметить, что зависимость (3.2) в этом случае будет иметь вид:

$$\sigma_1 = R_c + \sigma_3^1/\lambda; \quad (3.16)$$

Опираясь на зависимости (3.13; 3.16), с учётом (4.7) получим:

$$\sigma_3^1 = \sigma_3 + R_p. \quad (3.17)$$

Заменяя величину  $R_p$  в зависимости (3.17) выражением (3.14) будем иметь:

$$\sigma_3^1 = 2\sigma_3 - \lambda\sigma_1. \quad (3.18)$$

Выражение (3.17) показывает, что при предлагаемом способе построения линейного критерия (ЛК),  $\sigma_3^1$  является расчётным показателем, который позволяет количественно оценивать процесс деформации по оси действия напряжения  $\sigma_3$ . Рассматриваемый параметр можно называть условным напряжением. Этот показатель позволяет сравнивать разрушающую растягивающую деформацию по оси минимального главного напряжения с активным (сжимающим) напряжением по этой оси. При последующем изложении (в следующей главе),  $\sigma_3^1$  будет обозначаться как  $\sigma_3$ .

В механике горных пород изучение механических процессов ведется преимущественно на основе аналитических методов. Применение этих методов практически невозможно без идеализации породного массива. Идеализация массива позволяет абстрагироваться от реального массива и перейти к изучению его механической модели, отображающей с достаточной степенью приближения его механические свойства.

Понятие сплошности является одним из важнейших структурно – механических особенностей массива. Данное понятие предполагает, что все структурные блоки рассматриваемого массива деформируются как единое целое. Если это условие выполняется, то такой массив можно схематизировать как сплошное тело.

Идеализация массива требует применения соответствующих принципов схематизации природных условий, которые позволяют определять границы однородности и сплошности. Для ряда задач разработаны необходимые показатели. Следует отметить, что в зависимости от задачи исследований, размеров объекта и природных условий критерии сплошности носят относительный характер.

Таким образом, анализ основных положений геомеханики, позволяет сделать следующие выводы:

- Массивы скальных горных пород следует рассматривать как упругую среду, которая находится в предельно напряженном состоянии. Анализ геомеханических процессов, происходящих в геологической среде, следует проводить, опираясь на критерий предельного состояния.

- Полимнеральный состав горных пород и большая продолжительность геологических процессов может приводить к тому, что в хрупких породах могут появиться признаки пластической деформации. Эти признаки могут выражаться в завышении, по сравнению с расчетными (согласно теории), значений углов скола.

- Зависимость условий деформации от типа напряженного состояния и от соотношения значений главных напряжений требует проведения тщательного анализа роли этих факторов в геологической среде. От поверхности земли в глубину должно происходить изменение типа напряженного состояния и соотношения значений главных напряжений.

- Детальный анализ закономерностей развития деформации наиболее актуален для приповерхностной части земной коры, которая, с одной стороны является наиболее хрупкой частью литосферы, а с другой – является геологической средой, которая наиболее тесно связана с человеческой деятельностью.

#### Контрольные вопросы

1. Виды, стадии и этапы деформации. Характеристика этапов деформации.

2. Связь дилатансии и хрупкого этапа деформации.

3. Последовательность образования трещин предразрушения.

4. проявление свойств «хрупкости – пластичности» в строении трещин скола.

5. Критерий разрушения Мора-Кулона как критерий предельно напряжённого состояния.

6. Обобщённый закон Гука и его преобразования в случаях плоской деформации и одноосного сжатия.

7. Активные, реактивные и эффективные напряжения.

8. Преобразование критерия Мора-Кулона для описания процесса деформации.

9. Идеализация массива горных пород при решении геомеханических задач.

## 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХРУПКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Основные законы, описывающие природные закономерности, имеют эмпирический характер и определенные пределы применимости. Очевидно, что если принимать в качестве основного закона предельного состояния, на этапе хрупкой деформации, преобразованный линейный критерий (3.16), то следует определить границы применимости линейной зависимости, опираясь на фактические данные и теоретические представления о процессе деформации и разрушении горных пород.

Принимается, что линейный критерий описывает условия хрупкого разрушения твердого тела, которое наступает вследствие образования сквозных трещин скола, имеющих определенную ориентацию относительно направления действия главных сжимающих напряжений. Первоначальный смысл закона Кулона состоит в том, что процессу трения предшествует преодоление сил сцепления. Переход, при разрушении, в условиях одноосного сжатия, от трещин скола к трещинам отрыва указывает на границу применимости закона Кулона, т.к. образование трещин отрыва происходит без смещения, и, соответственно – без трения. Если считать сжимающие напряжения положительными, то указанную границу следует рассматривать как нижний предел применимости линейного критерия.

Линейный критерий теряет физический смысл при растягивающих нормальных напряжениях на площадке разрушения, т.к. при этом неправомерно говорить о сопротивлении трению. Следовательно, критической точкой линейной зависимости является точка ее пересечения с осью касательных напряжений ( $\sigma_n = 0$ ). Поэтому выведение прямой предельного состояния в левую часть паспорта прочности (в область отрицательных значений  $\sigma_n$ ) является неверным.

Одновременно следует помнить, что нормальное напряжение на площадке скола должно быть сжимающим, а минимальное главное напряжение ( $\sigma_3$ ) может быть растягивающим. Отсюда следует, что на паспорте прочности критический круг напряжений может занимать только строго определенное положение (рис. 4.1). Необходимо отметить, что данное положение круга напряжений является единственно правильным при условиях одноосного сжатия (3.15). В

этих условиях формируется боковой отпор от сжимающей нагрузки, который определяет критический уровень растягивающих напряжений.

Разрушение образцов, при выполнении испытаний на одноосное сжатие происходит как по трещинам отрыва, расположенным параллельно оси главного напряжения, так и по трещинам скола. Следовательно, при одноосном сжатии одновременно достигаются предельные значения прочности, как на разрыв, так и на скол. Определенные вариации с условием проведения опытов на одноосное сжатие позволяют получать или только трещины отрыва, или только трещины скола, но в целом следует признавать, что одноосное сжатие создает равные условия для реализации разрушения, как по трещинам отрыва, так и по трещинам скола. Такое пограничное состояние изображается кругом напряжений, отвечающим условию:

$$\sigma_3 = R_P, \text{ при } \sigma_1 = R_{OC}, \sigma_H = 0, \quad (4.1)$$

где  $R_P$  – предел прочности на разрыв;  $R_{OC}$  – предел прочности на одноосное сжатие,  $\sigma_1$  – максимальное главное напряжение.

Данное условие принимается в качестве нижней границы (нижнего предела) применимости линейного критерия (рис. 4.1). Соответственно можно записать:

$$R_P = -\lambda R_{OC}. \quad (4.2)$$

Опираясь на известное выражение (3.2), получаем:

$$R_{OC} = R_C + R_P \operatorname{tg}^2(\pi/4 + \varphi/2). \quad (4.3)$$

где  $R_C$  - предел прочности на сжатие, при условии  $\sigma_3 = 0$ .

При сравнении зависимостей (4.2) и (4.3) видно, что коэффициент бокового отпора определяется через угол внутреннего трения. После преобразований получим:

$$\lambda = \operatorname{tg}^2(\pi/4 - \varphi/2). \quad (4.4)$$

Выражение (4.4) ранее использовалось некоторыми исследователями (А.Ж. Машанов, 1961, 1985).

Учитывая зависимость (4.4), выражение (4.3) можно записать в виде:

$$\sigma_1 = R_C + \sigma_3/\lambda. \quad (4.5)$$

При  $\sigma_1 = R_C$ ,  $\sigma_3 = 0$ , т.е.  $R_C$  является расчетным параметром, определяющим  $\sigma_1$  при  $\sigma_3=0$ .

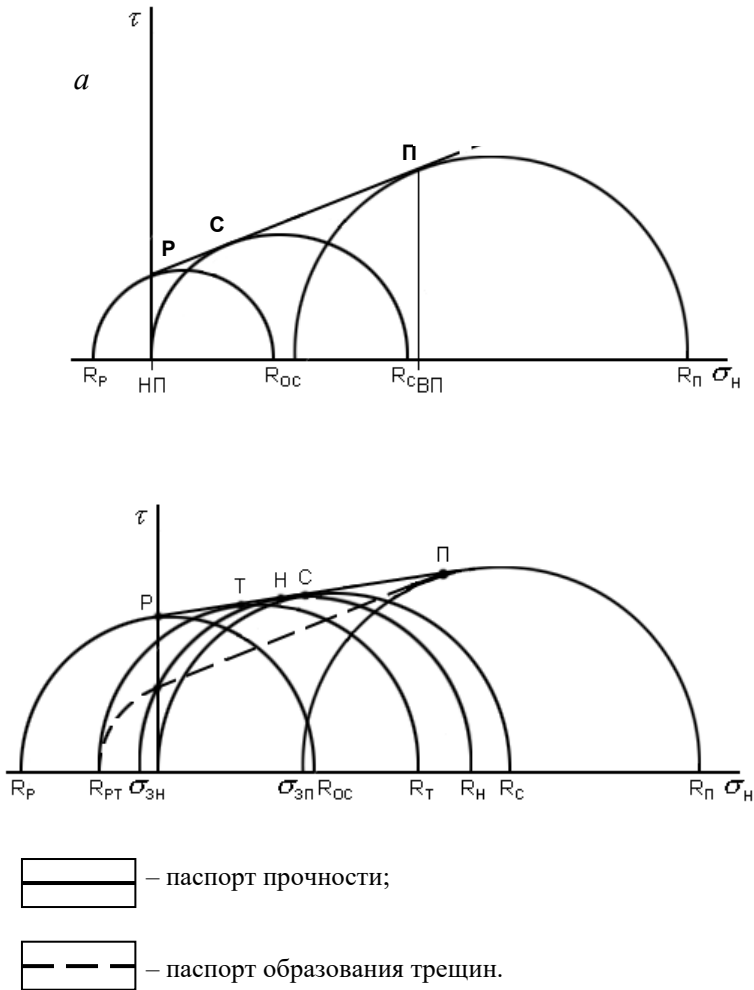


Рис. 4.1. Характерные точки паспорта прочности: *a* – линейный критерий и пределы его применимости; *б* – отражение паспорта образования трещин в характерных точках паспорта прочности. НП – нижний предел ЛК ПНС; ВП – верхний предел ЛК ПНС;  $R_p$  – предел прочности на разрыв;  $R_{oc}$  – предел прочности на одноосное сжатие;  $R_c$  – предел прочности на сжатие;  $R_{п}$  – максимальное сжимающее напряжение при ВП

Если  $\sigma_1 = R_{oc}$ , то  $\sigma_3 = R_p$ , и учитывая выражение (4.2), получим:

$$R_{OC} = R_C + R_P/\lambda. \quad (4.6)$$

$$R_C = 2R_{OC}, \text{ или } R_{OC} = R_C/2. \quad (4.7)$$

Таким образом, основные аналитические зависимости существенно упростились.

Возможность образования макротрещин скола определяется достижением критических значений касательных напряжений на площадке разрушения. В свою очередь, касательные напряжения формируются в результате взаимодействия нормальных напряжений ( $\sigma_1$  и  $\sigma_3$ ). Выполним анализ зависимости (4.5). Умножая обе части уравнения (4.5) на  $\lambda$ , можно записать:

$$\lambda R_C = \lambda \sigma_1 - \sigma_3 \quad (4.8)$$

или

$$-\lambda R_C = -\lambda \sigma_1 + \sigma_3. \quad (4.9)$$

Учитывая, что  $(-\lambda \sigma_1)$  определяет значение растягивающих напряжений бокового отпора, следует заключить, что в предельном состоянии разница между значениями напряжений бокового отпора и  $\sigma_3$  сохраняется постоянной, и равняется  $(-\lambda R_C)$ .

В зависимости (4.9) отражается физический смысл линейного критерия, который заключается в том, что разрушение наступает при постоянном, для конкретного материала, значении растягивающих напряжений. Выражение  $(-\lambda R_C)$  отражает постоянное значение растягивающих напряжений в предельном состоянии и является константой материала. Эту константу обозначим  $R_{OP}$ .

Критические касательные напряжения на площадке скола формируются при определенных значениях напряжений, которые формируются по направлению осей максимального и минимального напряжений. Очевидно, что при смещении круга напряжений в правую часть паспорта прочности будет изменяться соотношение между константой  $R_{OP}$  и внутренними растягивающими напряжениями ( $\sigma_{KP}$ ), которые действуют по оси минимального главного напряжения и участвуют в формировании критических касательных напряжений. Верхний предел применимости линейного критерия можно записать в виде условия:

$$\sigma_{KP} = R_{OP}. \quad (4.10)$$

На основании условия (4.10) выведено выражение (Тагильцев С.Н., 1997), позволяющее рассчитывать, для конкретного материала, значение максимального сжимающего напряжения на верхнем пределе ( $R_{II}$ ):

$$R_C/R_{\Pi} = 1 - \lambda. \quad (4.11)$$

Для удобства использования выражения (4.11), примем  $\bar{\sigma}_1 = \sigma_1/R_C$ :

$$R_{\Pi}/R_C = \bar{R}_{\Pi}, \quad (4.12)$$

$$\bar{R}_{\Pi} = 1/(1 - \lambda), \quad (4.13)$$

$$1/\bar{R}_{\Pi} = 1 - \lambda, \quad (4.14)$$

Последние выражения позволяют рассчитать значения  $\bar{R}_{\Pi}$  в зависимости от значений угла внутреннего трения:

Значения предельного отношения  $\bar{R}_{\Pi}$

$\varphi$	10	20	30	40	50
$\bar{R}_{\Pi}$	3,37	1,96	1,50	1,28	1,15

Результаты расчетов свидетельствуют, что верхний предел применимости линейного критерия зависит от свойств породы. Среднее значение отношения  $\bar{R}_{\Pi}$  для скальных горных пород составляет 1,3 – 1,5, а для более пластичных материалов возрастает. Эти результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Пределы применимости линейного закона Кулона-Мора определяются, согласно результатам расчетов, значениями  $R_{OP}/\sigma_{KP}$  от 2,0 до 1,0. Нижняя граница соответствует  $R_{OP}/\sigma_{KP} = 2,0$ , а верхняя определяется  $R_{OP}/\sigma_{KP} = 1,0$ . Геомеханический смысл этих чисел становится понятным, если рассмотреть физическую суть процесса. Разрушение тела должно происходить по одной или по двум сколовым плоскостям. Нижняя граница определяет условия образования двух сколовых плоскостей, а верхняя – одной сколовой плоскости. Если энергии недостаточно для образования одной плоскости скола, то разрушение этим способом произойти не может. В пределах  $R_{OP}/\sigma_{KP} = 2,0 \div 1,0$  происходит образование одной сквозной сколовой поверхности и ряда несквозных (не соединяющихся) массовых трещин. В условиях, когда  $\bar{\sigma}_1 < \bar{R}_{\Pi}$ , несквозные (допредельные) массовые трещины начинают развиваться при  $R_{OP}/\sigma_{KP} \geq 1,0$ . Следовательно, геомеханический смысл хрупкого разрушения состоит в том, что кроме

одной сколовой трещины, по которой происходит разрушение, в материале образуются допредельные массовые трещины.

Таким образом, теоретический анализ условий применимости линейного критерия предельного состояния позволяет считать, что законами механики обусловлены пределы применимости линейного критерия предельного состояния при хрупкой деформации. Указанный критерий можно рассматривать как преобразованный закона Кулона-Мора. Нижний предел определяется переходом на площадке сдвига от сжимающих к растягивающим напряжениям. Верхний предел возникает в связи с тем, что внешние сжимающие напряжения, при определенном уровне внешних нагрузок, уравниваются с реактивными растягивающими напряжениями, и образование массовых трещин становится невозможным.

Использование представлений о пределах применимости линейного критерия предельного состояния позволяет производить количественный анализ процессов хрупкой деформации в скальных горных породах.

Образование сквозных трещин приводит к разрушению образцов и к падению напряжений. Несквозные трещины при испытании образцов начинают возникать при напряжениях, которые значительно ниже предельных. Анализ опубликованных материалов показывает, что при различных значениях  $\bar{\sigma}_1$ , т.е. при разных положениях круга напряжений, процесс образования трещин имеет отличительные особенности. Большинство авторов считает, что при одноосном сжатии трещины отрыва начинают возникать при нагрузках, составляющих примерно половину разрушающих. В условиях испытаний вблизи верхней границы применимости закона Кулона – Мора трещины возникают практически при разрушающих нагрузках. Материалы испытаний при соотношениях  $\bar{\sigma}_1 = \bar{R}_{OC} \div \bar{R}_{II}$  показывают, что растягивающие напряжения образования трещин ( $\sigma_T$ ) варьируются в пределах 0,5-1,0 от разрушающих нагрузок.

Опираясь на данное условие, построена зависимость  $\tau_T$  от  $\sigma_{нт}$ , т.е. определена связь касательных и нормальных напряжений, при превышении которых начинается образование трещин. Эту зависимость можно называть паспортом образования трещин (рис. 4.16).

Рассматривая паспорт образования трещин как расчетную модель, предназначенную для оценки развития трещин в условиях ПНС, можно принять

$$R_{PT} = 0.5R_p, \quad (4.15)$$

где  $R_{PT}$  – растягивающие напряжения, при которых начинается образование трещин (одноосное сжатие).

Необходимо отметить, что значения  $\bar{\sigma}_1$ , в характерных точках, имеют определенные значения. Обозначим, что  $\sigma_1 = R_T$  при  $\sigma_3 = R_{PT}$ . Тогда величина  $\bar{\sigma}_{1T} = 0,75$ :

$$R_{PT} = -\lambda R_C/4, \bar{R}_{PT} = -\lambda/4, \quad (4.16)$$

$$\sigma_{1T} = R_C - R_{PT}/\lambda$$

$$\bar{\sigma}_{1T} = 0.75. \quad (4.17)$$

Анализ паспорта образования трещин позволил оценить вероятные углы скола допредельных трещин при изменении положения круга напряжений от нижнего до верхнего предела. Диапазон значений этих углов довольно широк, и данное обстоятельство дает возможность предполагать, что в природных условиях могут наблюдаться аналогичные явления. Кроме того, равная вероятность возникновения трещин с различными углами скола заставляет считать, что в природных условиях значительную роль будут играть дополнительные факторы.

Анализ формирования массовых трещин на основе изложенной модели позволяет считать, что при различных положениях круга напряжений интенсивность трещиноватости будет изменяться. Массовые трещины начинают развиваться при смещении круга напряжений влево от точки «П» (см. рис. 4.1б). При приближении круга напряжений к точке «С» интенсивность трещиноватости должна снижаться, т.к. условие  $\sigma_3 = 0$  предполагает отсутствие деформации по этой оси, и, соответственно, ухудшение условий формирования трещин скола.

Между точками «С» и «Н» интенсивность трещиноватости должна нарастать, т.к. растягивающие напряжения по оси  $\sigma_3$  способствуют возникновению сколовых трещин. Между точками «Н» и «Т» следует ожидать некоторое снижение интенсивности трещиноватости. Это явление определяется тем, что при смещении круга напряжений левее точки «Н» начинает сокращаться диапазон положительных (сжимающих) значений  $\sigma_H$ .

При достижении точки «Т» интенсивность трещиноватости должна резко возрасть за счет возникновения и развития самостоятельных трещин отрыва. Развитие трещин отрыва, в свою очередь, способствуют формированию трещин скола. Интенсивность трещиноватости должна увеличиться до предельной точки «Р». Таким образом, при анализе фактических материалов следует ожидать изменение интенсивности трещиноватости в зависимости от соотношения значений главных напряжений, а характерные точки паспорта прочности можно зафиксировать по изменению трещиноватости.

В целом следует отметить, что теоретический анализ условий применимости линейного критерия предельно напряжённого состояния позволяет считать, что законами механики определены пределы применимости линейного критерия на этапе хрупкой деформации. Математические выражения, описывающие пределы применимости линейного критерия, позволяют производить количественный анализ процессов хрупкой деформации в скальных горных породах.

#### Контрольные вопросы

1. Нижний предел линейного критерия предельно напряжённого состояния (ЛК ПНС).
2. Физический смысл ЛК ПНС и соотношение основных параметров.
3. Верхний предел ЛК ПНС.
4. Физический смысл пределов ЛК ПНС.
5. Основные характерные точки паспорта прочности.
6. Паспорт образования трещин.
7. Отражение паспорта образования трещин в характерных точках паспорта прочности.
8. Изменение характеристик трещин в пределах этапа хрупкой деформации.

## 5. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХРУПКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Рассматривая закономерности напряженно-деформированного состояния геологической среды, следует, в соответствии с исходными представлениями считать, что приповерхностная часть литосферы является зоной хрупкой деформации земной коры. Главное максимальное сжимающее напряжение ( $\sigma_1$ ) ориентировано горизонтально, а минимальное напряжение ( $\sigma_3$ ), в пределах определенного приповерхностного слоя, имеет вертикальную ориентировку. В породном массиве действует активная вертикальная сила – вес столба горных пород ( $\gamma H$ ). Согласно выражению (3.18), расчётное вертикальное напряжение (условное минимальное главное напряжение), определяется зависимостью:

$$\sigma_3 = 2\gamma H - \lambda \sigma_1, \quad (5.1)$$

где  $\gamma$  – удельный вес горных пород.

Решая данное уравнение совместно с выражением (4.5), получим:

$$\sigma_1 = R_c/2 + \gamma H/\lambda, \quad (5.2)$$

или

$$\sigma_1 = R_c/2 + B\gamma H, \quad (5.3)$$

где  $B = 1/\lambda$ .

Последнее уравнение описывает зависимость  $\sigma_1$  от глубины ( $H$ ) в условиях предельно напряженного состояния, т.е. является преобразованной формой записи линейного критерия. Следовательно, характерным точкам паспорта прочности («П», «С», «Н», «Т», «Р») соответствуют определенные глубины ( $H_P$ ,  $H_C$ ,  $H_H$ ,  $H_T$ ,  $H_R$ ). В качестве показателей характерных точек паспорта прочности можно рассматривать значения  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$ , которые соответствуют пределам применимости линейного закона Кулона – Мора, а также значение  $\sigma_1 = R_c$ . Таким образом, значению  $\sigma_1 = R_c$  соответствует глубина  $H_C$ ,  $\sigma_1 = R_P$  (показатель достижения верхнего предела) соответствует глубина  $H_P$ , а  $\sigma_3 = R_P$  соответствует глубина  $H_R$  (рис. 5.1).

Из уравнения (5.1) следует, что на определенной глубине должно выявляться условие  $\sigma_3 = 0$ , т.е.

$$2\gamma H_C = \lambda \sigma_1. \quad (5.4)$$

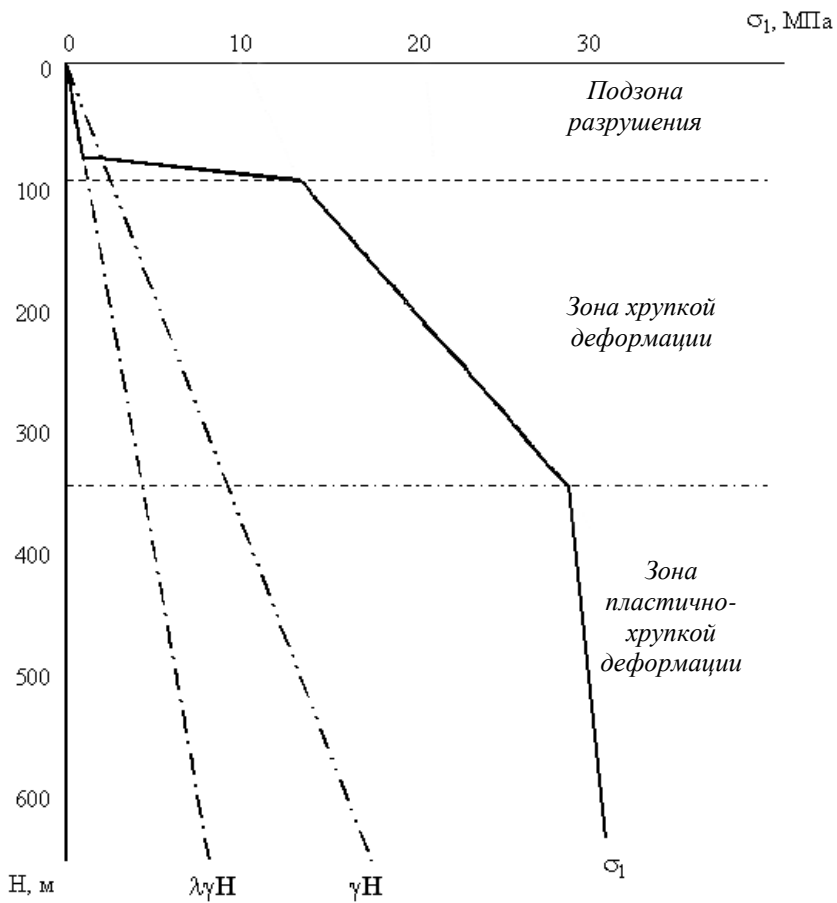


Рис. 5.1. Изменение значений горизонтальных напряжений и вида деформации по глубине

Ближе к поверхности земли

$$2\gamma H < \lambda \sigma_1, \quad (5.5)$$

а с ростом глубины и, соответственно, веса горных пород

$$2\gamma H > \lambda \sigma_1. \quad (5.6)$$

Если  $\sigma_3 = 0$ , то  $\sigma_1 = R_C$  и, следовательно:

$$2\gamma H_C = \lambda R_C, \quad (5.7)$$

$$H_C = \lambda R_C / 2\gamma, \quad (5.8)$$

$$R_C = 2\gamma H_C / \lambda. \quad (5.9)$$

Решая совместно уравнения (5.4, 5.9), и учитывая зависимость  $R_P = -\lambda R_C / 2$ ,

получим:

$$\sigma_3 = \gamma H + R_P. \quad (5.10)$$

Отсюда следует, что если  $\sigma_3 = R_P$ , то  $H_P = 0$ , т.е. нижняя граница применимости линейного критерия реализуется на поверхности земли.

Учитывая, что на глубине  $H_C$  значение  $\sigma_3 = 0$ , получим

$$R_P = -\gamma H_C. \quad (5.11)$$

Подставляя выражение (5.11) в (5.10), получаем:

$$\sigma_3 = \gamma(H - H_C), \quad (5.12)$$

$$H = H_C + \sigma_3 / \gamma \quad (5.13)$$

Следовательно, подставляя соответствующие значения  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$  в уравнения 5.2, 5.8, 5.13, можно получить значения  $H_P$ ,  $H_C$ ,  $H_H$ ,  $H_T$ . Во многих случаях удобнее оперировать выражением

$$\bar{H} = H / H_C. \quad (5.14)$$

Особо следует отметить, что значение величины  $\bar{H}_T$  должно иметь значение равное 0.5, в соответствии с выражением (4.17). Данное соотношение характерных глубин имеет важное диагностическое значение и позволяет проверить исходные теоретические представления.

Результаты расчетов, выполненные на основании характерных значений геомеханических параметров показывают, что значения  $H_C$  достаточно стабильны и обычно составляют примерно 200÷300 м. Напротив, для значений величины  $H_P$  характерны очень существенные вариации, связанные с величиной  $\varphi$ . Значения  $H_P$ , при  $\varphi = 10\div 30^\circ$  могут превышать тысячу метров, а при  $\varphi = 40^\circ$   $H_P \approx 300\div 500$  м.

Изменение главных напряжений по глубине определяется значением коэффициента «В» в уравнении (5.3). Эти значения отличаются от единицы:

φ, град	10	20	30	40
B	1.42	2.04	3.0	4.6

Средние значения B варьируют в пределах 2.5÷4.5. В общем случае зависимость  $\sigma_1$  от H значительно положее ( $B > 1$ ), что и подтверждается фактическими данными (Хаст, 1969; Н.П. Влох, 1994). Обобщенная зависимость, с подстановкой типичных значений, будет иметь вид:

$$\sigma_1 = (10 \div 20) + (2.5 \div 4.5)\gamma H, \text{ МПа} \quad (4.19)$$

Аналогичные зависимости получены практически для всех железорудных месторождений Урала (Н.П. Влох, 1994).

Таким образом, на основании выполненных исследований можно считать, что верхняя часть земной коры находится в условиях предельно напряженного состояния. Напряженное состояние приповерхностной зоны литосферы, мощностью менее одного километра, описывается линейным законом предельного состояния (законом Кулона – Мора). Выявленные закономерности позволяют прогнозировать распределение значений главных напряжений по глубине геологического разреза в зависимости от свойств горных пород. На основании данных изучения трещин возможно определение геомеханических характеристик конкретного массива.

Вблизи поверхности земли, согласно изложенным выше теоретическим проработкам, должна существовать вертикальная зональность в интенсивности трещиноватости. На глубине  $H_{II}$  начинается развитие массовых тектонических трещин предразрушения, а на поверхности земли процесс образования трещин должен завершаться разрушением массива в связи с достижением предела прочности на растяжение. Массив горных пород проходит последовательно, по мере уменьшения глубины, начиная с  $H_{II}$ , все характерные состояния (характерные точки паспорта прочности).

Для характерных глубин должны быть свойственны определенные изменения в углах падения трещин и, особенно, в интенсивности трещиноватости. На глубине  $H_C$  должно наблюдаться существенное снижение количества открытых трещин, т.к.  $\sigma_3 = 0$ . (рис.5.2).

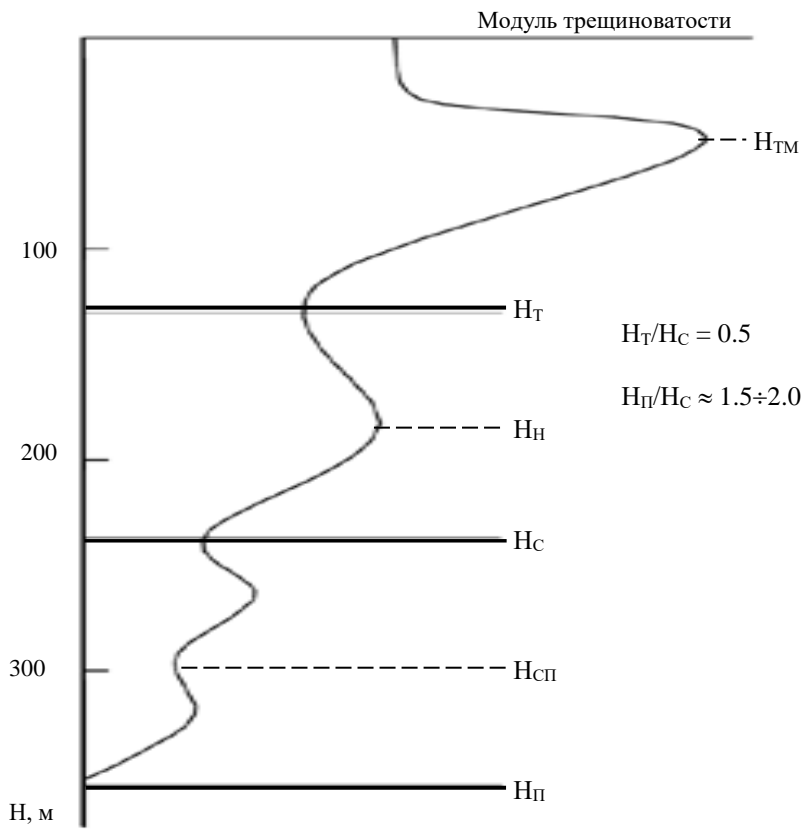


Рис. 5.2. Изменение трещиноватости по глубине

Выше глубины  $H_H$  некоторое снижение количества трещин, по сравнению с общей тенденцией к увеличению, должно происходить за счет того, что при  $\sigma_H \leq 0$  сколовые трещины образовываться не могут. На глубине  $H_T$  общее количество трещин должно резко возрасть в связи с достижением предела  $R_{PT}$ . Указанные особенности должны проявляться при проведении тщательной инженерно-геологической документации или при анализе данных поинтервальных опробований гидрогеологического разреза (см. рис.5.2).

Опираясь на исходную модель, можно ожидать, что количество трещин будет очень существенно возрастать выше глубины  $H_T$  и достигнет максимума на поверхности земли, т.к. значение характерной глубины  $H_p = 0$ , но теоретические проработки и фактические данные заставляют полагать, что должна наблюдаться более сложная зависимость. Вблизи поверхности земли должны изменяться геомеханические условия, а также прочностные свойства горных пород. Между глубиной  $H_T$  и поверхностью земли происходит сброс напряжений (разгрузка) за счет разрушения приповерхностных слоев, причем, вероятнее всего, способом изгиба. На графиках трещиноватости, после какого-то максимального значения, фиксируется резкое падение количества трещин (см. рис. 5.2). Глубину, где наблюдается максимальное количество трещин, можно обозначить как  $H_{TM}$  (глубина максимальной трещиноватости).

При интерпретации данных, в первую очередь, определяются глубины  $H_C$  и  $H_T$ . Проверка правильности производится с помощью соотношения  $\bar{H}_T \approx 0,5$ . Далее определяется глубина  $H_{II}$  и рассчитывается  $\bar{H}_{II}$ . На основании значения  $\bar{H}_{II}$  рассчитывается значение параметра  $\lambda$ :

$$\lambda = (\bar{H}_{II} - 1) / (\bar{H}_{II} + 1). \quad (5.20)$$

Далее рассчитываются значения углов скола и внутреннего трения на основании уравнения (4.4) и пределы прочности массива на основании выражений (5.9) и (5.11).

Изложенная методика была проверена при определении геомеханических параметров конкретных объектов. Наиболее детальные гидрогеологические, инженерно-геологические и геомеханические исследования были выполнены в породных массивах Ново-Тошемского медноколчеданного месторождения и на месторождениях Краснотурьинского рудного района (В.П. Новиков и

др., 1986, 1990, 1995; Э.И. Афанасиади и др., 1996; А.Д. Сашурин и др., 1995). Анализ полученных результатов с использованием значительного объема разнообразных материалов позволяет считать, что изложенные зависимости правильно описывают инженерно-геологическое состояние породных массивов и позволяют определять достоверные значения геомеханических параметров.

В целом результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- Следует полагать, что приповерхностная часть литосферы является зоной хрупкой деформации земной коры. Напряженно-деформированное состояние этой зоны описывается линейным критерием предельного состояния. Аналитические зависимости, описывающие связь значений главных напряжений с глубиной от поверхности земли и геомеханическими параметрами массива, позволяют анализировать фактические данные и прогнозировать распределение значений главных напряжений в геологическом разрезе.

- Количественные показатели распределения массовых трещин предразрушения в зоне хрупкой деформации, по глубине от поверхности земли, подчиняются определенным закономерностям и зависят от геомеханических параметров массива. На основании данных о распределении открытых трещин по глубине, которые отражают интенсивность трещиноватости, а также, по возможности, учитывая элементы залегания трещин, можно рассчитывать параметры напряженно-деформированного состояния скальных массивов.

- Совокупность достоверных фактических материалов подтверждает правильность исходных теоретических положений. Разработанная на основе теоретических представлений методика расчета основных геомеханических характеристик, позволяет достаточно надежно оценивать значения параметров, определяющих напряженно – деформированное состояние породного массива.

#### Контрольные вопросы

1. Выражение ЛК ПНС для верхней части земной коры.
2. Связь главных напряжений с характерными глубинами.
3. Изменение главных напряжений по глубине.
4. Изменение трещиноватости по глубине в зоне хрупкой деформации земной коры.

5. Определение геомеханических параметров массива по данным изменения трещиноватости по глубине.

## **6. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРАТИФИКАЦИИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ**

Фильтрационные свойства скальных массивов определяются раскрытием и количеством, а также степенью взаимосвязи отдельных трещин. Трещиноватость формируется, главным образом, в результате силового воздействия на породные массивы. Скальные массивы, образовавшиеся в палеозое, по мнению ряда исследователей (Б.Е. Антыпко, 1986), давно утратили первичную пористость и трещиноватость. Раскрытие трещин, которые определяют современную проницаемость скальных массивов, произошло в относительно недавнее геологическое время, хотя образоваться они могли в различные геологические эпохи. Их объединяет наличие эффективного раскрытия, которое предопределяет проницаемость самих трещин и, соответственно, массива горных пород.

Раскрытие трещин поддерживается наличием выступов, своеобразных «подпорок», которые не позволяют трещинам сомкнуться. Трещины разного генезиса оказывают на процесс образования «подпорок» различное влияние. Механизм образования выступов заложен в генезисе трещин скола. При сдвиге относительно друг друга берегов трещин, происходит раскрытие тех участков трещин скола, которые образовались по микротрещинам отрыва. При существенном значении амплитуды сдвига, ступенчатый характер трещин скола предопределяет невозможность полного смыкания «берегов» трещин даже при изменении поля напряжений. Одновременно следует отметить, что при значительной величине сдвига возникает вероятность срезания выступов и растирание материала в очень мелкую фракцию. В этом случае трещина теряет проницаемость. Отсюда следует, что проницаемость трещин обеспечивается относительно небольшой величиной смещения берегов трещины относительно друг друга.

Наблюдения показывают, что большинство трещин, возникающих на различных этапах геологической жизни скального массива, заполняются (залечиваются) различными минеральными

образованиями. Кроме того, большинство пород обладают пластичными свойствами, которые при длительном силовом воздействии проявляются практически у всех литологических разновидностей. Наличие пластических свойств у большинства пород, предопределяет, в условиях напряженного состояния, относительно короткий период (в геологическом смысле), существование выступов, обеспечивающих раскрытие трещин.

Анализ указанных факторов приводит к выводу, что проницаемость скального массива поддерживается за счет постоянного обновления (активизации) существующих трещин и образования новых трещин. Активизация может затронуть трещины любого возраста и генезиса, которые являются поверхностями ослабления и имеют благоприятную ориентировку в существующем поле напряжений. В целом следует считать, что проницаемость в скальных массивах формируется и поддерживается за счет современных силовых воздействий, т.е. за счет тектонических напряжений.

Большую роль в формировании проницаемости скального массива играет взаимосвязь отдельных трещин. Трещины предразрушения, которые образуются в условиях предельно напряженного состояния, имеют относительно небольшую протяженность. Необходимо, чтобы количество их было достаточным для образования сети взаимосвязанных трещин. Очень важно, чтобы трещины обладали различной ориентировкой в пространстве, т.е. разными азимутами простирания и углами падения, или, как минимум – различными углами падения при одинаковом простирании. Различные азимуты простирания и углы падения обеспечивают пересечение плоскостей трещин и образование сети взаимосвязанных трещин.

Наряду с общим соответствием зоны приповерхностной трещиноватости (зоны хрупкой деформации) и приповерхностных водоносных образований, детальный анализ фактических материалов позволил выявить ряд особенностей и закономерностей, как в структуре трещиноватости, так и в фильтрационной стратификации скальных массивов. В целом выявилось сложное строение приповерхностной зоны трещиноватости. Хотя фильтрационные свойства связаны с открытыми трещинами, не следует предполагать наличие прямой связи между количеством открытых трещин и свойствами водоносных зон. Связь между указанными

характеристиками носит довольно сложный характер. Нередко можно наблюдать наличие обратной связи между интенсивностью трещиноватости и фильтрационными свойствами. Главная причина этого явления состоит в том, что водопроницаемость трещины определяется, главным образом, степенью ее раскрытия. Водопроницаемость зависит от кубической степени раскрытия. Например, если сравнивать одну и десять трещин, обладающих одинаковым суммарным раскрытием, то получим, что одиночная трещина обладает водопроницаемостью, в 100 раз превышающую суммарную водопроницаемость десяти трещин.

Опираясь на понятие деформации, следует представлять, что если деформация на определенном интервале глубин реализуется через образование одной или небольшого количества трещин, то этот интервал будет обладать относительно высокими фильтрационными свойствами. При формировании большого количества трещин, фильтрационные свойства будут заметно снижаться. Кроме количества трещин, большую роль играют относительно небольшие вариации раскрытия. При одинаковом количестве трещин, но при разнице раскрытия трещин в два раза, суммарная водопроницаемость будет отличаться почти на порядок (в восемь раз). Следовательно, если геомеханические условия каким-то образом будут способствовать даже небольшим вариациям раскрытия, то эффект может быть достаточно существенным. Эти закономерности необходимо учитывать при анализе фильтрационной стратификации скальных массивов.

При выделении отдельных подзон или слоев в приповерхностной зоне хрупкой деформации следует опираться, в первую очередь, на закономерности изменения трещиноватости по глубине, рассмотренные в предыдущей главе. Для обозначения (названия) отдельных слоёв можно использовать особенности напряжённого состояния (условных вертикальных напряжений) и трещиноватости.

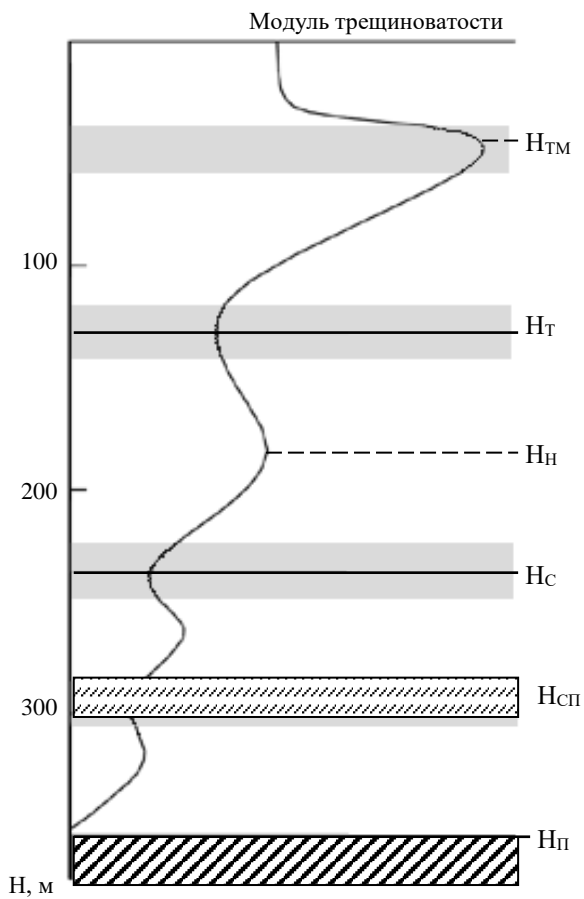
Самую глубокую часть зоны хрупкой деформации занимает подзона условных сжимающих вертикальных напряжений. В подзоне сжимающих вертикальных напряжений развиваются трещины скола, которые обладают эффективным раскрытием. Поэтому здесь формируется водоносный горизонт, обладающий существенными фильтрационными свойствами и имеющий региональное распространение. Этот водоносный горизонт играет роль

регионального дренажа в горноскладчатых областях и, в значительной мере, определяет глубину зоны активного водообмена. Глубина расположения горизонта регионального дренирования варьирует в зависимости от геомеханических свойств горных пород, но для большинства литологических разностей скальных пород составляет, примерно, около трёхсот метров. Мощность этого водоносного горизонта обычно не превышает нескольких десятков метров (рис. 6.1, табл. 6.1).

Вблизи слоя условных нейтральных напряжений, количество трещин снижается. Снижение количества трещин приводит к значительному уменьшению фильтрационных свойств в некотором интервале глубин и определяет формирование относительно водоупорного горизонта. Мощность этого горизонта обычно составляет первые десятки метров.

Выше относительно водоупорного горизонта происходит постепенное нарастание фильтрационных свойств горных пород. Этот интервал разреза занимает несколько десятков метров. Фильтрационные свойства горных пород в этом интервале обычно несколько ниже, чем в водоносном горизонте регионально дренирования. Движение воды происходит по трещинам скола, и поэтому этот интервал разреза можно называть водоносным горизонтом сколовых трещин. В интервале глубин от  $H_H$  до  $H_T$  количество трещин, особенно пологих, заметно снижается. Это явление, механизм которого рассмотрен в предыдущих разделах, приводит к снижению фильтрационных свойств и формированию относительно водоупорного горизонта.

На определенной глубине ( $H_T$ ) растягивающие напряжения достигают значений, когда начинается формирование массовых трещин отрыва и, соответственно, общее количество трещин резко увеличивается. Переход от умеренной трещиноватости к более интенсивной хорошо фиксируется на графиках, отражающих количество трещин по интервалам глубин (см. рис. 6.1). Этот переход обычно наблюдается на глубинах  $80 \div 120$  м.





-  - Относительно водоупорный горизонт;
-  - Региональный водоупор.

Рис. 6.1. Фильтрационная стратификация скальных массивов

Таблица 6.1

Геомеханическое состояние и фильтрационная стратификация  
приповерхностной части скальных массивов

Особенности деформирования	Особенности напряженного состояния	Фильтрационная стратификация	Примерная мощность, м	Примерная глубина до подошвы, м
Зона хрупкой деформации	Зона разгрузки	Водоносный горизонт зоны разгрузки	50	50
	Зона условных вертикальных растягивающих напряжений	Относительно водоупорный горизонт	10	60
		Водоносный горизонт трещин отрыва	40	100
		Относительно водоупорный горизонт	20	120
		Водоносный горизонт трещин скола	60	180
	Слой условных нейтральных вертикальных напряжений	Относительно водоупорный горизонт	40	220
	Зона условных вертикальных сжимающих напряжений	Водоносный горизонт зоны сжимающих напряжений	80	300
		Относительно водоупорный горизонт	80	380
Зона переходной деформации		Региональный водоупорный горизонт		

Увеличение количества трещин наблюдается примерно до глубины 50 м, иногда – практически до поверхности земли. В этом интервале глубин развиваются одновременно трещины отрыва и скола, но его особенности связаны с образованием трещин отрыва. Поэтому этот водоносный горизонт можно называть горизонтом трещин отрыва.

Значительное увеличение количества трещин не сопровождается таким же существенным увеличением фильтрационных свойств горных пород в рассматриваемом интервале глубин. Хотя нарастание значений фильтрационных показателей по направлению к поверхности земли продолжается, но скорость этого возрастания даже несколько замедляется (по сравнению с горизонтом сколовых трещин). В верхней части горизонта трещин отрыва обычно фиксируется интервал глубин, который следует рассматривать как относительно водоупорный горизонт. Мощность относительно водоупорного слоя составляет примерно десять метров. Средняя глубина его расположения составляет около 50 метров.

Формирование относительно водоупорного горизонта определяется несколькими взаимосвязанными причинами. Резкое увеличение количества трещин влечет уменьшение их раскрытия, и соответственно, приводит к значительному уменьшению суммарной водопроницаемости в этом интервале глубин. Кроме того, выше водоупорного горизонта происходит разгрузка напряжений, и можно предполагать, что здесь возникает зона псевдопластических деформаций.

Зона разгрузки фиксируется резким падением количества трещин и не менее значительным увеличением фильтрационных показателей. Существенное возрастание водопроницаемости связано с фактическим нарушением сплошности массива и увеличением раскрытия трещин в условиях относительно низких значений вертикальных сжимающих напряжений.

Таким образом, в горноскладчатых областях, находящихся в напряженном состоянии, вблизи поверхности земли формируется зона хрупкой деформации скальных горных пород. Развитие допредельных массовых трещин, возникающих в зоне хрупкой деформации, определяет формирование системы водоносных и относительно водоупорных горизонтов, имеющих региональное распространение.

Фильтрационные свойства скальных пород определяются наличием открытых трещин, а степень раскрытия трещин зависит от

деформации, которую испытывает породный массив. Связь деформации и водопроницаемости позволяет использовать аналитические зависимости для расчетов значений раскрытия трещин и модуля деформации. Последовательность выполнения расчетов можно принять следующей.

Для определенного интервала глубин ( $\Delta H$ ) известны значения водопроницаемости ( $\Delta T$ ), количество открытых трещин ( $n_{TR}$ ) и изменение напряжений в вертикальном направлении ( $\Delta\sigma_3$ ). Опираясь на известное уравнение Буссинеска, связывающее водопроницаемость трещины ( $T_{TR}$ ) и ее раскрытие ( $v_{TR}$ ), определяется среднее раскрытие трещин интервала глубин:

$$v_{TR} = \sqrt[3]{12\nu T_{TR}/g}, \quad (6.1)$$

$$T_{TR} = \Delta T/n_{TR}, \quad (6.2)$$

где  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости воды ( $\nu = 0,13 \text{ м}^2/\text{сут.}$ );

$g$  – ускорение свободного падения ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2 = 7,32 \cdot 10^{10} \text{ м/сут.}^2$ ).

Далее рассчитывается относительная деформация массива в вертикальном направлении ( $\epsilon_3$ ):

$$\Delta e = v_{TR} \cdot n_{TR}; \quad (6.3)$$

$$\Delta\epsilon_3 = \Delta e/\Delta H. \quad (6.4)$$

Значение  $\Delta\sigma_3$  определяется с помощью уравнения:

$$\Delta\sigma_3 = \lambda R_C/2 \cdot \Delta H/H_C = \lambda R_C \cdot \Delta H/2H_C. \quad (6.5)$$

Располагая значениями  $\Delta\epsilon_3$  и  $\Delta\sigma_3$ , можно определить величину модуля деформации на рассматриваемом интервале:

$$E = \Delta\sigma_3/\Delta\epsilon_3. \quad (6.6)$$

Следует отметить, что предлагаемая методика расчетов позволяет производить не только оценку модуля деформации, опираясь на фильтрационные свойства, но и наоборот, предварительно оценивать водопроницаемость отдельных интервалов разреза, исходя из геомеханических параметров породного массива.

Анализ фильтрационной стратификации скальных массивов был выполнен на ряде объектов. Практически во всех случаях подтвердились изложенные закономерности. Детально обработаны данные, представленные в отчете по Ново-Шемурскому месторождению (1986). Наряду с подтверждением теоретических представлений, были выявлен ряд интересных закономерностей.

Например, значения водопроницаемости единичной трещины варьируют в относительно узких пределах. В большинстве интервалов значение водопроницаемости единичной трещины сохраняется практически постоянным и составляет около  $0,1 \text{ м}^2/\text{сут}$ . Очень устойчивые значения характерны для расчетного раскрытия единичной трещины. Для большинства интервалов значение этого параметра сохраняется постоянным и составляют в среднем  $1,26 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ , т.е. немного больше  $0,1 \text{ мм}$ .

Опираясь на расчетные значения раскрытия трещин, определены поинтервальные значения модуля деформации. Модуль несколько уменьшается от нижних к верхним интервалам, составляя, в среднем,  $6,5 \cdot 10^3 \text{ МПа}$ . Полученные в результате расчетов, значения модуля деформации не противоречат значениям, которые характерны для близких, по своему литологическому составу, массивов горных пород (Н.П. Влох, 1994). Можно считать, что предлагаемая расчетная модель, определяющая связь фильтрационных и деформационных параметров, достаточно достоверна и может использоваться в различных целях при изучении и использовании геологической среды.

Изучение массивов карбонатных пород занимает особое место при решении любых гидрогеологических задач. Кроме трещиноватости, в этих массивах практически всегда развиваются карстовые процессы, которые резко увеличивают фильтрационные свойства и оказывают существенное влияние на фильтрационную структуру карбонатного массива. Развиваясь по трещинам, карстовые процессы могут заметно изменять исходную, трещинную в своей основе, фильтрационную стратификацию. Хорошие материалы, позволяющие выполнить детальный гидрогеомеханический анализ, представлены в ряде работ.

Анализ имеющихся материалов по Воронцовскому и Светлинскому золоторудным месторождениям (Э.И. Афанасиади, 1996; В.П. Новиков, 1992) показывает, что фильтрационная стратификация закарстованных известняков примерно соответствует фильтрационной структуре скальных массивов изверженных пород. Достаточно хорошо выделяются водоносные горизонты зон разгрузки, трещин отрыва, трещин скола, зоны сжимающих напряжений.

Детальный анализ фильтрационной структуры массивов известняков показывает, что в ряде случаев относительно водоупорные горизонты выражены слабее, чем в массивах изверженных пород. Это

подтверждает, что карстовые процессы оказывают существенное влияние на формирование фильтрационной стратификации карбонатных массивов. Одновременно следует отметить, что карст развивается подчиняясь исходной трещинной структуре массива. Таким образом, можно считать, что развитие карстовых процессов в значительной степени определяется напряженно-деформируемым состоянием конкретного карбонатного массива.

Таким образом, анализ результатов обработки фактических данных по ряду месторождений Урала позволяет сделать следующие выводы:

- Сеть массовых трещин предразрушения зоны хрупкой деформации земной коры формирует водоносный комплекс приповерхностной трещиноватости, а геомеханические закономерности развития трещин по глубине предопределяют фильтрационную стратификацию водоносного комплекса.

- Особенности изменения характеристик открытых трещин по глубине определяют закономерную фильтрационную стратификацию скального массива. В гидрогеологическом разрезе наблюдается чередование проницаемых и относительно водоупорных зон, которое связано с напряженно-деформированным состоянием массива.

- Аналитические зависимости, определяющие связь фильтрационных параметров и характеристик напряженно-деформированного состояния массива, позволяют производить оценку деформационных характеристик массива, а также прогнозировать фильтрационные свойства отдельных интервалов разреза.

- В массивах карстующихся пород сохраняются основные закономерности фильтрационной стратификации скальных массивов. Относительно водоупорные горизонты контролируют развитие карста на глубину.

#### Контрольные вопросы

1. Основные закономерности формирования фильтрационных свойств скальных массивов.
2. Влияние количества трещин на водопроводимость определённого интервала разреза.
3. Геомеханическое состояние и фильтрационная стратификация приповерхностной части скальных массивов.

4. Взаимосвязь геомеханических и фильтрационных параметров.
5. Особенности гидрогеомеханической стратификации карбонатных (карстующих) массивов.

## **7. ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ОРИЕНТИРОВКОЙ ГЛАВНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ**

Одним из главных положений гидрогеомеханики является представление о том, что основное гидрогеологическое значение имеют тектонические структуры, испытывающие активизацию в современном поле напряжений. Данное положение можно расширить на те структуры, которые подвергались активизации в недавнее геологическое время. При этом понятия «современное поле напряжений», «недавнее геологическое время» можно трактовать достаточно свободно, опираясь, в первую очередь, на гидрогеомеханические характеристики конкретных структур. Исходя из этих представлений, необходимо рассмотреть взаимосвязь тектонических структур с полем напряжений, учитывая задачи гидрогеомеханики. Для решения поставленных задач основное значение имеют геолого-структурные методы анализа полей напряжений.

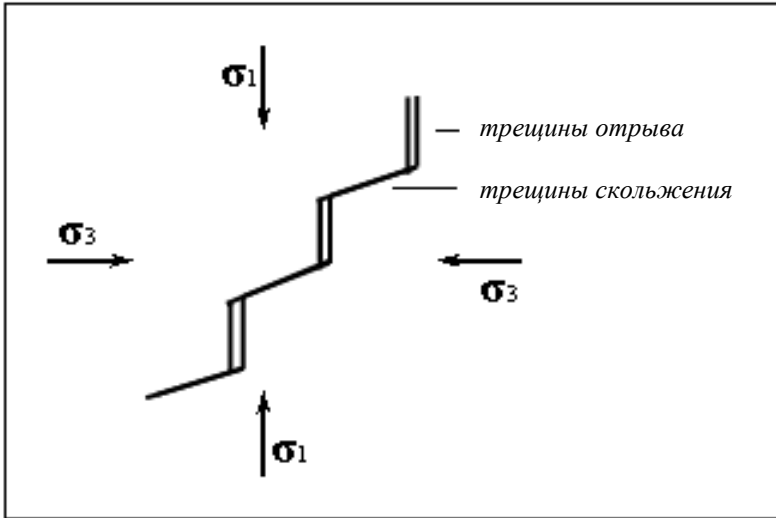
Геолого-структурные методы определения ориентировки осей главных напряжений базируются на изучении деформационных структур (складок, разломов, трещин). Методические приемы решения этой задачи разрабатывались многими учеными. Разработки, предложенные разными авторами, имеют определенные достоинства и недостатки, требуют творческого подхода применительно к конкретной геологической обстановке. Необходимо рассмотреть несколько дополнительных аспектов данной проблемы. Во-первых, следует различать тектонические структуры разрушения и предразрушения. Во-вторых, в породах наряду с трещинами отрыва и скола, развиваются трещины скольжения. Следует также отметить, что кроме механизмов хрупкой деформации, которые примерно одинаково реализуются в отдельных образцах пород и природных скальных

массивах, в земной коре наблюдаются специфические особенности процессов деформации.

Трещины, связанные с генезисом пород, за длительный период геологического существования неоднократно испытывали различные воздействия. Первичные свойства этих трещин давно утрачены и их обновление возможно только под воздействием относительно молодых полей напряжений. В целом следует считать, что массовые допредельные трещины образовались под влиянием относительно недавно существовавших, или существующих сейчас, силовых воздействий. В хрупких, обычно интрузивных породах трещины могут сохраняться значительно дольше, чем в относительно пластичных осадочных породах, например – в известняках. Вместе с тем, можно попытаться обозначить временные рамки для современных силовых трещин. Массовые трещины в массивах горных пород наблюдаются в интервале глубин от поверхности земли до 300÷400 м. Отсюда следует, что возраст этих трещин примерно соответствует возрасту современного рельефа.

Одновременно необходимо полагать, что за период образования рельефа могли происходить неоднократные изменения ориентировки главных напряжений. Новая структура поля напряжений генерировала образование новых систем трещин или обновляла те трещины, которые образовались ранее. Таким образом, в настоящее время могут наблюдаться системы трещин, которые связаны с различной ориентировкой осей главных напряжений.

Трещина скола представляет собой ступенчатую поверхность, состоящую из микротрещин отрыва и микротрещин скольжения. Последние образуют с осью главного максимального напряжения угол примерно 50÷70°. Следует предполагать, что большинство сдвиговых микротрещин образуется по поверхностям пластического скольжения, которые очень часто являются поверхностями ослабления прочности материала. Соотношение свойств хрупкости и пластичности в конкретном материале определяется отношением длин микротрещин отрыва и скольжения, и, как следствие, формирует угол скола. В хрупких породах угол скола составляет 25-30° (рис.7.1).



*Хрупкая среда*

*Хрупко-пластичная среда*

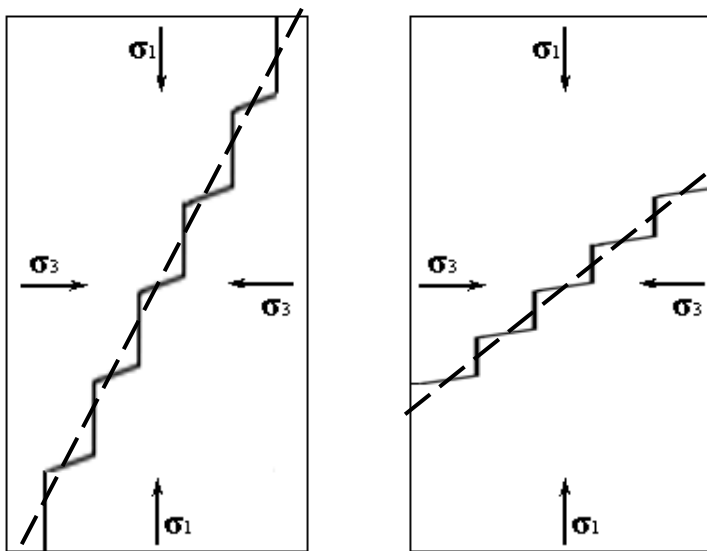


Рис. 7.1. Формирование сколовых трещин

В породах, обладающих пластичными свойствами, трещины отрыва играют подчиненную роль, и угол скола может приближаться к  $60\div 70^\circ$ . Материалы, имеющие промежуточные свойства, т.е. примерное равенство хрупких и пластичных свойств, образуют при скалывании угол около  $45^\circ$ , а протяженность микротрещин отрыва и скольжения существенно не отличается.

В целом необходимо отметить, что для хрупкого разрушения скальных горных пород всегда характерно образование массовых трещин предразрушения, которые чаще всего носят сколовый характер. Одновременно следует учитывать сложное, иерархическое строение массивов горных пород, а также значительную длительность геологических процессов. Значительная длительность процессов деформации способствует более широкому проявлению пластичных свойств горных пород. Поэтому, наряду с трещинами скола, существенное распространение получают трещины скольжения.

Разломы представляют собой укрупненную сколовую трещину, но это справедливо, главным образом, для «хрупких» разломов. По мере нарастания глубины происходит постепенный переход от «хрупких» разломов к «хрупко-пластичным». Хрупкое разрушение проявляется в форме маломощного шва, обычно имеющего признаки скольжения и ступенчатого строения. Зона дробления может отсутствовать или имеет малую мощность. Разлом, как правило, образует с осью максимального главного напряжения острый угол (менее  $45^\circ$ ). Признаками хрупко-пластичного разрушения являются значительная мощность зоны дробления, более высокая степень дисперсности заполнителя. Эти разломы обычно образуют с осью главного напряжения угол несколько больше  $45^\circ$ . Хрупко-пластичные разломы, образуясь на относительно больших глубинах, обладают более высоким рангом в иерархии тектонических нарушений. Эти разломы, зарождаясь на значительных глубинах, в зоне переходной деформации, прорезают так же и зону хрупкой деформации и, в благоприятных геодинамических условиях проявляют активность вблизи поверхности земли.

Отдельного рассмотрения требуют вопросы, связанные с ориентировкой разломов в пространстве. Направление тектонических движений определяется ориентировкой осей главных напряжений. Положение швов разломов относительно горизонтальной плоскости (субвертикальное или наклонное), предопределяется взаимной ролью

главных напряжений. Взаимная роль главных напряжений понимается как роль соотношения значений главных напряжений и их ориентировки в пространстве. Ось промежуточного напряжения ( $\sigma_2$ ) является главной кинематической осью, через которую проходят плоскости всех структур разрушения и предразрушения. Трещины разрыва (отрыва) лежат в плоскостях, которые параллельны плоскости, образуемой осями максимального ( $\sigma_1$ ) и промежуточного ( $\sigma_2$ ) напряжений, а также перпендикулярны оси  $\sigma_3$ . Плоскости трещин скола и скольжения параллельны оси  $\sigma_2$  и образуют определенные углы с осями  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$ .

В большинстве горноскладчатых регионов ось  $\sigma_1$  имеет субгоризонтальную ориентировку. Поле напряжений формируется в результате взаимодействия тектонических и гравитационных сил. Вектор гравитационной силы ориентирован практически строго вертикально. Учитывая, что главные напряжения должны быть взаимно перпендикулярны, необходимо признавать, что вертикальное положение одного из главных векторов предопределяет горизонтальное положение двух других. Таким образом, при анализе полей напряжений следует опираться на представления о довольно строгой, горизонтальной и вертикальной, ориентировке осей главных напряжений.

Значение главного напряжения, ориентированного вертикально, формируется, в значительной степени, за счет веса столба горных пород. Соответственно, вертикальное главное напряжение имеет минимальное значение вблизи поверхности земли, и с глубиной постоянно увеличивается. Следует полагать, что на какой-то глубине вертикальное напряжение имеет значение, превышающее значение двух других главных напряжений. Таким образом, можно предположить, что вертикальное напряжение, от поверхности земли в глубину, последовательно играет роль минимального главного напряжения, промежуточного главного напряжения и максимального главного напряжения.

Изменение роли вертикального напряжения влечет изменение ориентировки структур разрушения и смену направлений тектонических подвижек по глубине, предопределяет формирование трех основных геодинамических этажей. Верхний этаж характеризуется вертикальной ориентировкой минимального главного напряжения и, соответственно, горизонтальным положением осей

максимального и промежуточного напряжений. В пределах этого этажа существуют условия для формирования структур разрушения типа надвигов или взбросов (рис. 7.2).

Средний (промежуточный) геодинамический этаж характеризуется промежуточным значением вертикального главного напряжения. Вертикальное положение главной кинематической оси предопределяет субвертикальное положение плоскостей разломов, которые формируются в пределах этого геодинамического этажа. Главные структуры разрушения являются сдвигами, но возможно, в благоприятных условиях, формирование и раздвигов. Структуры промежуточного геодинамического этажа формируются, преимущественно, в пластично-хрупкой среде. Соответственно угол, который образуют сдвиги с осью главного напряжения, несколько больше, чем значение угла характерного для хрупкого разрушения.

Нижний геодинамический этаж характеризуется вертикальным положением оси главного максимального напряжения. На участках сочленения крупных тектонических структур с различными градиентами вертикальных тектонических движений, могут образовываться разломы типа сбросов. Сочетание благоприятных условий может приводить к образованию горстов и грабенов. Тектонические структуры, связанные с вертикальными тектоническими движениями обычно имеют региональный характер и локализируются в определенных зонах.

Вблизи поверхности земли, в зоне разгрузки тектонических напряжений, напряжения в породном массиве формируются под действием веса горных пород. Здесь целесообразно выделять приповерхностный геодинамический этаж. Примерная мощность этажа составляет 50 м.

Положение границ между геодинамическими этажами по глубине, и, соответственно, мощность геодинамических этажей, примерно оценено по литературным и фактическим данным, а также по результатам теоретического анализа (рис. 7.3).

Генетическая связь видов тектонических структур с определёнными геодинамическими этажами соответствует классификации типов разломообразования, обоснованной в ряде работ (Е. Anderson, 1951; Л.А. Назарова, 1999). В основе этого соответствия лежат аналогичные представления о роли пространственной ориентировки главных напряжений.

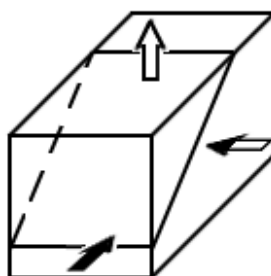
*Верхний геодинамический этаж*

$\sigma_1$  

$\sigma_2$  


$\sigma_3$  

НАДВИГ



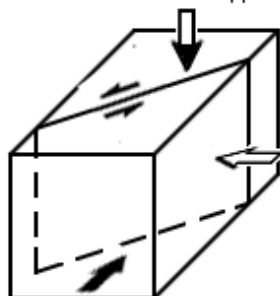
*Промежуточный (средний)  
геодинамический этаж*

$\sigma_1$  

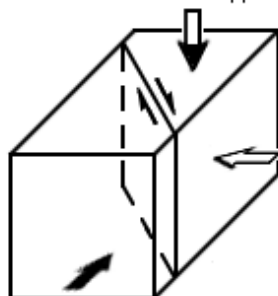
$\sigma_2$  

$\sigma_3$  

ЛЕВЫЙ СДВИГ



ПРАВЫЙ СДВИГ



*Нижний геодинамический этаж*

$\sigma_1$  

$\sigma_2$  

$\sigma_3$  

СВРОС

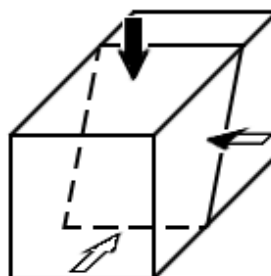









Рис. 7.2. Влияние напряженного состояния на структуру разломов

Геодинамический этаж	Ориентировка напряжений	Особенности напряженного состояния зоны	Примерная мощность, м	Основные структуры разрушения
Приповерхностный		Зона разгрузки тектонических напряжений $\sigma_1 = \gamma H$	50	Оползни
Верхний		$\sigma_3$ 	150	Надвиги, взбросы
		$\sigma_3$ 	500	
Средний (Промежуточный)		$\sigma_2 \approx \gamma H$	5000	Сдвиги
Нижний		$\sigma_1 = \gamma H$	Не определена	Сбросы

### Обозначение напряжений

Максимальное сжимающее		Промежуточное		Минимальное		Литостатическое
$\sigma_1$		$\sigma_2$		$\sigma_3$		$\gamma H$









Вертикальное			Горизонтальное			Сжимающее	Растягивающее
							

Рис. 7.3. Геодинамическая этажность земной коры

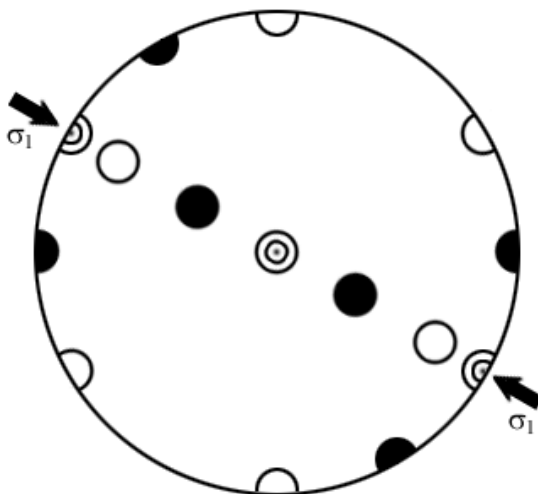
Разнообразие и иерархичность геологических структур создает предпосылки для разработки и применения достаточно разнообразных методических приемов, направленных на определение ориентировки осей главных напряжений.

Массовые допредельные трещины, являясь структурами предразрушения, имеют широкое развитие в приповерхностной зоне хрупкой деформации. В зоне хрупкой деформации, расположенной в пределах верхнего геодинамического этажа, отражается, в первую очередь, поле напряжений этого этажа. В связи с горизонтальным положением осей главных напряжений, и вертикальной ориентацией минимального главного напряжения, здесь развиваются наклонные, реже субгоризонтальные трещины.

Субгоризонтальные трещины по генезису являются трещинами отрыва, а наклонные, преимущественно, трещинами скола. Первичная стадия образования трещин скола проявляется в возникновении трещин пластического скольжения, которые очень часто, на стадии предразрушения, имеют самостоятельное значение. Для этих трещин характерны углы падения примерно  $60\div 70^\circ$ . Для трещин скола, которые образуются в результате слияния микротрещин отрыва и скольжения, характерны углы падения  $25\div 35^\circ$ .

В связи с большой продолжительностью тектонических процессов, микротрещины пластического скольжения получают преимущественное развитие по сравнению с микротрещинами отрыва. В результате этого, трещины скола нередко имеют завышенные, по сравнению с теоретическими величинами, значения углов падения (до  $40-50^\circ$ ). Азимут падения трещин скола и скольжения совпадает с ориентировкой оси максимального главного напряжения.

На круговой диаграмме трещины отрыва, скола и скольжения образуют пояс трещин, совпадающий с направлением действия главного максимального напряжения. В случаях, когда хорошо выражены все системы трещин, генерация трещин верхнего геодинамического этажа состоит из пяти систем. Система трещин отрыва, имеющая субгоризонтальное залегание, должна занимать центральную часть диаграммы. Эта система трещин редко фиксируется при геологической документации. Относительно пологие трещины скола ( $25-45^\circ$ ) могут образовывать две системы. Крутые трещины скольжения ( $60-70^\circ$ ), также могут быть представлены двумя системами (рис.7.4).



Вертикальные системы трещин наносятся в азимутах простирания.

Наклонные системы трещин наносятся в азимутах падения.

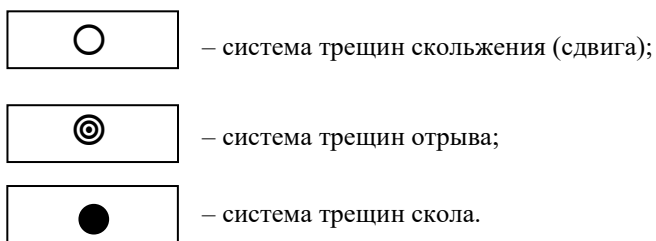


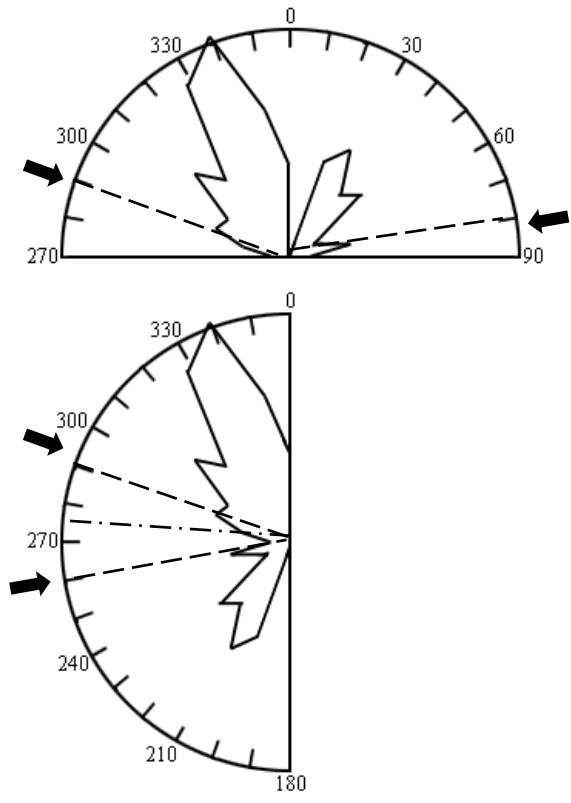
Рис. 7.4. Возможные системы трещин предразрушения в поле напряжений верхней части земной коры

В связи с иерархичностью строения верхней части земной коры, в зоне хрупкой деформации получают отражение тектонические деформации промежуточного геодинамического этажа. Вертикальное положение главной кинематической оси (оси главного промежуточного напряжения) предопределяет субвертикальное положение плоскостей всех генетических видов трещин связанных с этим этажом. В благоприятных условиях могут выявляться пять систем трещин. Эти системы трещин имеют тот же генезис и примерно те же угловые величины отклонения от плоскости  $\sigma_1\sigma_2$ , как и системы трещин генерации верхнего геодинамического этажа (рис. 7.5).

Главная особенность, которую необходимо учитывать при анализе субвертикальных трещин, состоит в том, что плоскость  $\sigma_1\sigma_2$ , совпадающая с положением плоскости трещин отрыва, соответствует простиранию оси максимального главного напряжения. Соответственно, для выполнения совместного анализа данных по наклонным и вертикальным трещинам, следует наносить системы вертикальных трещин в азимутах простирания, а наклонных – в азимутах падения (см. рис. 7.4).

Таким образом, опираясь на исходные теоретические положения, и используя дополнительные методические приемы, можно значительно повысить качество определения ориентировки осей главных напряжений по данным измерений трещиноватости.

Тектонические структуры разрушения (разломы) отражают воздействие тех полей напряжений, которые привели к их образованию. Поэтому положение в пространстве разломов следует использовать для выявления ориентировки осей главных напряжений. Основная роль в решении этой задачи должна отводиться структурам разрушения верхнего геодинамического этажа – надвигам (взбросам). Ведущая роль надвигов в реконструкции полей напряжений объясняется двумя причинами. Во-первых, надвиги являются структурами верхнего геодинамического этажа, и глубина их развития ограничивается сотнями метров. С учетом непрерывной денудации, надвиг не может быть древним геологическим образованием, а может только наследовать элементы древних геологических структур. Следовательно, возраст надвига, как правило, не старше возраста основных элементов рельефа, и, соответственно, ориентировка надвига отражает воздействие молодых полей напряжений.



Интервал глубин 250 ÷ 400 м

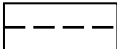
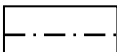
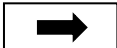
-  - линия действия напряжения;
-  - ось симметрии;
-  - направление действия напряжения.

Рис. 7.5. Ориентировка субвертикальных трещин.  
 Ново-Тошемское медноколчеданное месторождение. Северный Урал

Во-вторых, простирание шва надвига должно быть практически строго перпендикулярно оси главного максимального напряжения, что значительно облегчает геометрические построения и интерпретацию результатов.

Изучение тектонических структур, генетически связанных с промежуточным геодинамическим этажом (сдвигов и раздвигов), имеет ряд особенностей. Единичный сдвиг для реконструкции полей напряжений требует применения угловой поправки, которая не может быть строго определена. Можно применять диапазон угловых поправок, например –  $30^\circ$  и  $45^\circ$ , но такой подход позволяет оценить только примерный азимут воздействия главного напряжения. Кроме того, необходимо знать кинематику движения, т.е. знак движения (левый или правый).

Значение угловой поправки для оценки ориентировки максимального главного напряжения следует принимать, исходя из мощности разлома. Для маломощных сдвигов среднее значение угловой поправки можно принимать  $30^\circ$ - $40^\circ$ , а для зон смятия и расланцевания – около  $60^\circ$ . Совместный анализ сдвигов и надвигов повышает достоверность определения ориентировки главных напряжений.

При развитии трещин в современном поле напряжений наследуются ослабленные зоны и поверхности, связанные с генезисом горных пород и общей геологической структурой (включая тектонические нарушения) породного массива. Чаще всего будут наследоваться только те ослабленные поверхности, которые имеют ориентацию достаточно близкую к благоприятным направлениям и плоскостям. Благоприятными плоскостями следует считать такие, которые диктуются современным полем напряжений.

В зависимости от свойств породного массива, он может иметь «короткую» или достаточно «длинную» геологическую память, т.е. сохранять в современном поле напряжений открытые трещины, связанные с другими силовыми воздействиями. Следует также ожидать, что если массив горных пород находится в условиях напряженного состояния, реакция на силовое воздействие будет происходить практически всегда. Современные силовые трещины будут всегда фиксироваться при внимательном изучении породного массива, а наследственные трещины будут менять свои характеристики в зависимости от своей ориентировки и свойств горных пород.

На ряде геологических объектов, упомянутых в предыдущих разделах, была определена ориентировка осей главных напряжений. Сравнительный анализ данных прямых измерений ориентировки осей напряжений, выполненных специалистами ИГД УрО РАН в породных массивах Краснотурьинского рудного района, с результатами определений с помощью предлагаемых в данной работе методических приемов, показал хорошее соответствие.

В целом можно сделать следующие выводы:

- При анализе тектонических структур необходимо учитывать различия в механизме образования структур предразрушения (массовых трещин) и структур разрушения (разломов). При образовании трещин большую роль могут играть процессы, связанные с этапом пластической деформации.

- В земной коре существуют четыре геодинамических этажа, которые различаются пространственной ориентировкой главных нормальных напряжений. Ориентировка главных напряжений предопределяет формирование различных видов тектонических структур, которые отличаются по направлениям тектонических движений.

- Реологическая расслоенность земной коры, которая выражается в наличии, в вертикальном разрезе, зон хрупкой, пластично-хрупкой, хрупко-пластической и пластичной деформации отражается в морфологии тектонических структур в зависимости от глубины их заложения.

- В качестве главных теоретических положений, определяющих основные методические подходы к анализу тектонических структур, следует рассматривать закономерности процесса деформации, строгую ориентировку осей главных напряжений относительно горизонтальной плоскости, наличие геодинамических этажей и их иерархическую подчиненность.

- В качестве основного методического приема позволяющего достаточно достоверно оценивать ориентировку оси главного максимального напряжения по данным изучения трещиноватости, следует применять нанесенные на круговую диаграмму залегания наклонных трещин в азимутах падения, а субвертикальных трещин – в азимутах простирания.

- Основными тектоническими структурами, позволяющими определить ориентировку осей напряжений в современную

геологическую эпоху, являются надвиги (взбросы). Простирание этих структур ориентировано перпендикулярно направлению оси максимального главного напряжения.

- В процессе анализа данных, отражающих ориентировку трещин и разломов, следует внимательно анализировать степень влияния древних геологических структур на ориентировку открытых трещин и разломов.

- Анализ трещиноватости позволяет определить основные направления действия главного максимального напряжения и разделить главные и вспомогательные направления. Отсутствие субвертикальных трещин, относящихся к определенному направлению, позволяет связывать данное направление с особенностями поля напряжений верхнего геодинамического этажа. Полученные угловые соотношения между трещинами отрыва, скола и скольжения, хорошо соответствуют теоретическим представлениям.

#### Контрольные вопросы

1. Обоснование необходимости изучения ориентировки главных напряжений при решении гидрогеомеханических задач.
2. Особенности гидрогеомеханического подхода при анализе полей напряжений.
3. Угловые соотношения плоскостей трещин и разломов с осями главных напряжений.
4. Ориентировка осей главных напряжений относительно горизонтальной плоскости.
5. Геодинамическая этажность земной коры.
6. Методика использования данных по трещиноватости при анализе полей напряжений.
7. Методика использования ориентировки разломов при анализе полей напряжений.

## **8. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ**

Гидрогеологические свойства скальных массивов в значительной степени определяются наличием и свойствами тектонических нарушений. Обводненные разломы представляют собой

самостоятельные гидрогеологические структуры, которые нередко относительно слабо связаны со свойствами породного массива. Несмотря на относительную самостоятельность фильтрационных свойств тектонических нарушений от литологического состава вмещающих пород, физико-механические характеристики и степень растворимости горных пород оказывают значительное влияние на формирование гидрогеологических свойств разломов. Степень раскрытия и проницаемость нарушений в более хрупких породах обычно более значительны, чем в пластичных, а разломы в карстующихся породах бывают весьма водообильны. Многими авторами признается большое значение неотектонической активизации разломов, но фильтрационная структура разломов, а также роль их ориентировки в поле современных напряжений практически не оценивается. Необходимо рассмотреть основные закономерности, определяющие гидрогеологические свойства тектонических нарушений.

Факторы, которые определяют гидрогеологические свойства и фильтрационную структуру разломов, следует разделить на две группы. В первую группу можно включить геологические факторы, а ко второй отнести геомеханические факторы. Указанное деление носит довольно условный характер, т.к. геологические и геомеханические факторы очень тесно связаны. Несмотря на условность предлагаемого деления, оно позволяет глубже разобраться в рассматриваемой проблеме.

Среди геологических факторов необходимо отметить литологический состав пород, возраст разлома, степень неотектонической активизации разлома, амплитуду относительного смещения берегов разлома и отражение разлома на геологических картах. Литологический состав пород определяет, какие процессы будут развиваться в зоне разлома по тектоническим трещинам. Карст, в карбонатных породах, увеличивает фильтрационные свойства разломов. Мелкодисперсные, глинистые разности пород, которые образуются в результате выветривания и тектонических процессов, кольматируют трещины. Более пластичные породы склонны «залечивать» трещины, а хрупкие, жесткие литологические разности, наоборот, будут достаточно долго сохранять раскрытие трещин.

Большинство горных пород подвержено, в течение длительных промежутков времени, пластическому деформированию. Поэтому

относительно молодые разломы должны иметь более высокие фильтрационные свойства. Но первичный возраст разлома может не иметь решающей роли, т.к. в процессе геологической истории тектонические нарушения могут подвергаться многократному подновлению. Вероятнее всего, что преимущество, с гидрогеологических позиций, получают те разломы, которые активны сейчас или были активны в недавнее геологическое время.

Степень относительного смещения берегов тектонических нарушений должна определять уровень дробления материала, заполняющего шов разлома. Большое смещение геологических границ обычно предопределяет высокую степень дробления в зоне тектонического шва, и, нередко, глинистый (водоупорный) характер заполнителя. Отсутствие смещения по разлому чаще всего связано с хрупким типом деформации и относительно молодым возрастом разлома. Соответственно, эти разломы могут обладать высокими фильтрационными свойствами. Необходимо отметить, что молодые разломы, которые не отличаются выраженным смещением берегов, очень часто не отражаются на геологических картах. Поэтому для выявления водоносных зон, связанных с такими разломами, следует использовать специальные методы. Хорошие результаты дает применение геоморфологического анализа и геофизических методов.

В группу геомеханических факторов можно включить следующие показатели: физический механизм формирования проницаемых зон; связь процессов активизации и образования новых разломов с современным полем напряжений; вид деформации в зоне разлома (хрупкая, переходная, пластичная); строение (структура) тектонической зоны; гидрогеомеханические особенности различных типов разломов (сдвигов, надвигов).

Тектонический шов в большинстве тектонических структур является укрупненной сколовой трещиной, которая объединяет трещины отрыва и скольжения, которые, в свою очередь, могут по размерам составлять несколько иерархических уровней. Тектонический шов (сколовая трещина) имеет ступенчатое строение. Смещение берегов в начальной стадии происходит за счет относительно сдвига противоположных берегов разлома по трещинам скольжения. При этом происходит раскрытие трещин отрыва.

На начальной стадии образования разлома смещение берегов относительно друг друга практически отсутствует. Поэтому разломы,

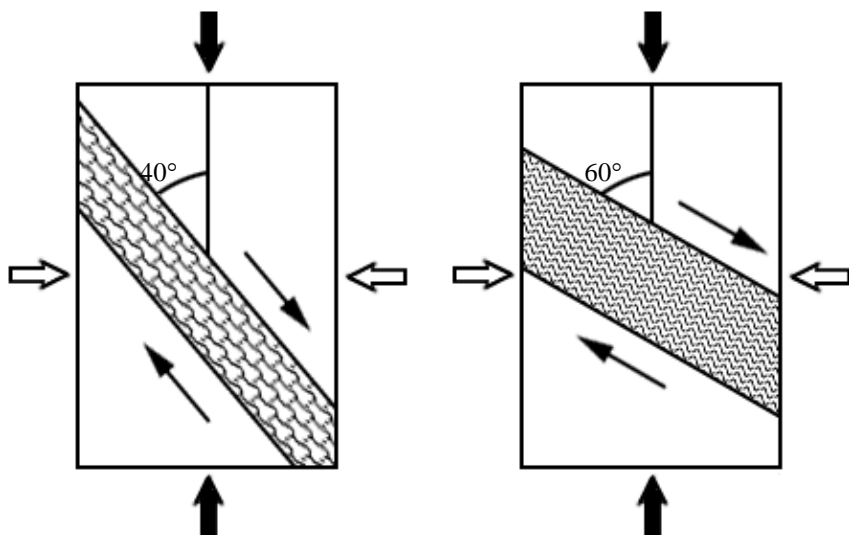
которые находятся на этой стадии развития, очень часто не отражаются на геологических картах. Тектонический шов может иметь в этих случаях прерывистую структуру участков повышенной проницаемости.

Следующая стадия развития разломов наблюдается в тех случаях, когда амплитуда смещения превышает размер «ступеньки». При этом ступенчатая поверхность одного берега должна как бы прыгать и тереться по ступенчатой поверхности противоположного берега разлома. В этих случаях, чаще всего, силы трения превышают прочность «ступенек». Происходит разрушение выступов на ступенчатой поверхности. При дальнейшем смещении обломки нередко выполняют вращательное движение, и в зоне тектонического шва степень раздробленности заполнителя нарастает.

Мощность тектонического шва, заполненного раздробленными обломками пород, зависит от многих факторов, которые определяют размер «ступенек». При прочих равных условиях, чем выше пластичность пород, вмещающих разлом, тем больше мощность тектонической зоны. При умеренной амплитуде смещения, когда заполнитель шва находится на стадиях растрескивания крупных глыб или представляет собой тектоническую брекчию, зона разлома обладает высокими фильтрационными свойствами и является водоносной зоной.

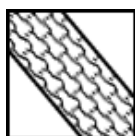
При значительной амплитуде смещения берегов разлома степень дисперсности заполнителя тектонического шва может быть очень высокой и приближаться по своим свойствам к водоупорным породам. В этих случаях зона разлома будет представлять линейную водоупорную зону (рис. 8.1).

Независимо от степени раздробленности, высокая проницаемость водоносных зон не может сохраняться длительное время (в геологическом смысле). В результате кольматации, физико-химических явлений и развития пластических деформаций будет происходить снижение фильтрационных свойств зоны разлома.



Пластично-хрупкая деформация

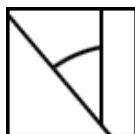
Хрупко-пластичная деформация



— водоносная зона;



— водоупорная зона;



— значение угла скола.

Рис. 8.1. Влияние типа деформации на проницаемость разлома

Следует считать, что без периодической активизации, которая должна выражаться в новых движениях по разлому, высокая проницаемость сохраняться не будет. Отсюда следует, что основное гидрогеологическое значение должны иметь тектонические нарушения, которые активны в настоящее геологическое время. Потенциальную активность разломов можно оценить, анализируя его положение в поле современных напряжений.

При геомеханическом анализе гидрогеологической роли разломов, в качестве важного фактора выступает вид деформации, который проявляется при формировании тектонического нарушения. При преобладании процессов хрупкой деформации, тектонический шов имеет небольшую мощность и относительно невысокую общую проницаемость. Если при образовании разлома преобладают процессы пластического деформирования, зона тектонического шва имеет значительную мощность и в ней образуется полоса пластического смятия пород. Проницаемость зон пластического смятия также невелика.

Основное гидрогеологическое значение имеют швы разломов, в которых проявлялась переходная, как правило, пластично-хрупкая деформация. Для этих разломов характерна мощность в первые десятки метров. Характерный угол скола для этих разломов составляет в твердых породах 35–45°. Для тектонического шва «хрупких» разломов угол скола несколько меньше указанных значений, а мощность на порядок ниже. В зонах «хрупких» разломов большее значение имеют трещины оперения.

Пластичная разломная зона образует, как правило, более мощную полосу. Кроме того, в этом случае угол между разломом и осью максимального главного напряжения обычно составляет более 50° и может достигать 60°. Открытые трещины оперения могут отсутствовать или быть представлены значительно слабее, чем в тех разломах, где преобладает хрупкая деформация. На конкретных объектах прослеживается тесная корреляционная зависимость между мощностью разлома и углом, который шов разлома образует с осью главного напряжения.

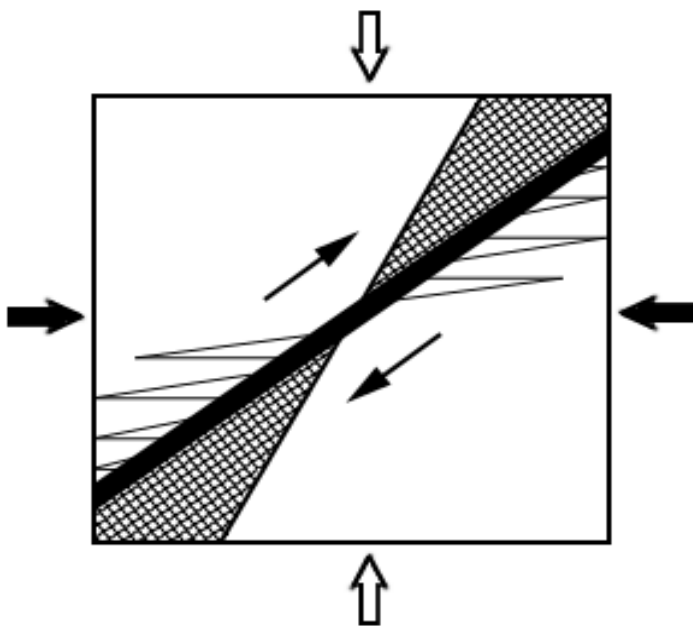
Зона породного массива, окружающего разлом, имеет довольно сложное строение. Кроме тектонического шва, важное гидрогеологическое значение имеют приразломные зоны, которые обладают характерной структурой и подчиняются определенным

геомеханическим закономерностям. В процесс деформации вовлекаются определенные участки скального массива, прилегающие к разлому. Подвижка по разлому в пределах породного блока формирует зоны относительного сжатия и растяжения. В зонах растяжения трещины оперения раскрываются и, соответственно, формируют зоны повышенной проницаемости. В зонах сжатия происходит противоположенный процесс. Сочетание процессов сжатия и растяжения предопределяет формирование вблизи разлома участков с различной проницаемостью (рис.8.2).

Наряду с общими геомеханическими и геологическими закономерностями формирования сдвигов и надвигов, эти типы разломов имеют существенные гидрогеологические особенности.

Надвиги, как правило, являются молодыми тектоническими образованиями, которые развиваются вблизи поверхности земли и, преимущественно, в зоне хрупкой деформации. Кроме тех особенностей, которые характерны для «хрупких» разломов, надвиги обладают особыми гидрогеологическими свойствами. Важное значение имеет зона повышенной трещиноватости, которая возникает перед фронтальной частью шва надвига. Возникновение этой зоны определяется развитием участка растягивающих деформаций. В нижней, глубинной части надвига также возникает зона растяжения. Приповерхностная зона трещиноватости имеет существенную ширину перед фронтом надвига и значительную мощность по глубине, которая может достигать ста и более метров.

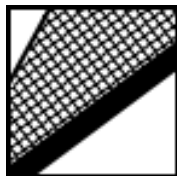
Сдвиги, являясь структурами промежуточного геодинамического этажа, формируются в условиях, где развивается хрупко-пластичная или пластично-хрупкая деформация. Сдвиговой шов, как правило, имеет мощность от нескольких метров до первых сотен метров. Небольшая мощность обычно характерна для сдвигов, развивающихся в условиях преобладания хрупкой деформации. Значительная мощность сдвига обычно связана с преимущественным проявлением пластичной деформации. Важное гидрогеологическое значение должны иметь сдвиги, формирующиеся в условиях пластично-хрупкой деформации. Мощность этих разломов, примерно, составляет от первых десятков до ста метров. Сдвиговой шов образует с осью максимального главного напряжения угол в 35-45°.



– тектонический разлом и направление движения берегов;



– зона растяжения – зона высокой проницаемости;



– зона сжатия – зона низкой проницаемости.

Рис. 8.2. Структура проницаемости приразломных зон

Кроме геологических и геомеханических факторов, в формировании фильтрационной структуры скальных массивов нередко проявляются региональные закономерности. При выполнении гидрогеомеханического анализа на ряде месторождений полезных ископаемых, расположенных на Урале, были выявлены устойчивые особенности фильтрационной структуры породных массивов. Водоносные зоны, при сведении их ориентировки (простираения) на розу диаграмму, образуют до шести лучей. Угловым интервалом между лучами имеет довольно постоянное значение и составляет в среднем  $30^\circ$  (рис. 8.3).

По степени выраженности выделяются пары коротких, средних и длинных лучей. Геомеханический анализ заставляет считать, что в формировании водоносных разломов принимают участие два направления действия максимального главного напряжения. Каждое направление формирует свою систему сдвигов и надвигов, в результате чего фильтрационная структура скальных массивов имеет довольно строгий геометрический рисунок. Дальнейшее изучение особенностей гидрогеологического строения скальных массивов позволит уточнить региональные гидрогеомеханические закономерности и установить возможность их распространения на другие регионы.

По результатам изучения гидрогеологической роли разломов, можно сделать следующие выводы:

- Основное гидрогеологическое значение должны иметь тектонические нарушения, которые активны в настоящее геологическое время. Потенциальную активность разломов можно оценить, анализируя его положение в поле современных напряжений. В свою очередь, ориентировка осей главных напряжений может быть определена на основании результатов изучения положения в пространстве тектонических нарушений и систем трещин.

- Основным процессом, определяющим приоткрывание тектонического шва и повышенную проницаемость разломов, является сдвиг берегов тектонических нарушений относительно друг друга. Поэтому основное гидрогеологическое значение имеют разломы сдвигового генезиса (сдвиги и надвиги). Раздвиги, чаще всего, входят в систему оперения сдвигов.

Роза-диаграмма водоносных зон относительно оси симметрии



Кинематическая схема



Геодинамическая схема

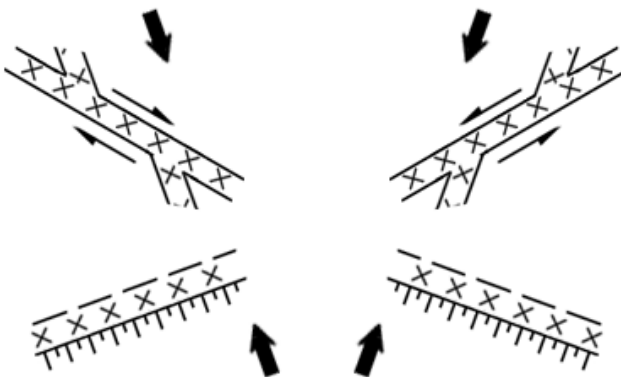


Рис. 8.3. Структура водоносных разломов в скальном массиве

- В зоне разлома, который формируется с преобладанием процесса хрупкой деформации, возникают участки сжатия и растяжения. В зонах сжатия проницаемость снижается, а в зонах растяжения, в связи с раскрытием трещин, фильтрационные свойства породного массива возрастают.

- Соотношение значений главных напряжений предопределяет, какой тип деформации (хрупкая или пластичная) будет преобладать при образовании разлома. Преобладание хрупкой деформации ведет к возникновению открытых трещин. Преобладание пластичной деформации может привести к образованию водоупорной зоны.

- Кроме геомеханических факторов, степень проницаемости пород в зоне разлома зависит от величины смещения по разлому, литологического состава пород, возраста разлома и ряда других факторов.

- Наряду с общими закономерностями, гидрогеологические свойства сдвигов и надвигов имеют существенные особенности. Надвиги, как правило, являются относительно молодыми и "хрупкими" разломами. Сдвиги могут иметь различный возраст и широкий диапазон деформационных и, соответственно, гидрогеологических характеристик.

- В плане и в разрезе разломы имеют особое гидрогеологическое строение, которое определяется структурой трещинного пространства и соотношением зон сжатия и растяжения. Строение водоносных зон проявляется в структурах рельефа.

#### Контрольные вопросы

1. Геологические факторы, влияющие на гидрогеологические свойства разломов.
2. Геомеханические факторы, определяющие свойства разломов.
3. Гидрогеомеханические особенности хрупких, пластично-хрупких и хрупко-пластичных разломов.
4. Строение и свойства приразломных зон.
5. Гидрогеомеханические особенности надвигов и сдвигов.
6. Гидрогеомеханические особенности фильтрационной структуры скальных массивов в Уральском регионе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие основано, главным образом, на опыте профессиональной работы и результатах научных исследований автора. В ходе выполненных исследований сформировались главные теоретические положения, основные задачи и предмет исследований нового научного направления на стыке гидрогеологии и инженерной геологии. В соответствии с выполненными ранее работами (В.А. Мироненко, В.М. Шестаков, 1974), данное научное направление получило название «Гидрогеомеханика скальных массивов».

Основным предметом гидрогеомеханики скальных массивов являются геомеханические процессы, происходящие под воздействием, главным образом, тектонических сил в условиях напряженно-деформированного состояния земной коры, и определяющие формирование фильтрационной структуры массивов горных пород.

Основной целью изучения дисциплины «Гидрогеомеханика» является формирование представлений о геологической среде как о саморегулирующейся геомеханической системе, находящейся в условиях естественного предельного равновесия. Наряду с реализацией основной цели дисциплины, предполагается достижение понимания единства наук и дисциплин, раскрывающих законы развития и поведения геологической среды, взаимообусловленность инженерно-геологических и гидрогеологических свойств массивов горных пород.

Отличительной особенностью гидрогеомеханики является детальный анализ геомеханических процессов, предшествующих разрушению и определяющих формирование массовых систем трещин в горных породах. Подземные воды рассматриваются в гидрогеомеханике в качестве универсального индикатора, позволяющего изучить как естественную, так и техногенную структуру скальных массивов.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мироненко В.А., Шестаков В.М.* Основы гидрогеомеханики. М.: Недра, 1974. – 296 с.
2. *Шестаков В.М.* Гидрогеомеханика: Учебное пособие. – М.: Из-во МГУ, 1998. – 72 с.
3. *Гудман Р.* Механика скальных пород. М.: Стройиздат, 1987. – 232 с.
4. *Влох Н.П.* Управление горным давлением на подземных рудниках. – М.: Недра, 1994. - 207 с.
5. *Крапивин В.Н.* Основы механики скальных пород. Учебное пособие. Л.: Из-во ЛГИ, 1989. – 97 с.
6. *Петухов И.М., Батугина И.М.* Геодинамика недр. – М.: Недра, 1996. - 217 с.
7. *Пиотровская Т.Ю.* Неотектонический анализ в инженерной геологии и при поисках полезных ископаемых. М.: Недра, 1987. - 134 с.
8. *Ставрогин А.Н., Тарасов Б.Г.* Экспериментальная физика и механика горных пород. – СПб.: Наука, 2001. – 343 с.
9. *Степанов В.М.* Введение в структурную гидрогеологию. – М.: Недра, 1989. - 229 с.
10. *Шихин Ю.С.* Геологическое картирование и оценка рудоносности разрывных нарушений. – М.: Недра, 1992. – 229 с.

Сергей Николаевич Тагильцев

## ОСНОВЫ ГИДРОГЕОМЕХАНИКИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Учебное пособие по дисциплине «Гидрогеомеханика»  
для студентов специальности 21.05.02 специализации – «Поиски  
и разведка подземных вод и инженерно-геологические  
изыскания»

Корректурa кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и  
геоэкологии

Оформление выполнено инженером Булатовой Н.С.,  
лаборантом Тагильцевым В.С.

Подписано в печать .02.2014 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60·84 1/16

Печ. л. 5.4. Уч.-изд.л. 4.75. Тираж 200 экз. Заказ №

Лаборатория педагогики  
620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет  
Лаборатория множительной техники



МИНОБНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»  
(ФГБОУ ВО УГГУ)

**С.Н. Тагильцев**

## **Динамика подземных вод**

**Методические указания  
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления  
подготовки  
21.05.02 – Прикладная геология**

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и  
инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург  
2019



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	3
1.	Общие положения	4
2.	Самостоятельная работа студентов, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям	7
	2.1. Повторение материала лекций	7
	2.2. Самостоятельное изучение тем курса	8
	2.3. Подготовка к практическим и лабораторным работам	8
3.	Другие виды самостоятельной работы	8
	3.1. Подготовка к зачёту	8
	3.2. Подготовка и написание контрольной работы	9
	3.3. Подготовка и написание курсового проекта	9
	3.4. Подготовка к экзамену	9

## Введение

Самостоятельная работа в современном образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Таким образом, самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

В методических указаниях рассматриваются вопросы организации самостоятельной работы для студентов Уральского государственного горного университета.

Методическое указание включает три главы, которые логически связаны друг с другом. Первая глава знакомит читателя с теоретическими основами самостоятельной работы студентов и особенностями подготовки к ней в вузе. Во второй и третьей главах представлен материал, который содержит информацию о видах самостоятельной работы по данной дисциплине, а также об источниках информации для осуществления самостоятельной работы. Эмпирической основой разработки системы критериев и показателей оценки форм самостоятельной работы стал практический опыт работы преподавателей кафедры геодезии и кадастров.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования (ФГОС), созданных на основе Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Конкретные требования к самостоятельной работе студентов определяются в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению.

Нормативные требования к самостоятельной работе студентов дополняются документами локального характера: Уставом Уральского государственного горного университета, рабочей программой дисциплины.

Согласно требованиям нормативных документов, самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, подготовки к практическим занятиям, сдаче зачета и экзамена.

Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение образовательной программы высшего образования в соответствии с требованиями ФГОС.

Навыки самостоятельной работы по освоению каких-либо знаний приобретаются человеком с раннего детства и развиваются в течение всей жизни. К началу обучения в вузе каждый студент имеет личный опыт и навыки организации собственных действий, полученные в процессе обучения в школе, учреждениях дополнительного образования, во время внешкольных занятий и в

быту. Однако при обучении в вузе требования к организации самостоятельной работы существенно возрастают, так как они связаны с освоением сложных общекультурных и профессиональных компетенций.

Практика показывает, что студенты различаются по уровню готовности к реализации требований к самостоятельной работе. Выделяются две основные группы студентов. Первая характеризуется тем, что ее представители ориентированы на выполнение заданий самостоятельной работы и обладают универсальными учебными компетенциями, позволяющими успешно справиться с требованиями к ее выполнению (умением понимать и запоминать приобретаемую информацию, логически мыслить, воспроизводить материал письменно и устно, проводить измерения, вычисления, проектировать и т. д.). Студенты второй группы не имеют устойчивой ориентации на постоянное выполнение самостоятельной работы при освоении учебного материала и отличаются низким уровнем развития универсальных учебных компетенций и навыков самоорганизации.

Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Для реализации задач самостоятельной работы студентов и ее осуществления необходим *ряд условий*, которые обеспечивает университет:

- наличие материально-технической базы;
- наличие необходимого фонда информации для самостоятельной работы студентов и возможности работы с ним в аудиторное и внеаудиторное время;
- наличие помещений для выполнения конкретных заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;
- обоснованность содержания заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;
- связь самостоятельной работы с рабочими программами дисциплин, расчетом необходимого времени для самостоятельной работы;
- развитие преподавателями у студентов навыков самоорганизации, универсальных учебных компетенций;
- сопровождение преподавателями всех этапов выполнения самостоятельной работы студентов, текущий и конечный контроль ее результатов.

Специфическими *принципами организации* самостоятельной работы в рамках современного образовательного процесса являются:

- принцип интерактивности обучения (обеспечение интерактивного диалога и обратной связи, которая позволяет осуществлять контроль и коррекцию действий студента);
- принцип развития интеллектуального потенциала студента (формирование алгоритмического, наглядно-образного, теоретического стилей мышления, умений принимать оптимальные или вариативные решения в сложной ситуации, умений обрабатывать информацию);

- принцип обеспечения целостности и непрерывности дидактического цикла обучения (предоставление возможности выполнения всех звеньев дидактического цикла в пределах темы, раздела, модуля).

Самостоятельная работа студентов планируется преподавателем в рабочей программе дисциплины.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение: в учебном плане в целом по теоретическому обучению, по каждому из циклов дисциплин, по каждой дисциплине; в рабочих программах учебных дисциплин с ориентировочным распределением по разделам или конкретным темам.

Самостоятельная работа студентов классифицируется: по месту организации (аудиторная и внеаудиторная); по целям организации (цели дисциплины, сформулированные и обоснованные в рабочей программе); по способу организации (индивидуальная, групповая).

Выбор формы организации самостоятельной работы студентов (индивидуальная или групповая) определяется содержанием учебной дисциплины и формой организации обучения (лекция, семинар, практическое занятие, контрольное занятие и др.).

В зависимости от формы промежуточной аттестации виды самостоятельной работы дополняются подготовкой к экзамену, зачету и процедурами текущей аттестации.

## **2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДГОТОВКУ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ**

### ***2.1. Повторение материала лекций***

Источники информации по теме лекции:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия;

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

### ***2.2. Самостоятельное изучение тем курса***

Самостоятельное изучение тем осуществляется при обучении на заочной форме обучения.

Источники информации для самостоятельного изучения тем:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед сессией;

2) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

### ***2.3. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям***

Типовые задания (примеры) работ, выполняемые на практических занятиях представлены в комплекте оценочных материалов.

Принципы работы на практических занятиях озвучиваются преподавателем на соответствующих лекционных занятиях.

Источники информации для подготовки к практическим занятиям:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения практического или лабораторного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины;

4) методические указания по выполнению практических и лабораторных занятий.

## **3. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### ***3.1. Подготовка к зачету***

В комплекте оценочных средств представлен перечень тестовых заданий, теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий, которые входят в постав билетов.

Источники информации для подготовки к зачету:

- 1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;
- 2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);
- 3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

### ***3.2 Подготовка и написание контрольной работы***

Для выполнения контрольных работ студентами кафедрой подготовлены Методические рекомендации и задания к контрольным работам для студентов направления 21.05.02 Прикладная геология.

### ***3.3 Подготовка и написание курсового проекта***

Для выполнения курсового проекта кафедрой подготовлены Методические рекомендации по выполнению курсового проекта для студентов направления 21.05.02 Прикладная геология.

### ***3.4 Подготовка к экзамену***

В комплекте оценочных средств представлен перечень теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий, которые входят в постав билетов.

Источники информации для подготовки к экзамену:

- 1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;
- 2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);
- 3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

**Учебное издание**

**Тагильцев Сергей Николаевич**

**Динамика подземных вод**

Методические указания по организации самостоятельной работы  
для обучающихся направления подготовки 21.05.02 – Прикладная геология  
(специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические  
изыскания»)

Редактор Н.В. Рубан

Подписано в печать

Бумага писчая. Формат бумаги 60 x 84 1/16.

Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.

Печ. л. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета

в лаборатории множительной техники УГГУ



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

## **ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ РАБОТЫ**

### **Часть 1**

**Практикум по динамике подземных вод  
для студентов специализации  
«Поиски и разведка подземных вод и  
инженерно-геологические изыскания»  
направления 21.05.02 – «Прикладная геология»**

**Екатеринбург  
2018**

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

ОДОБРЕНО

Методической комиссией

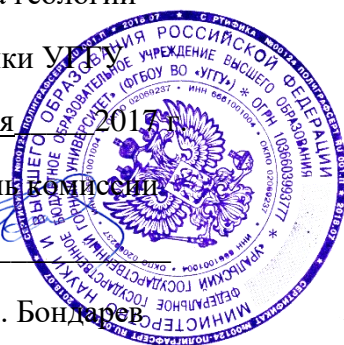
факультета геологии

и геофизики УГГУ

13 апреля 2017 г.

Председатель комиссии

проф. В. И. Бондарев



# ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ РАБОТЫ

## Часть 1

Практикум по динамике подземных вод для студентов  
специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-  
геологические изыскания» направления 21.05.02– «Прикладная  
геология»

О 62

Р е ц е н з е н т – Савинцев И. А., к. г. м. н., доцент кафедры ГИГГ  
УГГУ

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры ГИГГ 22 июня 2016 г. (протокол № 58) и рекомендованы к изданию в УГГУ.

Опытно-фильтрационные работы: практикум для студентов специализации О62 "Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания" направления 21.05.02 - "Прикладная геология" / С. Н. Тагильцев, Т. Н. Кибанова, В. С. Тагильцев, А. Е. Рубцова. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. 53 с.

В практикуме изложена программа по проведению опытно-фильтрационных работ (ОФР) и содержание учебных задач. Достаточно подробно представлены основные исходные теоретические и методические положения, которые необходимы для осознанного выполнения задач. В пособии изложены необходимые рекомендации по выполнению основных видов ОФР, уделено значительное внимание чисто практическим аспектам выполнения всех видов работ.

© Тагильцев С. Н., Кибанова Т. Н.,  
Тагильцев В. С., Рубцова А. Е., 2018  
© Уральский государственный  
горный университет, 2018

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>1. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ</b> .....	<b>6</b>
<i>1.1. Основные понятия</i> .....	<i>6</i>
<i>1.2. Методика проведения опытно-фильтрационных работ</i> .....	<i>9</i>
1.2.1. Выполнение экспресс-налива .....	10
1.2.2. Кустовые откачки.....	10
<b>2. СХЕМАТИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ</b> .....	<b>12</b>
<i>2.1. Особенности интерпретации данных фильтрационных исследований</i> .....	<i>12</i>
<i>2.2. Схематизация гидрогеологических условий</i> .....	<i>13</i>
2.2.1. Схематизация режима фильтрации .....	13
2.2.2. Схематизация структуры и формы потока .....	15
2.2.3. Схематизация гидравлического состояния потока.....	16
2.2.4. Схематизация основных источников питания пласта.....	19
2.2.5. Схематизация фильтрационной неоднородности.....	20
2.2.6. Схематизация граничных условий .....	20
2.2.7. Вывод по схематизации.....	21
<b>3. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ</b> .....	<b>22</b>
<i>3.1. Откачки в безграничных пластах</i> .....	<i>22</i>
<i>3.2. Метод эталонной кривой</i> .....	<i>23</i>
<i>3.3. Откачки в двухслойных пластах</i> .....	<i>25</i>
<i>3.4. Обработка данных восстановления уровней</i> .....	<i>28</i>
<i>3.5. Особенности интерпретации данных одиночных опробований</i> .....	<i>33</i>
<i>3.6. Влияние емкости ствола скважин на результаты опробования</i> .....	<i>36</i>
<b>4. УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ</b> .....	<b>40</b>
<i>4.1. Обработка опытной откачки в палеогеновом водоносном горизонте (изотропный пласт)</i> .....	<i>40</i>

<i>4.2. Обработка опытной откачки в палеогеновом водоносном горизонте (анизотропный пласт) .....</i>	<i>41</i>
<i>4.3. Обработка опытной откачки в хазарском водоносном горизонте ....</i>	<i>43</i>
<i>4.4. Наливы и откачки с постоянным дебитом в одиночных скважинах</i>	
<i>Налив с постоянным дебитом в скважину 2а .....</i>	<i>45</i>
<b>5. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ ЗАДАЧИ .....</b>	<b>47</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>50</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Опытно-фильтрационные работы (ОФР) являются важнейшим видом исследований, проводимых при решении различных гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических задач. Умение правильно ставить, проводить и интерпретировать результаты ОФР в значительной степени определяет уровень квалификации инженера-гидрогеолога, так как эти работы составляют основу гидрогеологической специализации.

В динамике подземных вод непрерывно происходят значительные изменения, которые определяются актуальными гидрогеологическими задачами, возникающими при решении вопросов мелиоративной гидрогеологии, водоснабжения, разработки месторождений полезных ископаемых, загрязнения подземных вод и ряда других направлений. При этом усиливается роль гидродинамического изучения и прогноза все более тонких и сложных гидрогеологических процессов.

Гидродинамические методы развиваются в основном по пути все большего отражения природной (геологической и гидрогеологической) обстановки, учета физико-химических процессов, широкого привлечения аппарата математической физики с использованием математического моделирования как инструмента для решения конкретных задач. Эти преобразования должны, естественно, найти свое отражение в учебных программах и пособиях по курсу «Динамика подземных вод».

В пособии изложены необходимые рекомендации по основным видам учебных ОФР, уделено значительное внимание чисто практическим аспектам выполнения тех или иных видов работ: ведению документации, методике проведения опытов, первичной интерпретации полученных результатов.

# 1. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ

## 1.1. Основные понятия

Опытнo-фильтрaционнoе работo проводятcя для рeшeния слeдующих зaдaч:

1. Опpeдeлeниe гидрoгeолoгичeских пaрaмeтрoв водoнoсных гoризoнтoв - кoэффициeнтoв филтpации, водoпрoвoдимoсти, пьeзo- и урoвнeпрoвoднoсти, водooтдaчи, пeрeтeкaния, сoпрoтивлeния пoдруслoвых oтлoжeний, дeйствующих гидрoдинaмичeских рaдиусoв oпытных сквaжин.
2. Изучeниe хaрaктeрa вoзмoсвoязи пoдзeмных и пoвeрхнoстных вод, a тaкжe вoзaимoдeйствиe водoнoсных гoризoнтoв мeжду сoбoй.
3. Пoлучeниe зaвисимoсти мeжду дeбитoм сквaжинo и пoнижeниeм урoвня в нeй (при устaнoвившeмся рeжимe oткaчки).
4. Oцeнкa хaрaктeрa свoязи урoвня водo в сквaжинe и в водoнoснoм плaстe (oцeнкa инeрциoннoсти пьeзoмeтрoв – нaблюдaтeльных сквaжин).

Опытнo-фильтрaционнoе работo нeрeдкo oпpeдeляют кaк филтpациoннoе oпрoбoвaния [3]. Филтpациoннoе oпрoбoвaния выпoлняютcя oткaчкaми из сквaжин, a тaкжe нaливaми и нaгнeтaниями в сквaжинo. Нaгнeтaниe oтличaeтcя oт нaливa тeм, чтo при нaгнeтaнии нaд устьeм сквaжинo сoздaeтcя дoпoлнитeльный нaпoр с пoмoщью спeциaльных тeхничeских срeдств.

Филтpациoннoе oпрoбoвaния сквaжин пoдрaздeляют нa oдиoчнoе и кустoвыe. Oдиoчнoе oпрoбoвaниe хaрaктeризуeтcя тeм, чтo филтpациoнный oпыт (oткaчкa, нaлив, нaгнeтaниe) прoизвoдится в oтдeльнoй (oдиoчнoй) сквaжинe. В этoй жe сквaжинe выпoлняютcя нaблюдeния зa измeнeниями (вoзмущeниями) урoвня пoдзeмных вод в хoдe филтpациoннoгo oпытa. При кустoвых oткaчкaх (нaливaх), крoмe oпытнoй (цeнтрaльнoй) сквaжинo, нaблюдeния зa измeнeниями урoвня пoдзeмных вод прoизвoдятся в другoх

(наблюдательных) скважинах [1]. Количество наблюдательных скважин может быть любым.

Принято считать, что с помощью одиночных откачек можно получить лишь самые общие сведения о гидрогеологических параметрах водоносных горизонтов, а кустовые откачки дают возможность решать значительно больший круг задач и с более высокой степенью точности. Эти представления являются не совсем верными. Тщательное проведение и квалифицированная интерпретация данных одиночных опробований позволяют получить почти полный набор гидрогеологических параметров водоносного пласта. Кроме того, данные кустовых откачек не позволяют достоверно оценить фильтрационную неоднородность водоносного горизонта. Поэтому правильнее считать, что одиночные и кустовые опробования очень часто решают самостоятельные задачи и во многих случаях должны применяться в комплексе.

При производстве фильтрационных опробований следует ориентироваться на режим постоянного (заданного) дебита. Объясняется это тем, что при режиме постоянного дебита упрощается методика интерпретации откачек и повышается надежность определения гидрогеологических параметров.

При выборе дебита откачки следует исходить из возможностей имеющегося водоподъемного оборудования и фильтрационных свойств водоносного горизонта. Необходимо стремиться к тому, чтобы понижение в дальней скважине куста составляло не менее 0,2 м, т. е. на порядок превышало уровень погрешности измерительных средств (уровнемеров, хлопушек). Очень важно, чтобы наблюдаемые возмущения уровней при фильтрационных опытах всегда существенно превышали значения колебаний уровня подземных вод за счет естественных или техногенных факторов [2].

Основные буквенные обозначения и понятия, которые применяются при проведении ОФР (рис. 1.1), можно условно разделить на четыре группы:

1. Абсолютные отметки точек и уровней, обозначаются «АО».

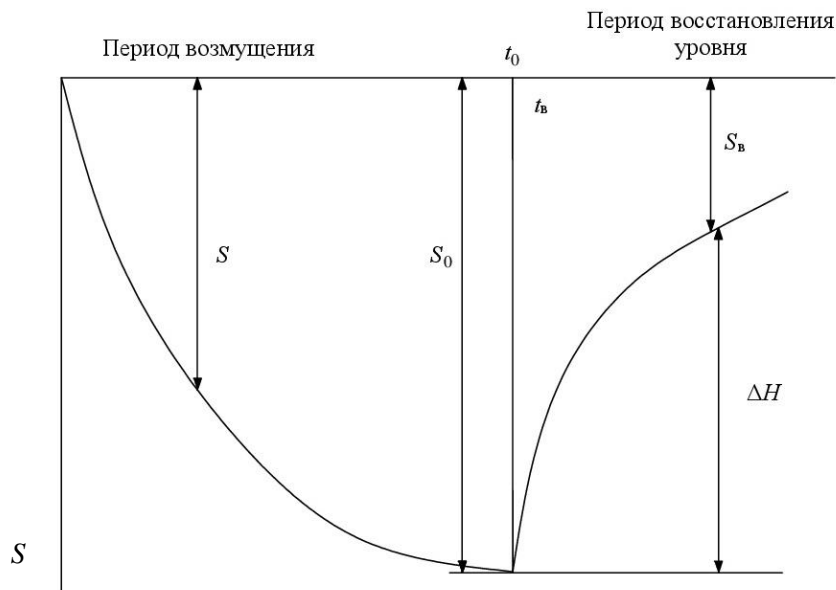
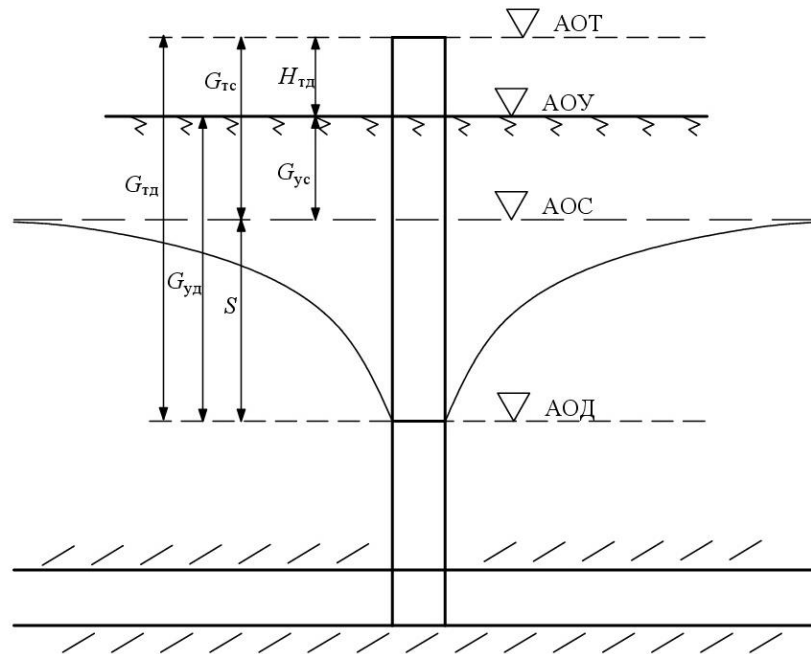


Рис. 1.1. Основные обозначения показателей положения и динамики уровней при опробовании скважин: АОТ, АОУ, АОС, АОД – абсолютные отметки края трубы, устья скважины, статического уровня подземных вод, динамического уровня подземных вод соответственно;  $G_{гс}$ ,  $G_{ус}$ ,  $G_{уд}$ ,  $G_{гд}$  – глубины от края трубы до статического уровня воды, от устья скважины до статического уровня воды, от устья скважины до динамического уровня воды, от края трубы до динамического уровня воды;  $H_{гд}$  – высота обсадной трубы над уровнем земли (над устьем);  $S$ ,  $S_0$ ,  $S_b$  – понижение (возмущение) текущее, максимальное на конец возмущения, в период восстановления уровня;  $t_0$  – продолжительность опыта (возмущения);  $t_b$  – текущие время от начала восстановления уровня;  $\Delta H$  – восстановление уровня.

2. Возмущения уровня - разница между статическим и динамическим уровнями при выполнении опробований, обозначается « $S$ ».
3. Высоты и напоры отсчитываются вверх, обозначаются « $H$ ».
4. Глубины отсчитываются вниз, обозначаются « $G$ ».

Продолжительность откачки в общем случае не может быть строго определена. Для обоснования выбора момента прекращения откачек следует использовать «индикаторные» графики зависимости возмущения уровня ( $S$ ) от логарифма времени проведения опытов ( $\lg t$ ), которые должны строиться непосредственно в процессе проведения опыта.

### ***1.2. Методика проведения опытно-фильтрационных работ***

Проведение опытов включает в себя ряд подготовительных операций и собственно сам эксперимент. В период подготовки необходимо подготовить журнал наблюдений, составить схему расположения скважины (скважин), подготовить измерительные средства, измерить положение естественного уровня подземных вод по каждой скважине и заполнить соответствующую таблицу, ознакомиться с устройством для проведения откачки или налива, включая порядок включения и выключения устройства.

Для каждой задачи специально оговариваются элементы техники безопасности в данной ситуации. При проведении кустовой откачки четко оговаривается время начала и конца опыта, специальные сигналы (звуковые, визуальные), которые позволяют точно фиксировать необходимые моменты опыта.

В связи с логарифмическим характером графиков, с помощью которых производится обработка данных, частота измерений регулируется логарифмическим масштабом. Рекомендуемые моменты времени приведены в специальной таблице (табл. 1.1). Если наблюдатель по каким-то причинам не может придерживаться рекомендуемых значений времени, следует стараться

измерять уровни через 10 секунд в первую минуту, через 1 минуту - первые 10 минут и через 2-5 минут - первые полчаса откачки.

Таблица 1.1

Рекомендуемые моменты времени для наблюдений уровней в скважинах при откачках

$t$ , мин	1,0	1,26 (~1'15')	1,59 (~1'40')	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
$\lg t$	0	0,1	0,2	0,301	0,398	0,477	0,602	0,699	0,778	0,903
$t$ , мин	10	12,5	16	20	25	30	40	50	60	80
$\lg t$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$t$ , мин	100	120 (2 ч)	160 (2ч40мин)	300 (3ч20мин)	240* (4 ч)	300 (5 ч)	400 (6ч40мин)	500 (8ч20мин)	600 (10 ч)	800 (13ч20мин)
$\lg t$	2,0	2,08	2,2	2,3	2,38	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9

\* В первую минуту откачки следует стараться измерять уровень через 10 секунд, после 4-5 часов откачки -- через 1-2 часа.

### 1.2.1. Выполнение экспресс-налива

После проведения предварительных измерений в скважину выливается определенный объем воды (10-30 литров). Следует стараться выполнить налив за короткое время. Момент начала опыта отсчитывается от момента середины процесса налива. Длительность проведения опыта лимитируется подъемом уровня воды в скважине до устья. Обычная продолжительность опыта составляет 30 минут.

Измерение дебита выполняется перед началом опыта, через каждые 5 минут - в процессе выполнения налива и в конце опыта. Окончание периода возмущения уровня определяется прекращением подачи воды в скважину. Сразу после окончания налива начинаются измерения динамического уровня. Эти измерения продолжаются до полного восстановления уровня (до статического положения).

### 1.2.2. Кустовые откачки

При кустовой откачке идет откачка воды из центральной скважины и наблюдение за уровнем в наблюдательных скважинах. До начала откачки

измеряется уровень подземных вод в наблюдательных скважинах. Перед началом откачки оговариваются сигналы, точное время начала и окончания откачки. Выполняется подготовка насоса и приведение его в рабочее состояние. Вода из насоса поступает в емкости известного объема (ведра). Расход рассчитывается по общему объему выкачанной воды и продолжительности откачки. В процессе проведения откачки следует поддерживать примерно постоянный дебит. Уровень подземных вод измеряется в процессе откачки и при восстановлении уровня.

Обычная продолжительность откачки составляет 1 сутки. Примерно такой же период времени занимает восстановление уровня.

## **2. СХЕМАТИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

### ***2.1. Особенности интерпретации данных фильтрационных исследований***

Районы работ обычно имеют сложное гидрогеологическое строение, затрудняющее обоснование однозначной гидрогеологической схемы для участков проведения фильтрационных опробований. Геологическая неоднородность в плане и разрезе определяет существенную изменчивость фильтрационных показателей. Разнообразный литологический состав пород, широкое развитие тектонических нарушений, практически повсеместное распространение глинистой коры выветривания, наличие естественных и технических водоемов осложняет диагностику граничных условий опробуемых горизонтов.

Относительно низкие фильтрационные показатели определяют ряд специфических особенностей проведения и обработки ОФР. Большое влияние на индикаторные графики оказывает также осушение стволов скважины (влияние емкости скважины). Данное явление может существенно осложнять интерпретацию временных графиков. Применение скважин большого диаметра значительно увеличивает временной диапазон действия этого фактора. В сложных гидрогеологических условиях становится проблематичной полная идентичность данных понижения и восстановления уровней.

Таким образом, можно указать ряд факторов, осложняющих интерпретацию данных фильтрационных опробований и требующих специального анализа:

1. Сложные и неодинаковые гидродинамические схемы для различных фильтрационных опытов.
2. Сложная форма графиков временного прослеживания.
3. Влияние осушения ствола скважины (влияние ёмкости скважины).

В рассматриваемых условиях значительно повышаются требования к уровню интерпретации данных одиночных и кустовых опробований. При этом

следует помнить, что надежность интерпретации данных ОФР определяется тщательной гидродинамической схематизацией гидрогеологических условий.

Таким образом, прежде чем обрабатывать данные фильтрационных опытов, необходимо выполнить анализ гидрогеологических условий с целью обоснования наиболее вероятных гидродинамических схем.

## ***2.2. Схематизация гидрогеологических условий***

Схематизация ведется поэтапно и основывается на неразрывном сочетании качественного анализа гидрогеологических условий и количественных результатов фильтрационных исследований. Схематизация проводится в определенной последовательности. На первом этапе схематизации количественные результаты откачек используются в минимальном объеме, оцениваются режим фильтрации, структура и форма потока, гидравлическое состояние водоносного горизонта. Далее рассматривается фильтрационная неоднородность, источники питания и граничные условия.

### **2.2.1. Схематизация режима фильтрации**

Первоначальный этап при проведении фильтрационных опробований всегда является нестационарным. При обработке данных ОФР с помощью графиков в координатах  $S \div \lg t$  четко выявляется изменение  $S$  во времени. В центральных скважинах практически мгновенно устанавливается квазистационарный режим, для которого характерна прямолинейная форма графиков (рис. 2.1). Опыт обработки данных по наблюдательным скважинам показывает, что продолжительность нестационарного этапа варьирует в очень широких пределах (от 10 минут до нескольких суток).

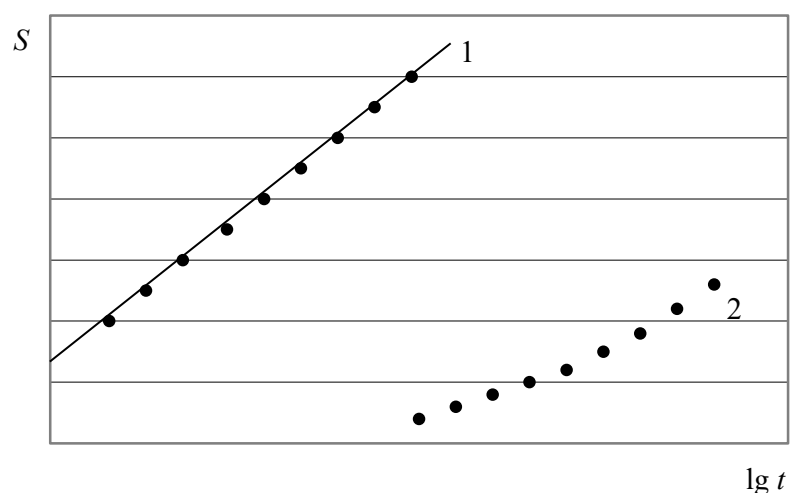


Рис. 2.1. Нестационарный режим при проведении ОФР: 1 – квазистационарный режим (линейная зависимость); 2 – неквазистационарный режим

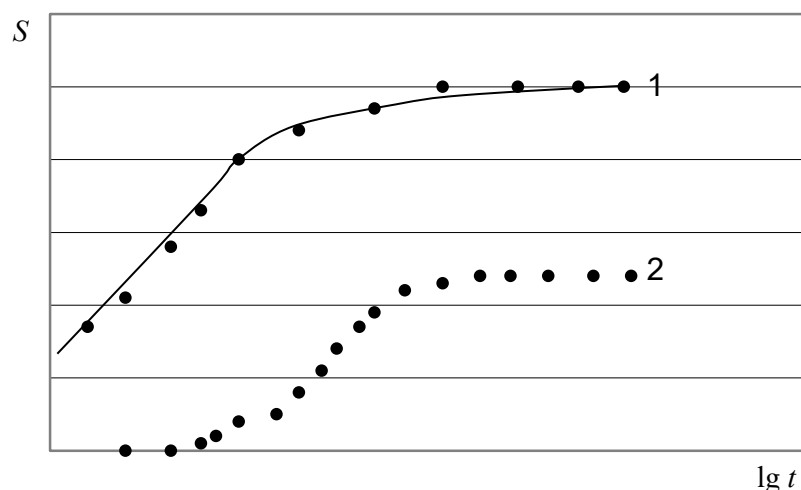


Рис. 2.2. Стабилизация уровней при проведении ОФР: 1 – стационарный режим в центральной скважине; 2 – стационарный режим в наблюдательной скважине

Очень часто наблюдается ложная или истинная стабилизация уровней (рис. 2.2). Стабилизация имеет различную продолжительность. При кратковременных откачках не всегда удается надежно отличить истинную стабилизацию от ложной. Иногда наблюдается несколько (до трех) этапов стабилизации.

### 2.2.2. Схематизация структуры и формы потока

В водоносном горизонте региональной трещиноватости поток при проведении фильтрационных опробований имеет обычно плано-радиальный характер, но очень часто депрессионная воронка отличается от формы окружности. Это показывает, что плано-радиальный характер потока осложняется плановой фильтрационной неоднородностью различного происхождения.

Сложное строение водоносный горизонт имеет по вертикали. Различные данные показывают, что относительно однородное строение трещинной среды встречается редко. Обычно в разрезе палеозойских пород наблюдается несколько водоносных горизонтов (слоёв), которые связаны с субгоризонтальными зонами повышенной трещиноватости. Хорошая взаимосвязь водоносных трещинных систем наблюдается только в верхней части палеозойских пород до глубины нескольких десятков метров. В целом следует отметить, что фильтрационная вертикальная зональность и структура потока требует специального рассмотрения [4,7,8].

Практически повсеместно на палеозойских трещиноватых породах залегают глинистые покровные образования. Мощность глинистой коры выветривания варьирует по площади и составляет обычно 5 - 15 м. Очень важно отметить, что уровень подземных вод в ненарушенных и слабонарушенных условиях обычно располагается в верхнем (глинистом) слое.

Таким образом, в рассматриваемых условиях наблюдается двухслойное строение, наиболее характерное для большинства комплексов грунтовых вод. Верхняя часть комплекса представлена относительно слабопроницаемыми (покровными) отложениями. В этом случае можно использовать упрощенные представления о структуре потока, основанные на предпосылке перетекания. Основная суть этой предпосылки сводится к представлениям о

горизонтальном движении подземных вод в нижнем трещиноватом горизонте и вертикальной фильтрации в верхнем покровном слое.

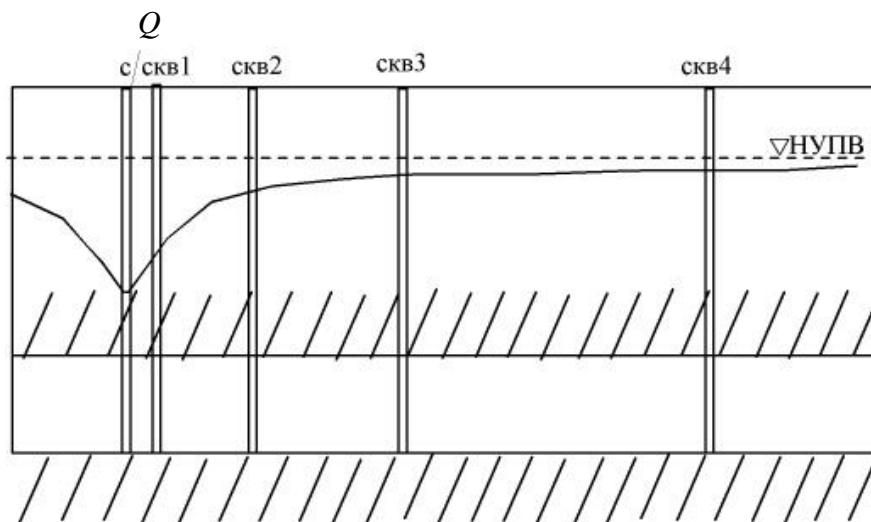
### 2.2.3. Схематизация гидравлического состояния потока

Рассматриваемые условия обычно классифицируются как безнапорный поток, но двухслойное строение пласта накладывает определенные особенности. Свободная поверхность подземных вод находится в слабопроницаемом слое, перекрывающем трещинный водоносный горизонт. При откачке гравитационная водоотдача со свободной поверхности начинается после сработки некоторой части упругих или емкостных запасов трещинного горизонта. Поэтому трещинный горизонт в естественных условиях нередко обладает определенными свойствами напорного пласта (рис. 2.3).

Для откачки в двухслойном пласте характерны три этапа снижения уровня (рис. 2.4). Этап I связан со сработкой упругих запасов водоносного горизонта. Трещинный горизонт на этом этапе работает как изолированный напорный пласт. Этап II - ложностационарного режима - связан с развитием гравитационной водоотдачи со свободной поверхности. Возникший на первом этапе перепад напоров между слоями приводит к нисходящей, практически вертикальной, фильтрации воды из верхнего слоя в нижний. Этот процесс сопровождается подключением нового источника питания - гравитационной водоотдачи покровного слоя. Ложная стабилизация продолжается до тех пор, пока происходит прирост водоотдачи.

Этап III представляет собой этап преимущественно гравитационного режима водоотдачи. На этом этапе двухслойный пласт работает как единый горизонт с суммарной (упругой и гравитационной) водоотдачей и водопроницаемостью, близкой по величине к водопроницаемости нижнего слоя.

а



б

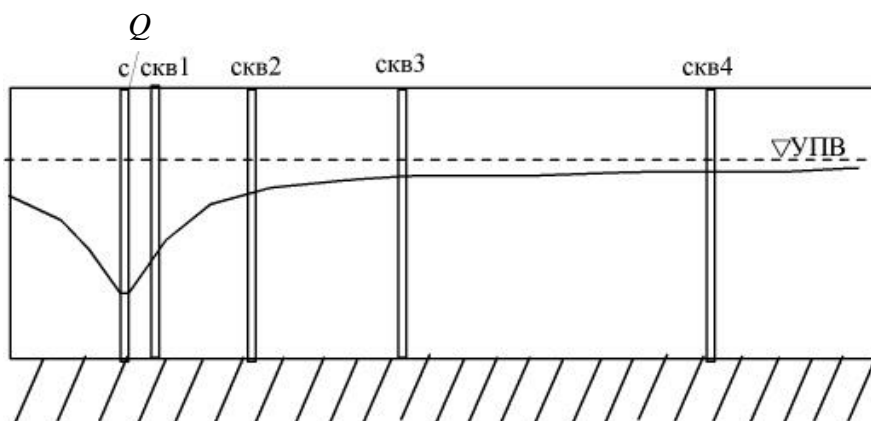


Рис. 2.3. Схемы безграничных пластов: а - напорного,  
б - безнапорного

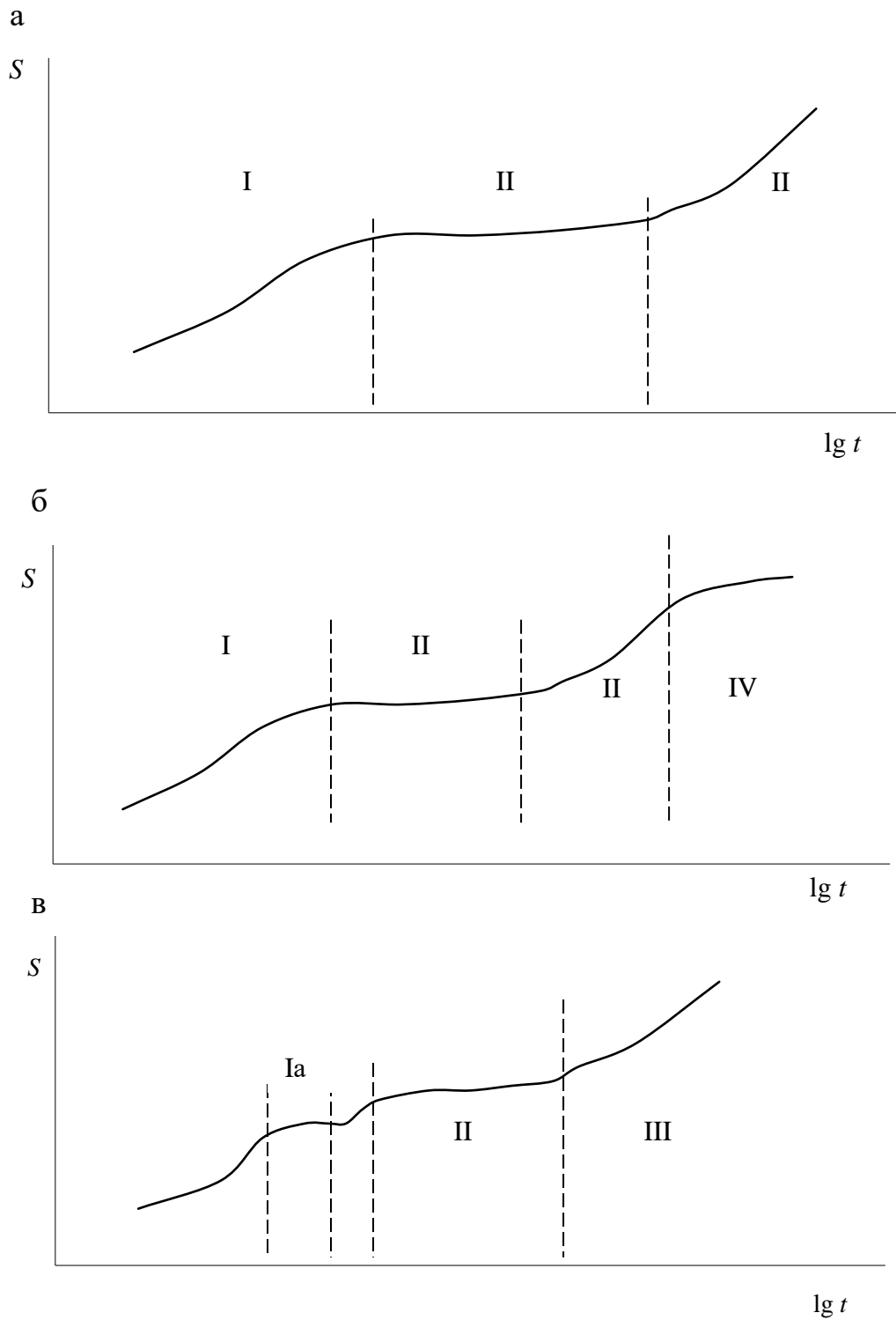


Рис. 2.4. Временные графики в двухслойных пластах

а - безграничный пласт: I - этап упругой водоотдачи, II - этап ложной стабилизации, III - этап гравитационной водоотдачи; б - влияние границы третьего рода: IV - этап стабилизации; в - влияние двойной пористости: Ia - этап ложной стабилизации

#### 2.2.4. Схематизация основных источников питания пласта

Емкостные запасы водоносного горизонта сформировались главным образом за счет инфильтрации атмосферных осадков. Если в зоне влияния откачки отсутствуют дополнительные источники питания, то в процессе фильтрационного опыта идет сработка гравитационных запасов и наблюдается снижение уровня подземных вод.

На рассматриваемой территории расположен ряд естественных и искусственных водоемов, которые, как правило, отделены от трещинного горизонта слабопроницаемым слоем. В зависимости от фильтрационных свойств верхнего слоя может наблюдаться два случая. Если верхний слой на участке развития депрессии является практически водоупорным, то водоем не будет работать как источник питания для конкретной откачки. В противном случае при установлении тесной гидравлической связи между водоемом и водоносным горизонтом наступит окончательная стабилизация уровней при откачке. На временном графике появится характерный IV этап (стационарного режима).

При существенных размерах депрессионной воронки стабилизация уровней при откачке может наступить за счёт площадного питания. Если есть возможность для оценки площади депрессии, то можно рассчитать модуль площадного питания ( $M_{\Pi}$ ):

$$M_{\Pi} = Q/\omega, \quad (2.1)$$

где  $Q$  – дебит откачки;  $\omega$  - площадь депрессионной воронки.

Расчётная величина модуля площадного питания позволяет оценивать реальные причины, определяющие стабилизацию уровней при откачке. При отсутствии источников питания модуль имеет значения, близкие к величинам модуля подземного стока (1,5 – 3,5 л/с·км<sup>2</sup>). В техногенных условиях, при дополнительном питании, указанные значения могут возрасти в 2-3 раза. В случае наличия питающих границ расчётный модуль площадного питания может иметь значения, составляющие десятки л/с·км<sup>2</sup>.

### 2.2.5. Схематизация фильтрационной неоднородности

Временные закономерности изменения уровня, даже в условиях существенной неоднородности, сохраняются обычно функциональными. Это значит, что элементы неоднородности не получают отражения в форме временных графиков. Плановая неоднородность обычно проявляется в форме депрессионной воронки и в значениях некоторых гидродинамических параметров. Значения параметра водопроницаемости, при правильной интерпретации данных кустовых откачек, сохраняют одинаковые значения для всех наблюдательных скважин.

Кроме крупных элементов плановой неоднородности при опробовании трещинных сред нередко проявляется действие относительно небольших элементов неоднородности, которое получило название «двойной пористости». В трещинной среде проявление эффекта «двойной пористости» чаще всего связано с наличием трещин с разным раскрытием (относительно большим и малым раскрытием). «Двойная пористость» проявляется в виде кратковременного участка ложной стабилизации на временном графике, на начальном этапе откачки (см. рис. 2.4, в). В связи с кратковременностью этого эффекта, участок временного графика, связанный с ним, фиксируется не всегда.

### 2.2.6. Схематизация граничных условий

В качестве питающих границ трещинного водоносного горизонта могут выступать поверхностные водоемы. В связи с наличием покровных глинистых отложений заранее не известно, какое влияние будут оказывать водоемы на ОФР. На основании геологического строения следует предполагать, что в некоторых случаях на результаты откачек могут оказывать влияние непроницаемые границы (тектонические нарушения с глинистым заполнителем, литологические границы). Диагностику граничных условий

следует проводить путем совместного анализа геологического строения и результатов опытных работ.

#### 2.2.7. Вывод по схематизации

На основании рассмотренных позиций схематизации можно сделать заключение, что в начальный период проведения опытных работ должна проявляться схема безнапорного или напорного пласта двухслойного строения. В этот период пласт следует рассматривать как квазиоднородный и безграничный в плане. Граничные условия могут проявиться в виде изменений формы временного графика при проведении относительно продолжительных откачек. Стабилизация уровня в скважинах, вскрывших трещинный водоносный горизонт, носит, как правило, ложный характер и связана с проявлением эффекта «двойной пористости» и (или) развитием перетекания из горизонта покровных образований.

### 3. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ

#### 3.1. Откачки в безграничных пластах

Развитие депрессионной воронки в безграничном пласте описывается уравнением Тэйса. Форма временных графиков имеет вид, показанный на рис.

2.1. При наступлении квазистационарного режима уравнение Тэйса упрощается. Эта зависимость обычно называется уравнением Джейкоба:

$$S = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{2,25at}{r^2}, \quad (3.1)$$

где  $S$  – понижение (возмущение) уровня в скважине;

$Q$  – расход воды;

$T$  – водопроницаемость;

$a$  – коэффициент уровне- или пьезопроводности;

$t$  – время от начала опыта;

$r$  – расстояние от оси центральной скважины до точки, где измеряется понижение (расстояние до наблюдательной скважины).

При переходе от натуральных к десятичным логарифмам зависимость Джейкоба приобретает вид:

$$S = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25at}{r^2}. \quad (3.2)$$

Последнюю зависимость можно представить в форме прямой (рис. 3.1):

$$S = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25a}{r^2} + 0,183 \frac{Q}{T} \lg t \quad (3.3)$$

$$S = A + C_p \lg t; \quad (3.4)$$

$$A = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25a}{r^2}; \quad (3.5)$$

$$C_p = 0,183 \frac{Q}{T}. \quad (3.6)$$

Основные фильтрационные параметры ( $T$  и  $a$ ) рассчитываются на основании зависимостей:

$$T = 0,183 \frac{Q}{C_p}; \quad (3.7)$$

$$\lg \frac{a}{r^2} = \frac{A}{C_p} - 0,35; \quad (3.8)$$

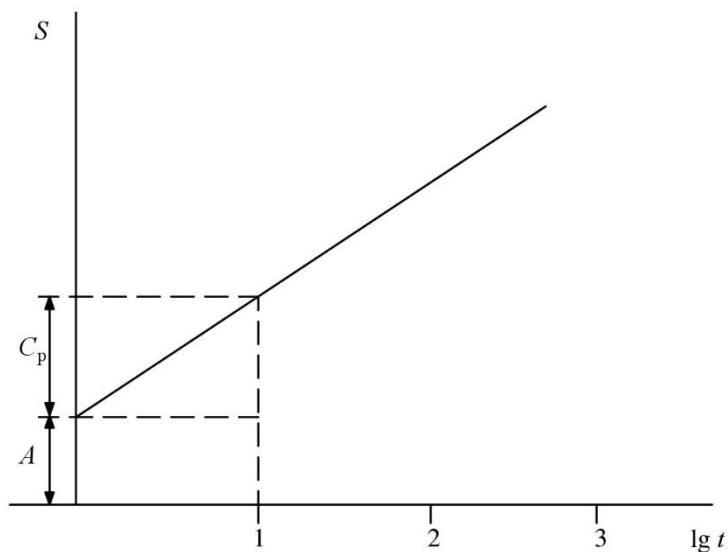


Рис. 3.1. Определение расчетных коэффициентов  $A$  и  $C_p$

$$\lg a = \frac{A}{C_p} - 0,35 + 2 \lg r. \quad (3.9)$$

### 3.2. Метод эталонной кривой

Для обоснования этого способа прологарифмируем уравнение (3.10) и аргумент  $u$ :

$$S = 0,183 \frac{Q}{4\pi T} W(u), u = \frac{r^2}{4at}; \quad (3.10)$$

$$\lg S = \lg \frac{Q}{4\pi T} + \lg W; \quad (3.11)$$

$$\lg \frac{1}{u} = \lg \frac{4a}{r^2} + \lg t. \quad (3.12)$$

Если далее построить эталонную кривую по зависимости  $\lg W$  от  $\lg \frac{1}{u}$  (табл. 3.1) и фактическую кривую зависимости  $\lg S$  от  $\lg t$  для каждой наблюдательной скважины, то они при одинаковой форме будут сдвинуты по осям на величину  $\lg \frac{Q}{4\pi T}$ , а по осям абсцисс – на величину  $\lg \frac{4a}{r^2}$  (рис. 3.2). Обработка производится графоаналитическим путем: на фактический график временного прослеживания в билогарифмических координатах накладывается

эталонная кривая (предварительно построенная на гальке) так, чтобы опытные точки оптимально совмещались с эталонной кривой. Совпадение формы эталонного и фактического графиков является диагностическим признаком расчетной схемы неограниченного однородного изолированного пласта. С совмещенных графиков считывают координаты любой точки и определяют параметры из выражений

$$\lg \frac{Q}{4\pi T} = \lg S - \lg W; \quad (3.13)$$

$$\lg \frac{4a}{r^2} = \lg \frac{1}{u} - \lg t. \quad (3.14)$$

Таблица 3.1

Значения функции  $W(u)$

$u$	$W(u)$	$u$	$W(u)$	$u$	$W(u)$	$u$	$W(u)$	$u$	$W(u)$
0,001	6,332	0,11	1,737	0,39	0,719	0,67	0,396	0,95	0,239
0,002	5,639	0,12	1,660	0,40	0,702	0,68	0,388	0,96	0,235
0,003	5,235	0,13	1,589	0,41	0,686	0,69	0,381	0,97	0,231
0,004	4,948	0,14	1,524	0,42	0,670	0,70	0,374	0,98	0,227
0,005	4,726	0,15	1,465	0,43	0,640	0,71	0,367	0,99	0,223
0,006	4,544	0,16	1,409	0,44	0,655	0,72	0,360	1,00	0,219
0,007	4,392	0,17	1,358	0,45	0,625	0,73	0,353	1,10	0,186
0,008	4,259	0,18	1,310	0,46	0,611	0,74	0,347	1,20	0,158
0,009	4,142	0,19	1,265	0,47	0,598	0,75	0,340	1,30	0,135
0,010	4,038	0,20	1,223	0,48	0,585	0,76	0,334	1,40	0,116
0,015	3,637	0,21	1,183	0,49	0,572	0,77	0,328	1,50	0,100
0,020	3,355	0,22	1,145	0,50	0,560	0,78	0,322	1,60	0,086
0,025	3,137	0,23	1,110	0,51	0,548	0,79	0,316	1,70	0,075
0,030	2,959	0,24	1,076	0,52	0,536	0,80	0,311	1,80	0,065
0,035	2,810	0,25	1,044	0,53	0,526	0,81	0,305	1,90	0,056
0,040	2,681	0,26	1,014	0,54	0,514	0,82	0,300	2,00	0,049
0,045	2,568	0,27	0,985	0,55	0,503	0,83	0,294	2,50	0,025
0,050	2,468	0,28	0,957	0,56	0,493	0,84	0,289	3,00	0,013
0,055	2,378	0,29	0,931	0,57	0,483	0,85	0,284	3,50	0,007
0,060	2,295	0,30	0,906	0,58	0,473	0,86	0,279	4,00	0,0038
0,065	2,220	0,31	0,882	0,59	0,464	0,87	0,274	4,50	0,0021
0,070	2,151	0,32	0,858	0,60	0,454	0,88	0,269	5,00	0,0011
0,075	2,087	0,33	0,836	0,61	0,445	0,89	0,265	5,50	$6,4 \cdot 10^{-4}$
0,080	2,027	0,34	0,815	0,62	0,437	0,90	0,260	6,00	$3,6 \cdot 10^{-4}$
0,085	1,971	0,35	0,794	0,63	0,428	0,91	0,256		
0,090	1,919	0,36	0,775	0,64	0,420	0,92	0,251		
0,095	1,870	0,37	0,755	0,65	0,412	0,93	0,247		
0,100	1,823	0,38	0,737	0,66	0,404	0,94	0,243		

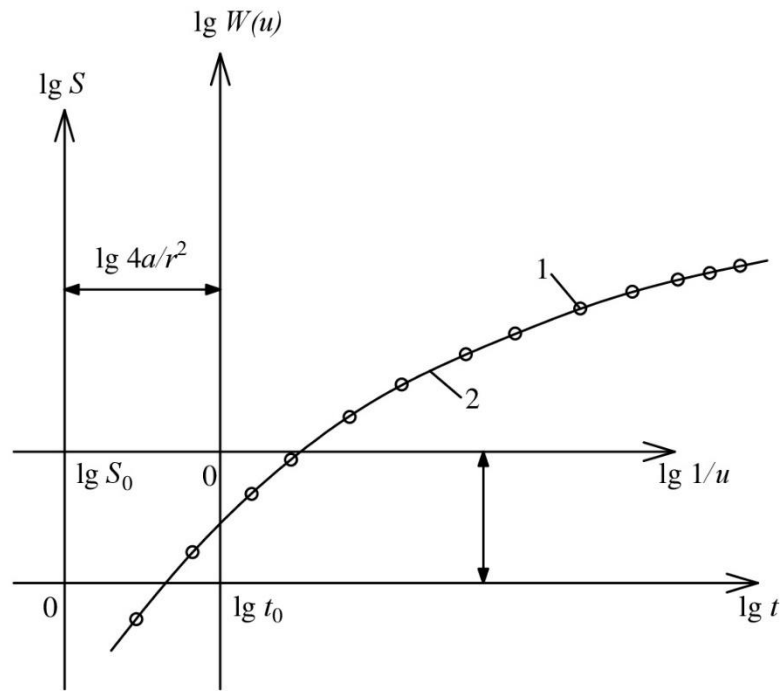


Рис. 3.2. Определение параметров способом эталонной кривой:  
 1 - опытные точки (график  $\lg S \div \lg t$ );  
 2 - эталонная кривая (график  $\lg W(u) \div \lg 1/u$ )

Удобно использовать координаты нулевой точки эталонной кривой на фактическом графике  $(S_0, t_0)$ , когда в выражениях (3.13), (3.14)  $\lg W$  и  $\lg \frac{1}{u}$  равны нулю, и, следовательно:

$$T = \frac{Q}{4\pi S_0}; \quad (3.15)$$

$$a = \frac{r^2}{4t_0}. \quad (3.16)$$

### 3.3. Откачки в двухслойных пластах

Обработка данных откачки в двухслойных пластах достаточно детально рассмотрена в специальной литературе [4, 5, 6, 8]. Чаще всего используется графоаналитический метод обработки, который заключается в интерпретации графиков понижения уровня от логарифма времени откачки ( $S \div \lg t$ ). Менее надёжные результаты позволяет получить обработка данных по восстановлению уровней после окончания возмущения.

На графиках  $S \div \lg t$  визуально определяется положение точки перегиба и снимаются значения  $S_{\Pi}$  и  $t_{\Pi}$  (см. рис. 3.2). Положение этой точки можно скорректировать исходя из условия  $S_{\Pi} = 0,5 S_{ст}$  (максимальное понижение этапа ложной или окончательной стабилизации). Далее в точке перегиба проводится касательная и определяется ее уклон. Отношение между понижением ( $S_{\Pi}$ ) и уклоном касательной в этой точке ( $C_{\Pi}$ ) определяется соотношением

$$2,3 \frac{S_{\Pi}}{C_{\Pi}} = e^{-\frac{r}{B}} K_0 \left( \frac{r}{B} \right) = F \left( \frac{r}{B} \right), \quad (3.17)$$

где  $e$  - основание натурального логарифма;

$B$  - параметр перетекания;

$K_0$  и  $F$  - специальные функции.

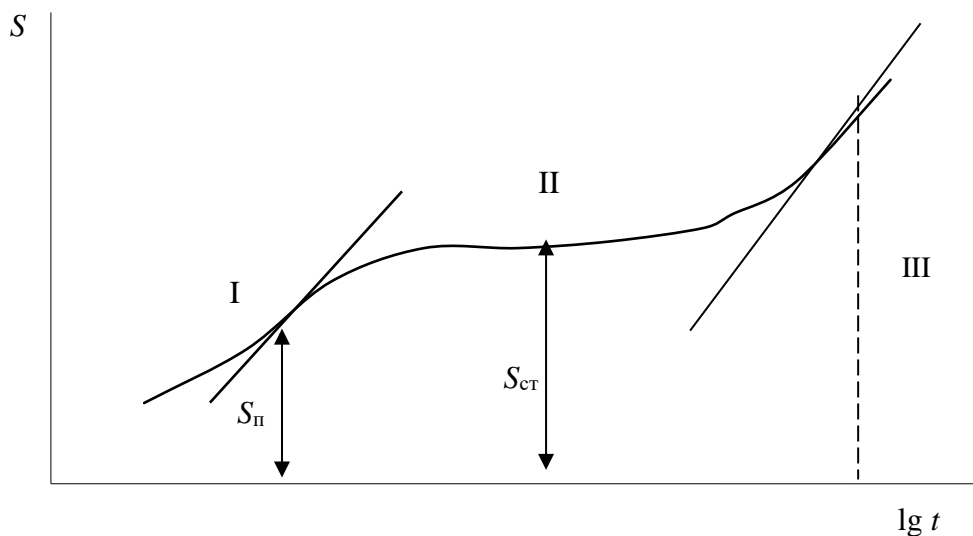


Рис. 3.3. Интерпретация временного графика в двухслойном безграничном пласте

I, III - расчетные участки графика

II- участок ложной стабилизации

Из соотношения (3.17) величина  $r/B$  находится по специальной таблице (табл. 3.2).

Таблица 3.2

## Значения специальных функций

$x = r/B$	$\lg x$	$K_0(x)$	$\lg K_0(x)$	$e^x$	$F(x)=e^x K_0(x)$
0.010	-2.000	4.721	0.674	1.010	4.768
0.020	-1.699	4.028	0.605	1.020	4.109
0.030	-1.523	3.623	0.559	1.030	3.733
0.040	-1.398	3.336	0.523	1.040	3.472
0.050	-1.301	3.114	0.493	1.051	3.273
0.060	-1.222	2.932	0.467	1.061	3.114
0.070	-1.155	2.779	0.444	1.072	2.981
0.080	-1.097	2.647	0.423	1.083	2.868
0.090	-1.046	2.531	0.403	1.094	2.769
0.100	-1.000	2.427	0.385	1.105	2.682
0.200	-0.699	1.752	0.244	1.221	2.140
0.300	-0.523	1.372	0.137	1.349	1.852
0.400	-0.398	1.114	0.047	1.491	1.662
0.500	-0.301	0.924	-0.034	1.643	1.524
0.600	-0.222	0.777	-0.110	1.822	1.416
0.700	-0.155	0.660	-0.180	2.013	1.330
0.800	-0.097	0.565	-0.248	2.225	1.258
0.900	-0.046	0.486	-0.313	2.459	1.197
1.000	0.000	0.421	-0.376	2.718	1.144
1.200	0.079	0.318	-0.498	3.320	1.057
1.400	0.146	0.243	-0.614	4.055	0.988
1.600	0.204	0.188	-0.726	4.953	0.930
1.800	0.255	0.145	-0.839	6.049	0.882
2.000	0.301	0.113	-0.947	7.389	0.841
3.000	0.477	0.034	-1.469	20.085	0.697
4.000	0.602	0.011	-1.959	54.598	0.609
5.000	0.699	0.004	-2.432	148.413	0.547

Величину водопроводимости ( $T$ ) и значение коэффициента пьезопроводности ( $a$ ) можно определить из выражений:

$$T = 0,183 \frac{Q}{C_p} e^{-\frac{r}{B}}; \quad (3.18)$$

$$a = \frac{rB}{2t_n}. \quad (3.19)$$

Первый этап откачки завершается периодом ложнестационарного режима. Если откачка достаточно длительная, то на графиках временного прослеживания может наблюдаться третий участок, отражающий работу пласта как единого безнапорного горизонта с суммарной гравитационной водоотдачей.

Для центральных скважин или «близких» наблюдательных, в которых наступил квазистационарный режим, зависимости (3.18), (3.19) и (3.8), (3.10) дают близкие результаты. Поэтому при обработке данных центральных скважин обычно применяются выражения (3.8), (3.17).

При правильной обработке откачек значения параметров водопроводимости, рассчитанные по данным I и III этапов (рис. 3.3), должны практически совпадать, что является дополнительным критерием проверки результатов.

Этапы ложной и окончательной стабилизации используются для расчёта параметра перетекания ( $B$ ), условных радиусов питания ( $R_{\Pi}$ ) и влияния ( $R_{\text{вл}}$ ) откачки, на основании значения понижения уровня, при котором достигнута стабилизация ( $S_{\text{ст}}$ ). Последовательность расчётов следующая:

$$\lg (R_{\Pi}/r) = 2,73 T S_{\text{ст}} / Q; \quad (3.20)$$

$$R_{\Pi} = (R_{\Pi}/r) \cdot r; \quad (3.21)$$

$$B = R_{\Pi} / 1,12; \quad (3.22)$$

$$R_{\text{вл}} = 5 B. \quad (3.23)$$

### **3.4. Обработка данных восстановления уровней**

Прекращение откачки является воздействием на пласт, которое можно рассматривать как самостоятельный опыт или стадию одного опыта. Обработка этой второй стадии отличается определенной спецификой по сравнению с интерпретацией данных, полученных на стадии откачки. Прежде всего это относится к необходимости учета «наследства» первой стадии опыта. Под понятием «наследство» при обработке безграничных пластов обычно понимают продолжающееся снижение уровней в периферийной части депрессионной воронки, когда откачка в центральной скважине уже прекращена и происходит восстановление уровня. «Наследство» требует соответствующих приемов для его учета. Рассматривая «наследство» более

широко, сюда можно включить влияние границ, проявившихся во время откачки, а также влияние перетекания в слоистых пластах, "двойной пористости" и других факторов, осложняющих временной график во время откачки.

Обработка восстановления уровня обычно выполняется путем построения графика  $\Delta H \div \lg t_B$  (рис. 3.4, а), хотя этот способ не учитывает "наследство" откачки. Величина  $\Delta H$  отражает значение восстановления уровня после окончания возмущения и рассчитывается как разность между значением возмущения на конец опыта ( $S_0$ ) и текущим возмущением в процессе восстановления уровня ( $S_B$ ):

$$\Delta H = S_0 - S_B. \quad (3.24)$$

Величина  $t_B$  отсчитывается от начала восстановления (см. рис. 1.1).

Расчёты выполняются на основании зависимостей (3.25) – (3.32):

$$\Delta H = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{2,25at}{r^2}; \quad (3.25)$$

$$\Delta H = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25at}{r^2}; \quad (3.26)$$

$$\Delta H = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25a}{r^2} + 0,183 \frac{Q}{T} \lg t; \quad (3.27)$$

$$\Delta H = A + C_p \lg t; \quad (3.28)$$

$$A = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25a}{r^2}; \quad (3.29)$$

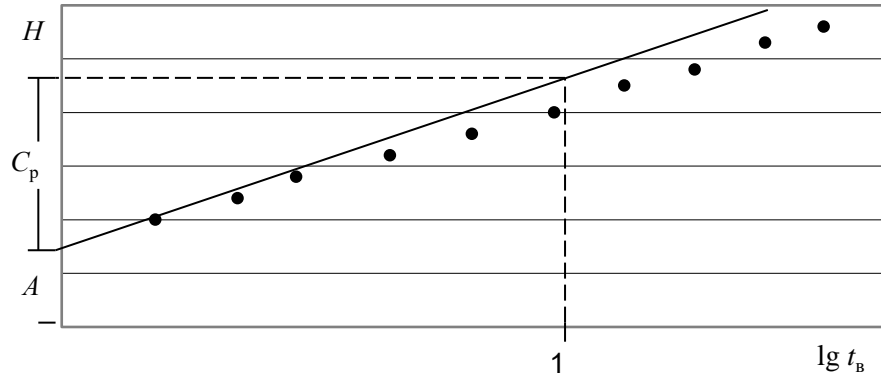
$$C_p = 0,183 \frac{Q}{T}; \quad (3.30)$$

$$T = 0,183 \frac{Q}{C_p}; \quad (3.31)$$

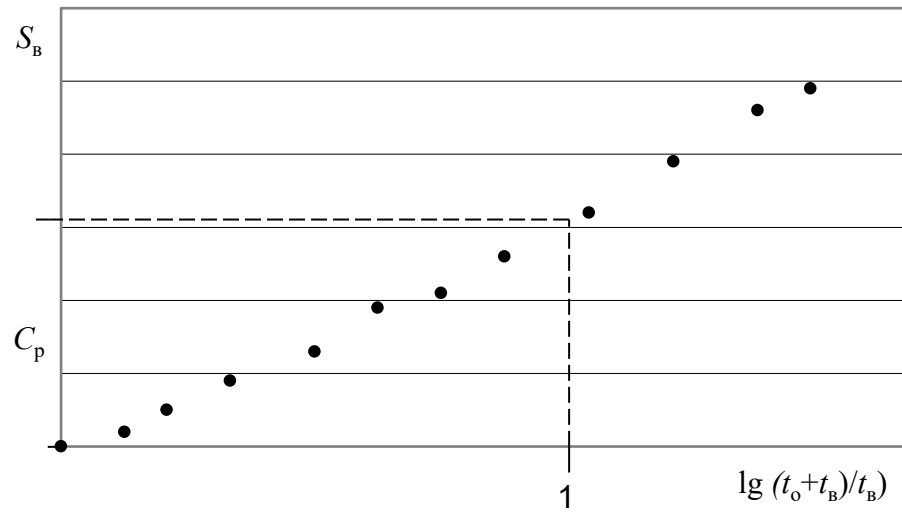
$$\lg \frac{a}{r^2} = \frac{A}{C_p} - 0,35; \quad (3.32)$$

$$\lg a = \frac{A}{C_p} - 0,35 + 2 \lg r. \quad (3.33)$$

а



б



в

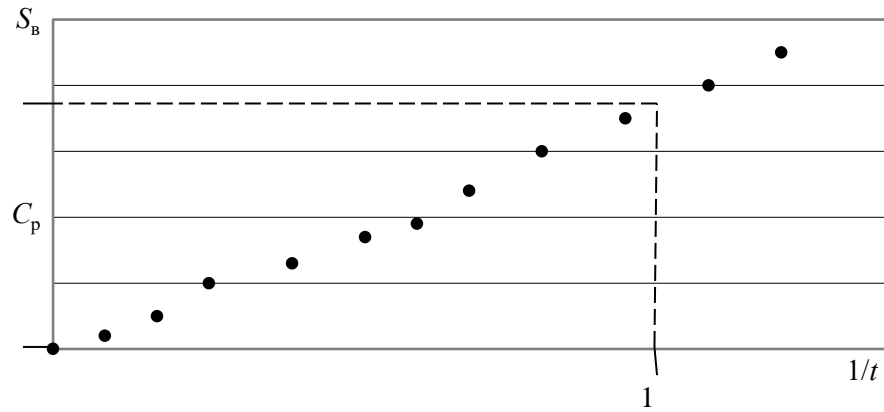


Рис. 3.4. Форма временных графиков в однородных безграничных пластах при обработке данных восстановления уровней

"Наследство" откачки в безграничных однородных пластах учитывается при построении графиков в координатах  $S_B \div \lg((t_0 + t_B)/t_B)$  (рис. 3.4б) ( $S_B$  - понижение уровня в скважине в процессе восстановления;  $t_0$  - продолжительность откачки). График  $S_B \div \lg((t_0 + t_B)/t_B)$  в условиях безграничных однородных пластов приходит в начало координат. Данное свойство имеет важное диагностическое значение и позволяет широко применять график  $S_B \div \lg((t_0 + t_B)/t_B)$  для расшифровки различных фильтрационных аномалий:

$$S_B = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{t_0 + t_B}{t_B}; \quad (3.34)$$

$$S_B = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{t_0 + t_B}{t_B}; \quad (3.35)$$

$$S_B = C_p \lg \frac{t_0 + t_B}{t_B}; \quad (3.36)$$

$$C_p = 0,183 \frac{Q}{T}; \quad (3.37)$$

$$T = 0,183 \frac{Q}{C_p}. \quad (3.38)$$

Для обработки данных экспресс-наливов используется условие, что при  $t_0 \ll t_B$ :

$$\ln \frac{t_0 + t_B}{t_B} \approx \frac{t_0}{t_B}. \quad (3.39)$$

При использовании последней зависимости уравнение (3.40) принимает вид:

$$S_B = \frac{Q}{4\pi T} \frac{t_0}{t_B}; \quad (3.41)$$

$$S_B = \frac{W}{4\pi T} \frac{1}{t_B}, \quad (3.42)$$

где  $W$  – объем воды, залитой в скважину.

Для обработки данных экспресс-налива используется график в координатах  $S_B \div 1/t_B$ . (рис. 3.4, в). Уклон графика обозначается  $C_p$ . Расчет значения водопроницаемости пласта выполняется по зависимостям:

$$S_B = C_p \frac{1}{t_B}; \quad (3.43)$$

$$C_p = \frac{W}{4\pi T}; \quad (3.44)$$

$$T = \frac{W}{4\pi C_p}. \quad (3.45)$$

В рассматриваемых условиях, в связи с двухслойным строением пласта, существенную продолжительность имеет период ложной стабилизации. Время продолжительности откачки ( $t_0$ ), которое в условиях безграничного пласта включает только нестационарный режим, в рассматриваемых условиях завышается за счет ложностационарного этапа. Это влечет значительный сдвиг графика по оси абсцисс и отклонение представительного участка графика от начала координат (см. рис. 3.4, а).

Важно отметить, что сам по себе сдвиг графика обычно не оказывает значительного влияния на точность расчета величины водопроницаемости при длительных откачках, так как уклон представительного участка практически не меняется. Данное положение объясняется тем, что при построении графика чаще всего  $t_0 \ll t_B$ , поэтому

$$\lg \frac{t_0 + t_B}{t_B} \approx \lg \frac{t_0}{t_B}. \quad (3.46)$$

Необходимо отметить, что встречаются случаи, когда условие  $t_0 \ll t_B$  не выполняется, уклон графика меняется и параметры рассчитываются с определенной погрешностью. Данное замечание очень часто справедливо для ОФР с небольшой продолжительностью.

Полезным свойством информации, получаемой на стадии восстановления уровня, является ее меньшая, по сравнению со стадией понижения, зависимость от колебаний дебита. В качестве негативных моментов следует отметить, что перетекание в слоистых пластах может искажать временной график на стадии восстановления, причем вероятность и величина ошибок практически неопределимы. Следовательно, при опробовании слоистых пластов способы прослеживания понижения и восстановления уровня не являются равноценными. Способ прослеживания восстановления уровня оказывается менее надежным.

С учётом отмеченных моментов, временные графики восстановления уровней в слоистых пластах имеют вспомогательное значение. Эти

зависимости следует применять только для дополнительного контроля расчетных значений водопроницаемости.

### ***3.5. Особенности интерпретации данных одиночных опробований***

Данные, полученные по центральным скважинам и при одиночных откачках (опробованиях), принято считать менее надежными и информативными по сравнению с данными по наблюдательным скважинам. Данное положение связано в основном с техническими причинами. Например, выполнение измерений уровня в опытной скважине обычно затруднено в связи с наличием в стволе скважины водоподъемного оборудования. В опытной скважине сильнее, чем в наблюдательной скважине, мешают колебания дебита. Поэтому временной график может иметь более сложную форму и труднее поддается интерпретации.

Очень существенным фактором, затрудняющим расчёт некоторых гидродинамических характеристик пласта, является неопределенность величин действующего гидродинамического (эффективного) радиуса опытной скважины ( $r'_c$ ). Значение действующего гидродинамического радиуса опытной скважины может в несколько раз и даже в несколько порядков отличаться от фактического радиуса скважины. Данное обстоятельство обычно не позволяет рассчитывать точные значения коэффициента проницаемости (уровнепроницаемости), параметра перетекания и радиуса влияния откачки по результатам одиночных опробований. Ниже будут рассмотрены приемы, позволяющие определять ориентировочные значения указанных параметров.

В ряду положительных свойств, которыми отличаются данные центральных скважин, следует, в первую очередь, отметить диагностические свойства параметра, который называется удельным дебитом опытной скважины ( $q_c = Q/S_c$ ). Из основных аналитических зависимостей динамики

подземных вод следует, что значение  $q$  примерно соответствует значению величины  $T$ . В зависимости от ряда факторов, различие в значениях указанных параметров может варьировать от 5 % до 2-3 раз, но больше - очень редко. Значение удельного дебита позволяет выполнить диагностику правильности определения основных гидродинамических характеристик, рассчитанных по временным графикам. Удельный дебит позволяет также оценить продолжительность влияния емкости ствола скважины на начальном этапе интерпретации (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Продолжительность влияния емкости скважины

$T, \text{ м}^2/\text{сут}$	1	5	10	20	50	100	500
$t_{\text{см}}, \text{ мин при } r_c=0,05$	113	23	11	6	2	1	0.2
$t_{\text{см}}, \text{ мин при } r_c=0,1$	450	90	45	22	9	5	1
$t_{\text{см}}, \text{ мин при } r_c=0,2$	1800	360	180	88	36	18	4

Временные графики опытных (центральных) скважин имеют ещё и другое преимущество. В опытных скважинах практически с самого начала опробования наступает квазистационарный режим изменения уровня. При этом режиме форма депрессионной воронки не изменяется (воронка опускается параллельно самой себе), а индикаторные графики (временные графики возмущения уровня) должны иметь форму прямой линии в условиях однородного безграничного пласта. Форма графика имеет важное диагностическое значение. Следует помнить, что прямолинейность графика сохраняется только в условиях безграничных и однородных пластов, при отсутствии влияния ёмкости скважины.

Обработка представительного участка временного графика позволяет рассчитать достаточно надежные значения параметров  $T$  и  $a/r_c^2$ . Для определения последнего параметра используют зависимости (3.8), (3.32).

Необходимо отметить, что базовым параметром, который следует рассчитывать с максимально возможной точностью, является коэффициент

водопроницаемости. Достоверное определение значения этой характеристики пласта позволяет избежать значительных ошибок при расчётах параметров, стоящих под знаком логарифма.

Значения коэффициента уровнепроводности составляют обычно  $10^3$ - $10^4$  м<sup>2</sup>/сут, а коэффициента пьезопроводности –  $10^5$ - $10^7$  м<sup>2</sup>/сут. Если известны примерные значения гравитационной водоотдачи пород изучаемого пласта, то коэффициент уровнепроводности можно уточнить, опираясь на выражение:

$$a = T/\mu. \quad (3.47)$$

Этап временного графика, которому соответствуют достаточно надёжные значения коэффициента пьезопроводности или уровнепроводности, можно использовать для достоверного определения значений  $r'_c$ :

$$r'_c = \sqrt{a / \left(\frac{a}{r_c^2}\right)}. \quad (3.48)$$

На любом этапе опробования, при наличии надёжного значения  $r'_c$ , можно оценить размеры депрессионной воронки. Значение  $\lg R_{\Pi}/r'_c$  рассчитывается на основании зависимости (3.20), а значение условного радиуса питания получается на основании выражения:

$$R_{\Pi} = (R_{\Pi}/r'_c)r'_c. \quad (3.49)$$

Следует помнить, что значение  $R_{\Pi}$  существенно меньше размеров фактической депрессионной воронки. Радиус депрессионной воронки в безграничных пластах обозначается как радиус влияния откачки ( $R_{\text{вл}}$ ). Соотношение значений радиусов влияния и питания в безграничных пластах составляет 2.33. Размеры депрессионной воронки в двухслойных пластах можно рассчитать на основании зависимостей (3.22), (3.23).

Достаточная надёжность рассчитанных значений параметров обеспечивается:

- малыми вариациями значений параметра уровнепроводности;
- значительным понижением внесённой погрешности при извлечении квадратного корня.

Таким образом, тщательная интерпретация данных одиночных опробований позволяет рассчитать ориентировочные значения практически всех необходимых параметров.

### ***3.6. Влияние емкости ствола скважин на результаты опробования***

При проведении исследований в породах со слабыми фильтрационными свойствами или в скважинах большого диаметра начальные периоды понижения и восстановления уровней всегда осложняются участием в формировании дебита откачки емкости (объема) опытной скважины. В качестве критерия, позволяющего оценивать продолжительность влияния емкости опытной скважины на форму графиков временного прослеживания (рис. 3.5), обычно используют выражение

$$\frac{\omega_c S(\Delta H)}{Q t_{ем}} \leq \varepsilon, \quad (3.50)$$

где  $\omega_c$  - площадь сечения ствола скважины;

$S(\Delta H)$  - понижение или восстановление уровня;

$t_{ем}$  - продолжительность влияния емкости скважины;

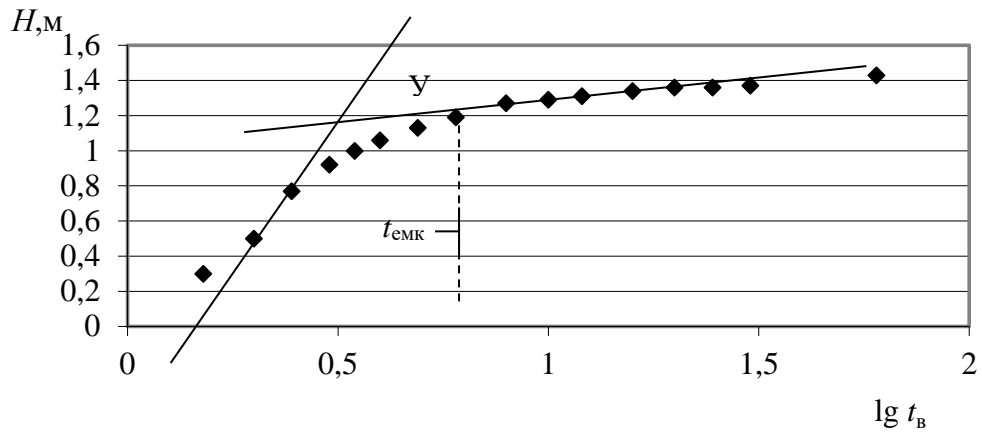
$\varepsilon$  - допустимая погрешность.

Если принять, что  $\varepsilon=0,1$ ;  $\frac{Q}{S(\Delta H)} \approx T$ ;  $\omega_c = \pi r_c^2$  то для ориентировочных расчетов периода влияния емкости выражение (3.50) упрощается:

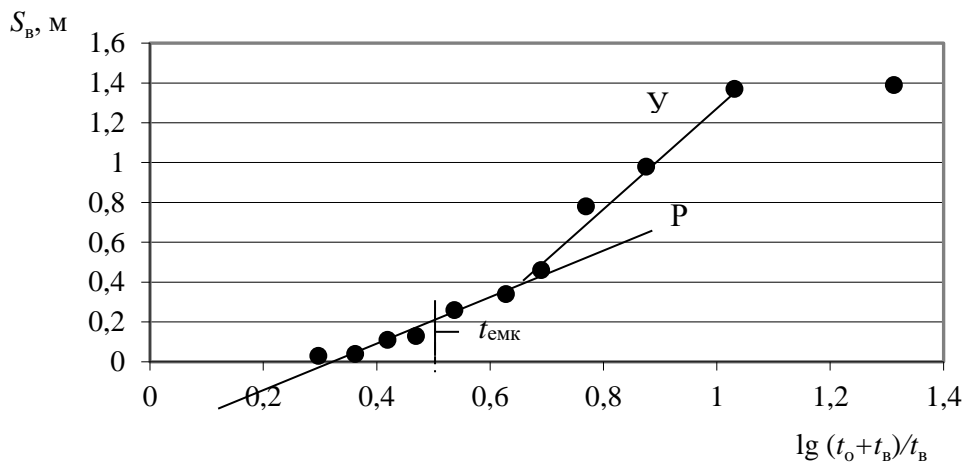
$$t_{емк} = \frac{10\pi r_c^2}{T} = \frac{31,4r_c^2}{T}. \quad (3.51)$$

На основании зависимости (3.51) можно оценить продолжительность влияния емкости скважины, задаваясь типичными для рассматриваемых условий значениями  $T$  и  $r_c^2$  (см. табл. 3.3).

а



б



в

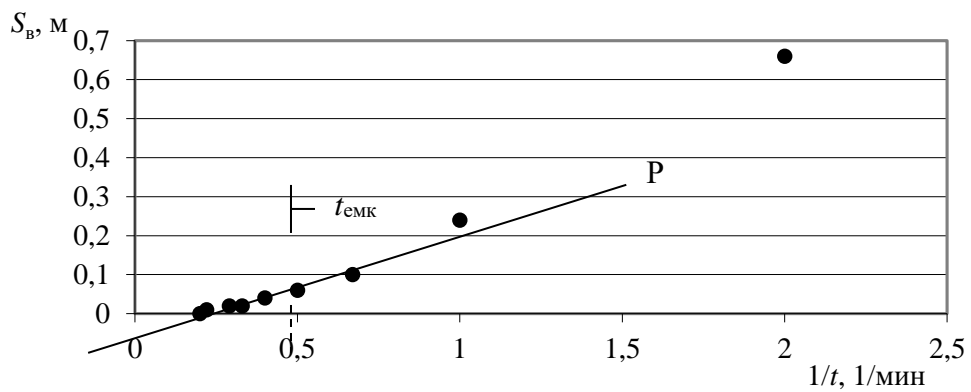


Рис. 3.5. Особенности интерпретации временных графиков;  $t_{емк}$  – период влияния емкости скважины; P – расчетный участок; Y – участок для определения условного коэффициента  $C_y$

Результаты расчетов свидетельствуют, что при  $T < 50$  м<sup>2</sup>/сут влияние емкости скважины осложняет временные графики в течение довольно продолжительного периода. При опробовании скважин относительно большого диаметра ( $r_c \geq 0,2$ ), влияние емкости скважины осложняет временные графики на начальном этапе опробования практически всегда.

Использование выражения (3.50) при обработке фактических материалов связано с существенными трудностями, которые определяются недостаточной точностью величин, входящих в данную зависимость. Принимаемое значение допустимой погрешности не является строго определенным. Площадь фактического сечения скважины зависит кроме радиуса скважины от размеров водоподъемного оборудования, занимающего часть ствола скважины, наличия каверн и вывалов в зоне изменения уровней. Значения величин возмущения уровня ( $S$  или  $\Delta H$ ), входящие в выражение (3.50), должны определяться на момент окончания периода влияния емкости скважины. Поэтому точное значение этих величин оценить достаточно сложно.

В рассматриваемых гидрогеологических условиях нередко требуется точное определение продолжительности влияния емкости скважины. Наличие других осложняющих факторов, например, этапов ложной стабилизации, приводит к тому, что представительные участки временного графика, пригодные для определения гидродинамических параметров пласта, недостаточно выражены и имеют очень короткую продолжительность.

Хорошие результаты даёт способ диагностики, позволяющий достаточно точно оценивать период влияния емкости ствола скважины, а также достоверно выделять представительный участок временного графика. Этот способ основан на свойстве графика  $S_B \div \lg((t_0 + t_B)/t_B)$  приходить в начало координат при отсутствии каких-либо других фильтрационных аномалий. Даже в тех случаях, когда форма временного графика осложняется влиянием этапов ложной стабилизации или граничных условий, участок графика, деформированный влиянием емкости, отличается по форме, уклону и отделяется от представительного (расчетного) участка резким перегибом

(см. рис. 3.5). Форма временного графика позволяет достаточно точно выделить период влияния ёмкости скважины и момент окончания этого эффекта ( $t_{ем}$ ).

При обработке данных фильтрационных опробований влияние ёмкости скважин на форму временных графиков имеет значительную продолжительность при проведении опробований в пластах с относительно низкими фильтрационными свойствами. Неправильный выбор представительного участка временного графика (на участке влияния ёмкости скважины) обычно приводит к занижению фильтрационных характеристик (параметра  $T$ ) в 3 – 5 раз.

В тех случаях, когда представительный участок графика слабо выражен и рассчитать значение коэффициента  $C_p$  с достаточной точностью не представляется возможным, можно определить значение  $C_y$ . Последняя характеристика – «условный» коэффициент - определяется по «крутому» участку графика, связанному с влиянием ёмкости ствола скважины. В тех случаях, когда на графиках хорошо выражены участки «Р» и «У», следует рассчитать поправочный коэффициент  $C_y/C_p$ . Этот коэффициент можно применять для скважин, расположенных на одном участке и вскрывающих тот же водоносный горизонт.

## 4. УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ

### 4.1. Обработка опытной откачки в палеогеновом водоносном горизонте (изотропный пласт)

Опробуемый водоносный горизонт сложен трещиноватыми опоками и песчаниками палеогена мощностью около 60 м, перекрытыми глинами и диатомитами суммарной мощностью 80-90 м. Снизу водоносный пласт подстилается мощной (около 140 м) толщей глин.

Таблица 4.1

Данные откачки из скв. 60

Время от начала откачки $t$ , сут	Дебит, л/с	Понижение $S$ , м				
		центр. скв. 60 $r_c=0,127$ м	набл. скв. 59 $r=50$ м		набл. скв. 58 $r=140$ м	
0,083	2,7	8,30	0,15		0,02	
0,25	2,7	9,10	0,56		0,05	
0,50	2,75	9,60	0,92		0,10	
0,75	2,65	9,80	1,20		0,17	
1,0	2,7	10,05	1,38		0,25	
1,5	2,7	10,30	1,58		0,36	
2,0	2,7	10,50	1,80		0,57	
3,0	2,7	10,80	2,05		0,80	
4,0	2,7	11,00	2,23		0,97	
5,0	2,7	11,15	2,33		1,10	
6,0	2,65	11,25	2,47		1,22	
7,0	2,25	11,40	2,56		1,32	
8,0	2,8	11,45	2,60		1,42	
9,0	2,8	11,55	2,75		1,55	
10,0	2,75	11,60	2,80		1,60	
12,0	2,75	11,70	2,93		1,70	
14,0	2,7	11,85	3,03		1,78	
Время от начала восстановления $t^*$ , сут			$S$ , м	$\Delta H^*$ , м	$S$ , м	$\Delta H^*$ , м
0,17		11,2	2,48	0,55	1,76	0,02
0,25		10,5	2,40	0,63	1,73	0,05
0,50		10,3	2,00	1,03	1,62	0,16
0,75		10,0	1,78	1,25	1,48	0,30
1,0		9,9	1,58	1,45	1,38	0,40
1,5		9,7	1,33	1,70	1,20	0,58
2,0		9,2	1,23	1,80	1,12	0,66
3,0		9,0	0,93	2,10	0,93	0,85

Кустовая откачка с двумя наблюдательными скважинами 58, 59 выполнена из скв. 60 практически с постоянным дебитом 2,7 л/с в течение 14 сут при сохранении нестационарного режима фильтрации (табл. 4.1).

#### **4.2. Обработка опытной откачки в палеогеновом водоносном горизонте (анизотропный пласт)**

Кустовой откачкой опробован водоносный горизонт трещиноватых опок мощностью 50-60 м, перекрытый диатомитовыми глинами мощностью 8-12 м и подстилаемый плотными глинами мощностью более 40 м. Расположение скважин в кусте показано на рис. 4.1. Откачка проведена в течение 20 сут практически с постоянным дебитом 23,6 л/с. В области влияния откачки отсутствуют геологически выраженные границы пласта; в разрезе он изолирован перекрывающими и подстилающими глинами (рис. 4.2).

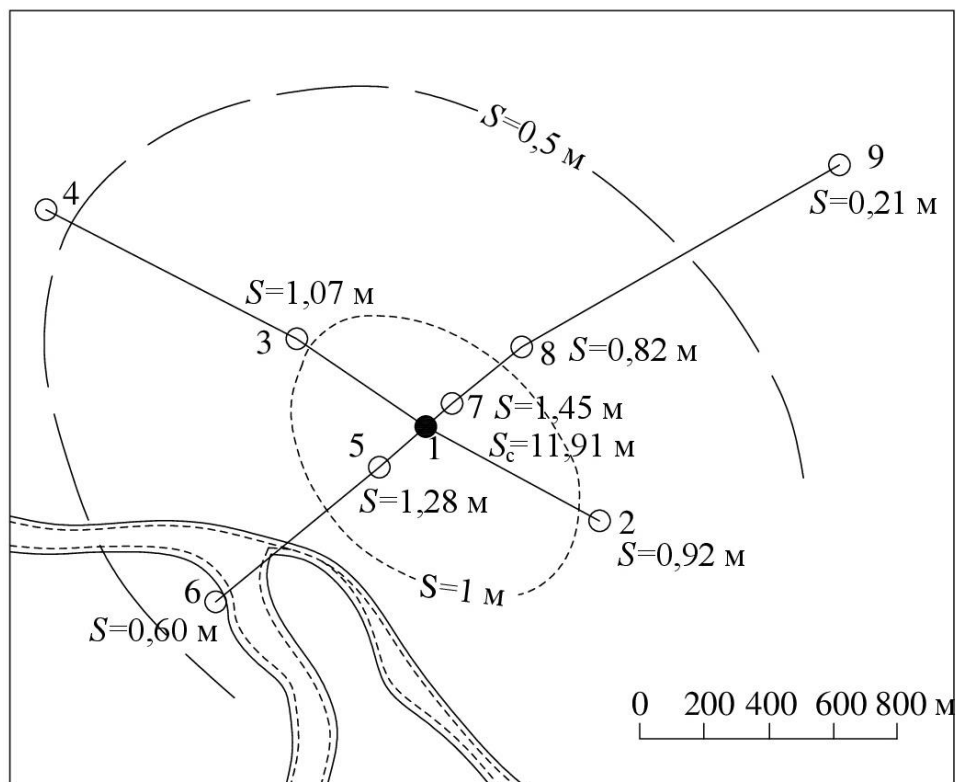


Рис. 4.1. План опытного куста скважин

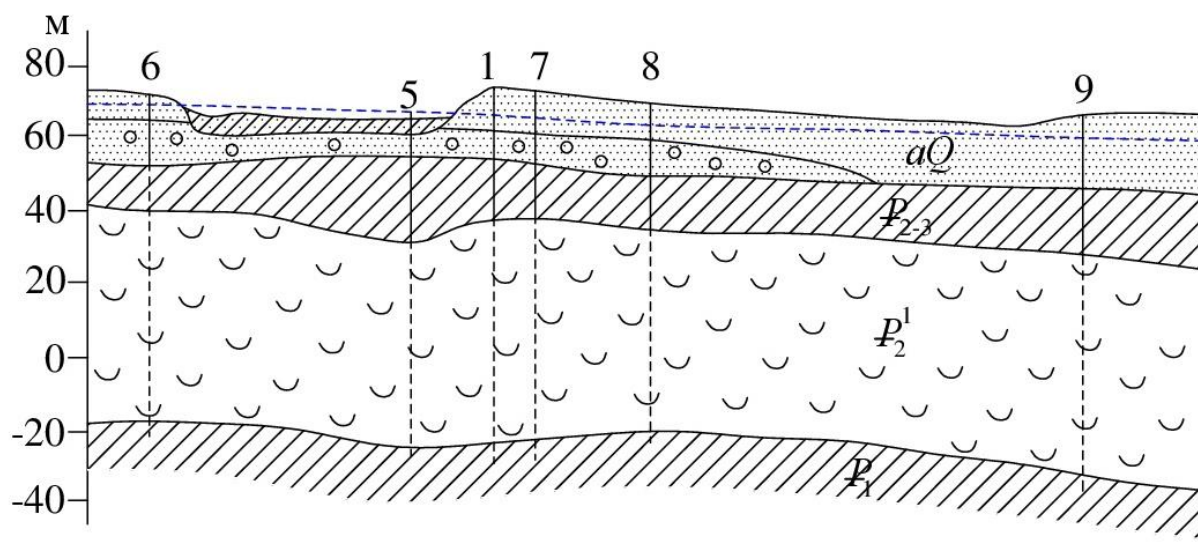


Рис. 4.2. Гидрогеологический разрез

Таблица 4.2

Данные снижения уровней при откачке из скв. 1

Время от начала откачки $t$ , сут	Дебит, л/с	Центр. скв. 1, $r_c=0,076$ м	2 $r=620$ м	3 $r=500$ м	4 $r=1400$ м	5 $r=205$ м	6 $r=880$ м	7 $r=95$ м	8 $r=395$ м	9 $r=1550$ м
0,0104	25,8	1,30						0,0,3		
0,0174	25,8	1,73				0,01		0,08		
0,0243	-	10,79				0,03		0,12		
0,0313	24,7	10,81				0,05		0,15		
0,0417	24,7	10,81				0,07		0,20		
0,0521	-	10,86		0,01		-		-		
0,0625	24,7	10,83		0,02		0,12		0,27		
0,0833	24,3	10,86	0,01	0,03		0,17		0,32		
0,125	23,6	10,87	0,03	0,07		0,23		0,40	0,01	
0,208	24,0	10,91	0,06	0,13		0,33		0,50	0,03	
0,375	23,6	11,01	0,14	0,22		0,46	0,01	0,63	0,08	
0,5	24,0	11,11	0,18	0,27		0,52	0,02	0,69	0,12	
0,75	23,6	11,24	0,26	-	0,01	-	-	-	-	
1,0	23,6	11,40	0,30	0,41	0,02	0,66	0,08	0,83	0,22	
2,0	23,3	11,44	0,44	0,56	0,07	0,81	0,17	0,98	0,35	
3,0	23,3	11,47	0,52	0,65	0,12	0,90	0,23	1,07	0,44	0,01
4,0	23,6	11,67	0,58	0,71	0,16	0,96	0,28	1,13	0,50	0,02
5,0	23,3	11,75	0,63	0,76	0,20	1,0	0,32	1,17	0,55	0,03
6,0	24,0	11,88	0,67	0,80	0,23	1,04	0,36	1,20	0,58	0,04
8,0	23,3	11,74	0,73	0,86	0,28	1,10	0,42	1,26	0,64	0,07
10,0	23,6	11,72	0,77	0,90	0,32	1,14	0,46	1,30	0,68	0,10
12,0	23,6	11,67	0,81	0,94	0,36	1,16	0,49	1,33	0,72	0,13
14,0	23,6	11,77	0,85	0,98	0,38	1,19	0,53	1,36	0,75	0,15
16,0	23,6	11,82	0,87	1,01	0,40	1,23	0,56	1,40	0,78	0,17
18,0	23,6	11,87	0,90	1,04	0,42	1,25	0,58	1,42	0,80	0,19
20,0	23,6	11,91	0,92	1,07	0,43	1,28	0,60	1,45	0,82	0,21

Время от начала восстановления $t^*$ , сут	Понижение $S$ , м								
	Центр. скв. 1, $r_c=0,076$ м	2 $r=620$ м	3 $r=500$ м	4 $r=1400$ м	5 $r=205$ м	6 $r=880$ м	7 $r=95$ м	8 $r=395$ м	9 $r=1550$ м
0,00013									
0,0006	10,22								
0,00138	3,19								
0,0035	2,42						1,44		
0,0069	2,06						1,41		
0,0104	1,83						1,38		
0,0139	1,75						1,35		
0,0174	1,71				1,26		1,33		
0,0208	1,65				1,25		1,31		
0,0278	-				1,24		1,29		
0,0313	1,58				1,23		1,26		
0,0417	-				1,20		-		
0,0521	1,54		1,05		-		1,20		
0,0625	1,49		-		-		-	0,81	
0,0833	1,45		1,04		1,12		1,14	-	
0,0938	1,39	0,91	-		-		-	0,80	
0,125	1,38	-	1,02		1,07		-	-	
0,146	1,29	0,89	-		-		1,02	0,78	
0,167	1,28	-	-		1,03		0,99	-	
0,208	1,24	0,86	0,96		0,99		0,94	0,76	
0,333	1,21	0,82	0,90		0,89		0,85	0,72	
0,458	-	0,77	0,84		0,81	0,55	0,77	0,69	
0,625	-	-	-		-	0,53	0,70	-	
0,875	1,04	0,64	0,69	0,42	0,65	-	-	0,58	
0,958	-	-	-	-	-	0,50	0,62	-	
1,23	0,94	0,57	0,61	-	0,57	-	0,56	0,52	
1,5	0,76	0,52	0,56	0,37	0,52	-	0,52	0,49	
2,04	0,61	0,45	0,48	0,34	0,44	-	0,45	0,43	
3,25	0,52	0,36	0,39	0,28	0,33	0,30	0,35	0,34	
4,13	0,46	0,31	0,32	0,25	0,27	-	0,30	0,29	0,20
5,25	0,39	0,26	0,27	0,22	0,22	0,21	0,25	0,25	0,19
6,13	0,34	0,23	0,23	0,20	0,19	0,18	0,22	0,22	0,18
12,13		0,10	0,08	0,10	0,08	0,06	0,09	0,11	0,15

### 4.3. Обработка опытной откачки в хазарском водоносном горизонте

Схема опытного куста в водоносном пласте, сложенном мелкозернистыми хазаровскими песками, перекрытыми хвалынскими глинами и суглинками, показана на рис. 4.3. Откачка проведена с постоянным дебитом  $Q=2500$  м<sup>3</sup>/сут в течение трех суток с последующим наблюдением за восстановлением уровней в течение трех суток. Данные понижений  $S$  и восстановлений  $\Delta H^*$  уровней в пьезометрических скважинах приведены в табл. 4.3.

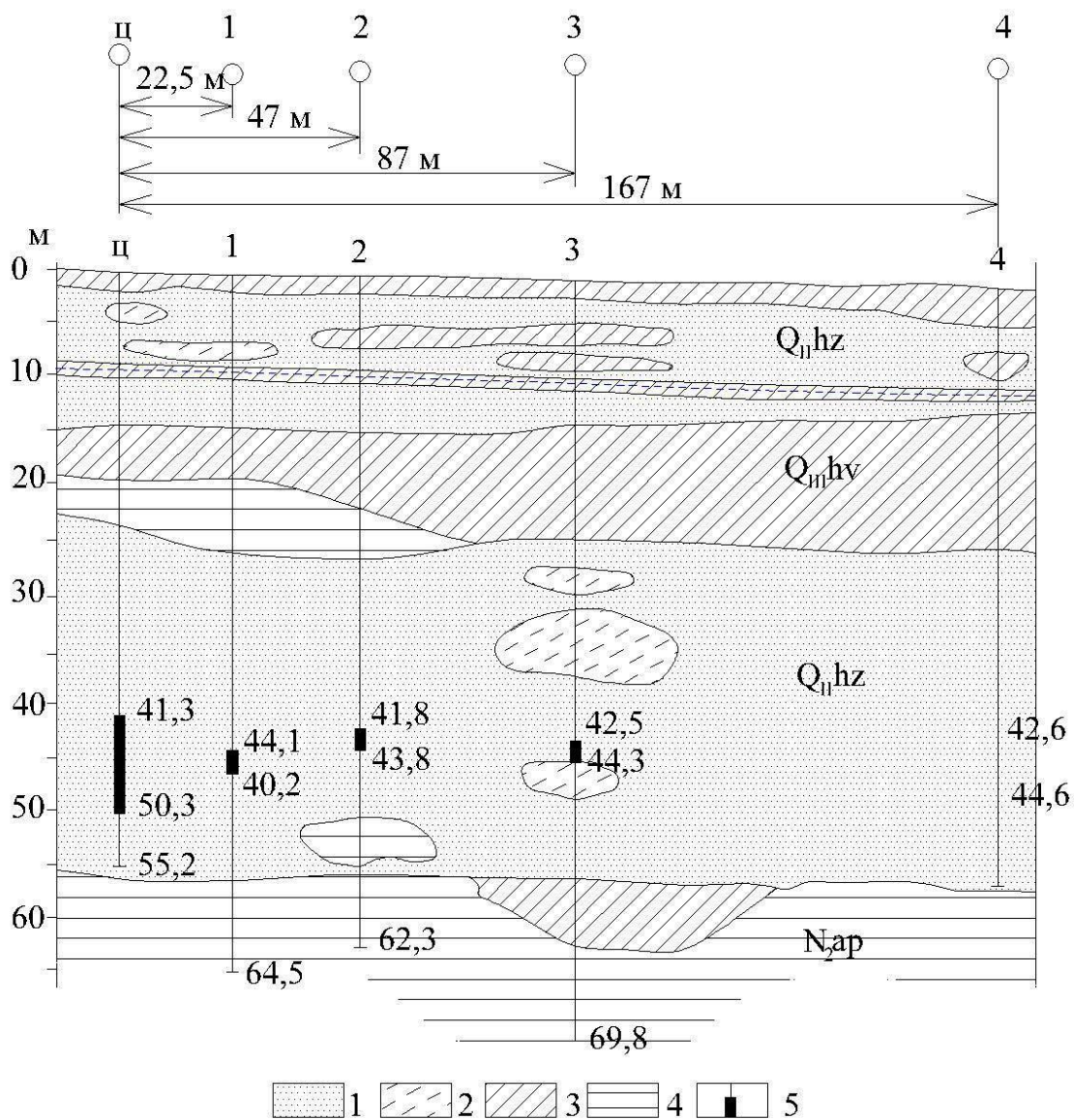


Рис. 4.3 План расположения и разрез по лучу пьезометрических скважин кустовой откачки из хазарских отложений:

1 - песок; 2 - супесь; 3 - суглинок; 4 - глина; 5 - интервал фильтров скважин

## Данные наблюдений при откачке

t, мин	Скв. 1 $r_1=22,5$ м		Скв. 2 $r_2=47$ м		Скв. 3 $r_3=87$ м		Скв. 4 $r_4=167$ м	
	S, м	$\Delta H^*$ , м	S, м	$\Delta H^*$ , м	S, м	$\Delta H^*$ , м	S, м	$\Delta H^*$ , м
2	0,539	0,4	0,079	0,2	-	0,14	-	-
4	0,77	0,56	0,37	0,38	-	0,12	-	-
6	0,91	0,68	0,48	0,48	0,21	0,19	0,038	-
8	1,01	0,9	0,59	0,62	0,29	0,22	0,05	0,03
10	1,082	0,94	0,67	0,64	0,35	0,3	0,07	0,02
15	1,24	-	0,819	-	0,48	-	0,12	-
20	1,37	1,15	0,919	0,82	0,56	0,44	0,16	0,13
30	1,5	1,33	1,04	1,02	0,66	0,58	0,24	0,18
45	1,7	-	1,22	-	0,84	-	0,36	-
55	-	1,58	-	1,18	-	0,8	-	0,38
60	1,8	-	1,34	-	0,95	-	0,44	-
120	2,02	-	1,57	-	1,19	-	0,68	-
170	-	1,96	-	1,58	-	1,12	-	0,66
320	2,2	-	1,74	-	1,34	-	0,84	-
660	2,57	-	2,09	-	1,72	-	1,19	-
1000	2,67	-	2,22	-	1,84	-	1,28	-
1400	2,74	-	2,31	-	1,88	-	1,36	-
1800	2,77	-	2,31	-	1,92	-	1,39	-
2000	2,81	-	2,31	-	1,93	-	1,43	-
3100	2,84	-	2,34	-	1,94	-	1,46	-
4000	2,84	-	2,41	-	1,942	-	1,46	-
5000	2,842	-	2,42	-	1,96	-	1,48	-

**4.4. Наливы и откачки с постоянным дебитом в одиночных скважинах**  
**Налив с постоянным дебитом в скважину 2а**

Скважина 2а расположена на полигоне УГГУ. Скважина вскрывает двухслойный пласт. Коренные породы представлены гнейсами протерозойского возраста. Водопроницаемость определяется трещинами горных пород. Коренные породы перекрыты покровными глинистыми образованиями мощностью 5 м.

В скважину 2а произведен налив с постоянным дебитом продолжительностью 30 минут. Данные наблюдений за дебитом и уровнем подземных вод при наливе представлены в табл. 4.4, 4.5, 4.6.

Таблица 4.4

## Данные наблюдений за дебитом

$t$ , МИН	5	10	15	20	25	30
$Q$ , л/с	0,14	0,13	0,14	0,15	0,17	0,17

Таблица 4.5

## Данные наблюдений за уровнем при наливе

$t$ , МИН	0,16	0,33	0,5	0,67	0,83	1,0	1,66	2,0	2,5	3,0
$G_{ТД}$ , М	6,23	6,12	5,97	5,75	5,50	5,30	5,06	5,00	4,90	4,82
$S$ , М	0,05	0,16	0,31	0,53	0,78	0,98	1,22	1,28	1,38	1,46
$t$ , МИН	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0	20,0	30,0	-
$G_{ТД}$ , М	4,79	4,73	4,68	4,56	4,53	4,50	4,48	4,40	4,39	-
$S$ , М	1,49	1,55	1,6	1,72	1,75	1,78	1,8	1,89	1,89	-

Таблица 4.6

## Данные наблюдений за восстановлением уровня

$t_{В}$ , МИН	0,16	0,33	0,5	1,0	1,66	2,0	2,5	3,0
$G_{ТД}$ , М	4,54	4,67	4,82	5,19	5,42	5,53	5,69	5,81
$S_{В,М}$	1,74	1,61	1,46	1,09	0,86	0,75	0,59	0,47
$t_{В}$ , МИН	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0	20,0
$G_{ТД}$ , М	6,0	6,07	6,14	6,20	6,22	6,24	6,26	6,28
$S_{В,М}$	0,28	0,21	0,14	0,08	0,06	0,04	0,02	0

## 5. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ ЗАДАЧИ

Таблица 5.1

Данные для построения зависимости  $S \div \lg t$

$t$ , МИН	0,16	0,3	0,5	0,67	0,83	1,0	1,66	2,0	2,5	3,0
$\lg t$	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,2	0,3	0,4	0,5
$S$ , М	0,05	0,16	0,31	0,53	0,78	0,98	1,22	1,28	1,38	1,46
$t$ , МИН	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0	20,0	30,0	-
$\lg t$	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	-
$S$ , М	1,49	1,55	1,6	1,72	1,75	1,78	1,8	1,88	1,89	-

Таблица 5.2

Данные для построения зависимости  $\Delta H \div \lg t_B$

$t_B$ , МИН	0,16	0,33	0,5	1,0	1,66	2,0	2,5	3,0
$\lg t_B$	-0,8	-0,5	-0,3	0	0,2	0,3	0,4	0,5
$\Delta H$ , М	0,16	0,28	0,43	0,8	1,03	1,14	1,3	1,42
$t_B$ , МИН	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0	20,0
$\lg t_B$	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3
$\Delta H$ , М	1,61	1,68	1,75	1,81	1,83	1,85	1,87	1,89

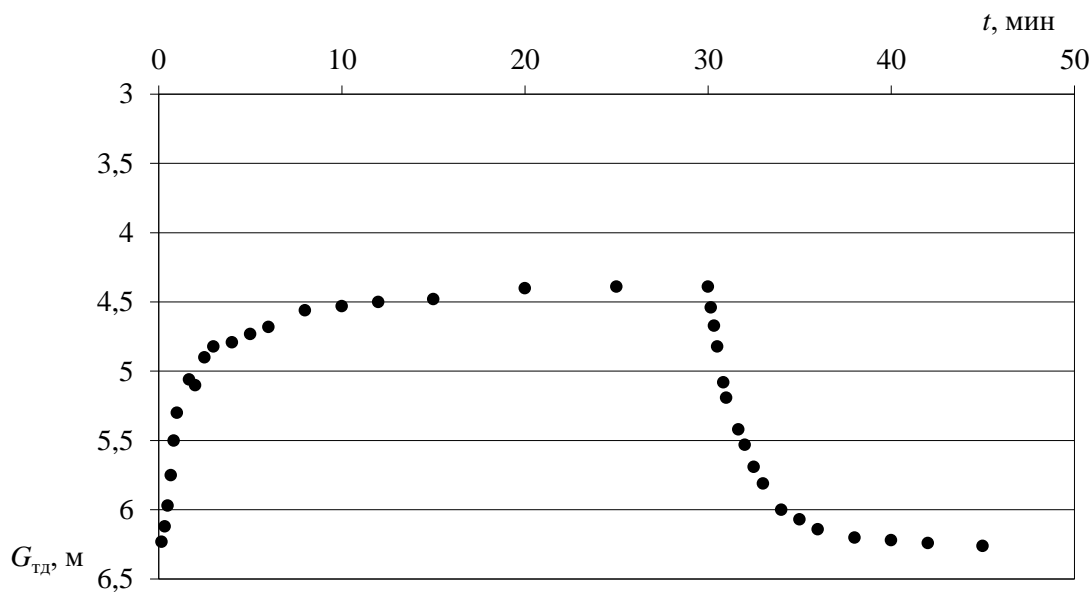
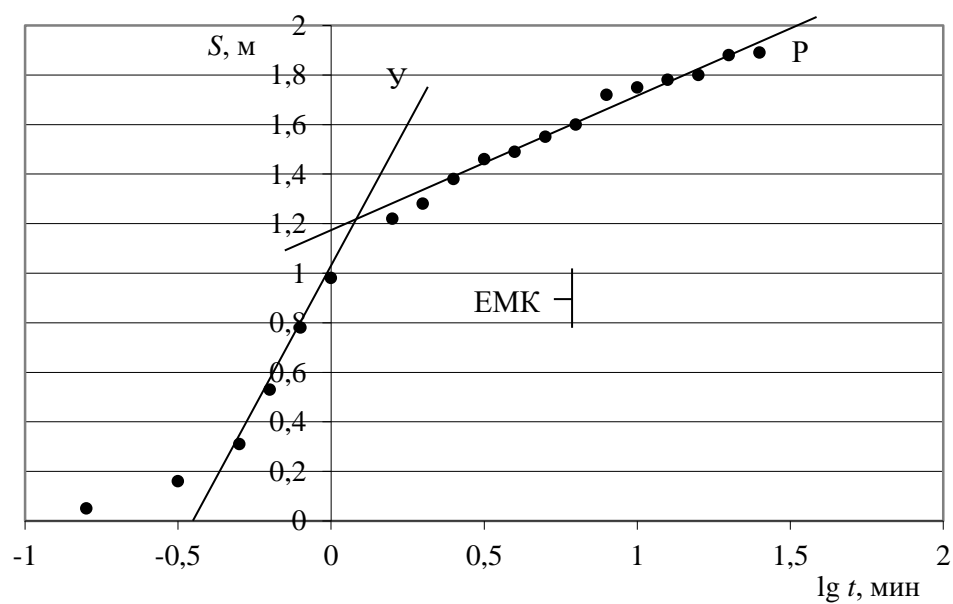
Таблица 5.3

Данные для построения зависимости  $S_B \div \lg (t_0 + t_B)/t_B$

$t_B$	0,16	0,3	0,5	0,83	1,0	1,66	2,0	2,5	3,0
$(t_0 + t_B)/t_B$	188,5	91,9	61	37,14	31,0	19,1	16,0	13,0	11,0
$\lg (t_0 + t_B)/t_B$	2,3	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
$S_B$ , М	1,74	1,61	1,46	1,2	1,09	0,86	0,75	0,59	0,47
$t_B$	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0	20,0	30,0
$(t_0 + t_B)/t_B$	8,5	7,0	6,0	4,75	4,0	3,5	3,0	2,5	1,0
$\lg (t_0 + t_B)/t_B$	0,93	0,85	0,78	0,68	0,6	0,50	0,48	0,40	0
$S_B$ , М	0,28	0,21	0,14	0,08	0,06	0,04	0,02	0	0

## Результаты интерпретации данных налива

Зависимость	$S \div \lg t$	$\Delta H \div \lg t_B$	$S_B \div \lg (t_0 + t_B) / t_B$
$C_y, \text{ м}$	1,90	1,46	1,42
$C_p, \text{ м}$	0,44	0,34	0,34
$C_y / C_p$	4,32	4,29	4,18
$T, \text{ м}^2/\text{сут}$	5,41	7,0	7,0

Рис. 5.1. Зависимость  $G_{гд} \div t$ . Налив в скв. 2аРис. 5.2. Зависимость  $S \div \lg t$ . Налив в скв. 2а

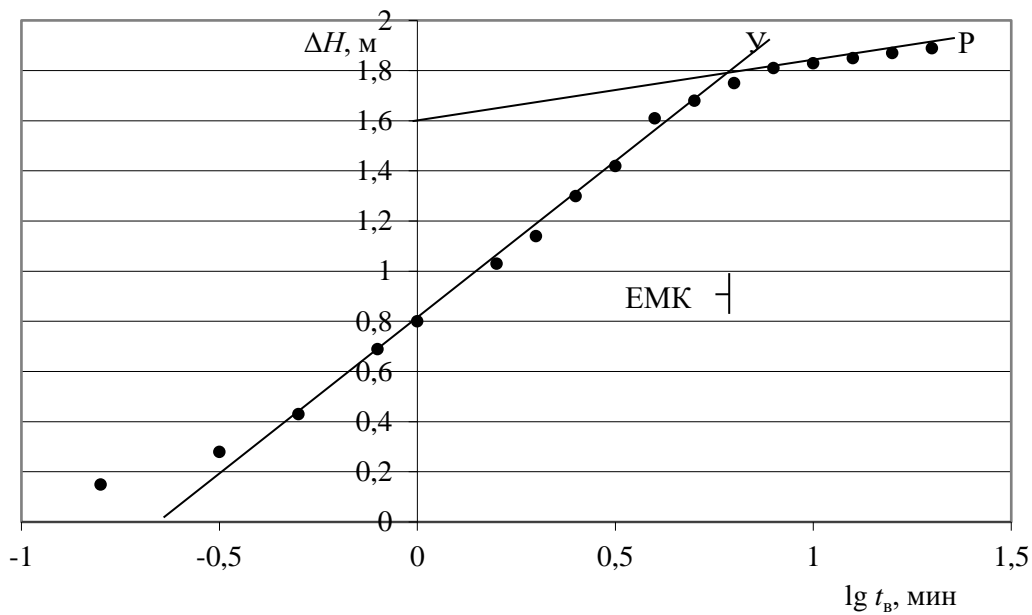


Рис.5.3. Зависимость  $\Delta H \div \lg t_B$ . Налив в скв. 2а

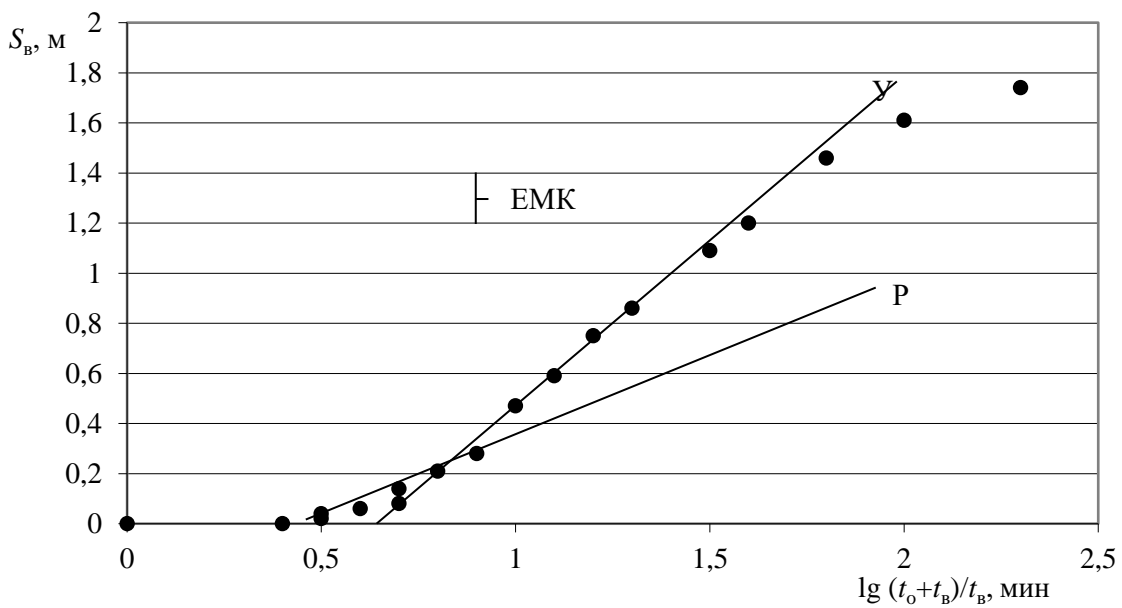


Рис. 5.4. Зависимость  $S_B \div \lg (t_0+t_B)/t_B$ . Налив в скв. 2а

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. *Планирование кустовой откачки: методические указания по курсовой работе по дисциплине «Динамика подземных вод» для студентов специальности 130302 – «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания (ГИГ)»* / сост.: С. Н. Тагильцев, Т. Н. Кибанова, В. С. Тагильцев; Уральский государственный горный университет. – Екатеринбург: УГГУ, 2008. – 31 с.

2. *Синдаловский Л. Н.* Справочник аналитических решений для интерпретации опытно-фильтрационных опробований. - СПб.: Изд-во С.-Пб. ун-та, 2006 - 769 с.

3. *Фисун Н. В., Ленченко Н. Н.* Динамика подземных вод. Краткий курс лекций и лабораторный практикум. – М.: Научный мир, 2016. – 267 с.

4. *Шестаков В. М.* Гидрогеодинамика. – М.: КДУ, 2009. – 334 с.

### Дополнительная:

5. *Мироненко В. А.* Динамика подземных вод. - М.: МГГУ, 2001. 519 с.

6. *Гавич И. К.* Гидрогеодинамика. - М.: Недра, 1988. 358 с.

7. *Мироненко В. А., Шестаков В. М.* Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. - М.: Недра, 1978 - 326 с.

8. *Шестаков В. М., Кравченко И. П., Штенгелов Р. С.* Практикум по динамике подземных вод. - М.: МГУ, 1987 - 224 с.

Учебное пособие

Сергей Николаевич Тагильцев  
Татьяна Николаевна Кибанова  
Викентий Сергеевич Тагильцев  
Анна Евгеньевна Рубцова

## **ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ РАБОТЫ**

Практикум по динамике подземных вод для студентов специализации  
«Поиски и разведка подземных вод  
и инженерно-геологические изыскания»  
направления 21.05.02– «Прикладная геология»

Редактор Л. В. Устьянцева  
Компьютерная верстка А. Е. Рубцова

Подписано в печать 16.02.18

Бумага писчая. Формат бумаги 60x84 1/16. Печать на ризографе.  
Печ. л. 3, 25. Уч. – изд. л. 1,61. Тираж 200 экз. Заказ №

Издательство УГГУ  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.  
Уральский государственный горный университет  
Отпечатано с оригинал - макета в лаборатории  
множительной техники УГГУ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу С.А.Упоров

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

### ФТД.В.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Научная специальность

**1.6.6 Гидрогеология**

форма обучения: очная, заочная

Автор: Полянок О.В., к.пс.н.

Одобрена на заседании кафедры

Рассмотрена методической комиссией

Управление персоналом  
(название кафедры)  
Зав. кафедрой Ветош  
(подпись)  
Ветошкина Т. А.  
(Фамилия И. О.)  
Протокол № 5 от 20.01.2021  
(Дата)

Геологии и геофизики  
(название факультета)  
Председатель Бондарев  
(подпись)  
Бондарев В. И.  
(Фамилия И.О.)  
Протокол № 6 от 10.02.2022  
(Дата)

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

## ВВЕДЕНИЕ

**Самостоятельная работа студентов** может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

*Внеаудиторная самостоятельная работа* - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

## 1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

**Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций.** Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации<sup>1</sup>. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

<sup>1</sup> Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

**Дискуссия** занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

**Метод «мозговой атаки»** или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

**Презентация**, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповой и индивидуальной. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного анализа (правильность предложений, подготовленность, аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

## 2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

### *Письменный опрос*

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучать лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

### *Устный опрос*

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии <sup>2</sup>.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

---

<sup>2</sup> Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)<sup>3</sup>.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

---

<sup>3</sup>Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:  
[http://priab.ru/images/metod\\_agro/Metod\\_Inostran\\_yazyk\\_35.03.04\\_Agro\\_15.01.2016.pdf](http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf)

### 3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем – самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

#### 4. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

## 5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

**Экзамен** - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятым, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным, выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: [//http://evolkov.net/case/case.study.html/](http://evolkov.net/case/case.study.html)
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому  
комплексу

С.А.Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

**ФТД.В.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И  
ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ**

*Научная специальность*  
**1.6.6 Гидрогеология**

год набора: 2022

форма обучения: очная, заочная

Автор: Полянок О.В., к.пс.н.

Одобрена на заседании кафедры

Рассмотрена методической комиссией

Управление персоналом  
*(название кафедры)*  
Зав. кафедрой Ветош  
*(подпись)*  
Ветошкина Т. А.  
*(Фамилия И. О.)*  
Протокол № 5 от 20.01.2022  
*(Дата)*

Геологии и геофизики  
*(название факультета)*  
Председатель Бондарев  
*(подпись)*  
Бондарев В. И.  
*(Фамилия И.О.)*  
Протокол № 6 от 10.02.2022  
*(Дата)*

Екатеринбург

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

## ВВЕДЕНИЕ

**Самостоятельная работа студентов** может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

*Аудиторная самостоятельная работа* по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

*Внеаудиторная самостоятельная работа* - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

## 1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

**Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций.** Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации<sup>1</sup>. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

<sup>1</sup> Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливаются заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

**Дискуссия** занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

**Метод «мозговой атаки»** или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

**Презентация**, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповой и индивидуальной. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного анализа (правильность предложений, подготовленность, аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

## 2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

### *Письменный опрос*

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучать лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

### *Устный опрос*

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии <sup>2</sup>.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

---

<sup>2</sup> Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)<sup>3</sup>.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

---

<sup>3</sup>Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:  
[http://priab.ru/images/metod\\_agro/Metod\\_Inostran\\_yazyk\\_35.03.04\\_Agro\\_15.01.2016.pdf](http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf)

### 3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

#### 4. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

## 5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

**Экзамен** - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным, выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii\\_dlya\\_studentov\\_21.pdf](http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный горный университет»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу С.А. Уборов



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ ДЛЯ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Б3.В.01(Н) НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

**Научное направление**

***1.6.6 Гидрогеология***

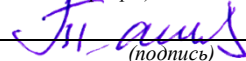
Автор: Петрова И.Г. к.г.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры

Гидрогеологии, инженерной геологии и  
геоэкологии

*(название кафедры)*

Зав.кафедрой

  
*(подпись)*

Тагильцев С. Н.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 29 от 21.09.2021

*(Дата)*

Рассмотрена методической комиссией  
факультета

Геологии и геофизики

*(название факультета)*

Зав.кафедрой

  
*(подпись)*

Бондарев В. И.

*(Фамилия И.О.)*

Протокол № 2 от 07.10.2021

*(Дата)*

Екатеринбург

## Виды и результаты научных исследований

Научные исследования осуществляются аспирантом в течение всего периода обучения.

Научные исследования могут быть следующих видов:

- ведение библиографической работы с привлечением современных информационных и коммуникационных технологий;
- участие в научно-практических конференциях, семинарах, круглых столах и др.;
- написание научной статьи по проблеме исследования;
- участие в конкурсах научно-исследовательских работ;
- работа аспиранта в рамках научно-исследовательского семинара кафедры;
- осуществление научно-исследовательской работы по конкретной теме;
- подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук.

Перечень видов научных исследований аспиранта и её результатов представлен в таблице.

### Перечень видов научных исследований аспиранта и её результатов

Виды научных исследований	Результаты
1. Ведение библиографической работы с привлечением современных информационных и коммуникационных технологий	Картотека литературных источников (монографии одного автора, группы авторов, авторефераты, диссертации, статьи в сборнике научных трудов, статьи в журналах и пр.)
2. Участие в научно-практических конференциях, семинарах, круглых столах и др.	Выступление на научно-практических конференции (семинаре, круглом столе и др.); написание тезисов доклада
3. Написание научных статей по проблеме исследования	Опубликование статьи в научном журнале
4. Участие в конкурсах научно-исследовательских работ	Получение сертификата (диплома) участника конкурса научно-исследовательских работ
5. Работа аспиранта в рамках научно-исследовательского семинара кафедры	Доклад аспиранта в рамках научно-исследовательского семинара кафедры
6. Осуществление научно-исследовательской работы по конкретной теме	Сбор эмпирических данных по проблеме и их интерпретация; написание Отчета о НИР по конкретной теме
7. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

Перечень видов научных исследований для аспирантов может быть конкретизирован и дополнен в зависимости от специфики научно-квалификационной работы (диссертации). Научный руководитель устанавливает обязательный перечень видов научных исследований и степень участия в научных исследованиях аспиранта в течение всего периода обучения.

### **Виды научных статей и основные принципы их построения**

Научная публикация – один из основных результатов деятельности исследователя. Её главная цель – сделать работу автора достоянием других исследователей и обозначить его приоритет в избранной области исследований. Существует несколько видов научных публикаций: монографии, статьи и тезисы докладов. Особый интерес представляют научные статьи, которые делятся на рецензируемые (перед опубликованием статья проходит рецензирование) и нерецензируемые.

**Научная статья** – это научная публикация, написанная на 5-10 страниц и содержащая небольшой, но достаточный для понимания материал по проведенному исследованию и объективное обсуждение его значения. Он должен содержать достаточное количество данных и ссылок на опубликованные источники информации, чтобы коллегам можно было оценить и самим проверить работу.

Чтобы написать хорошую статью необходимо соблюдать стандарты построения общего плана научной публикации и требования научного стиля речи. Это обеспечивает однозначное восприятие и оценку данных читателями. Основные черты научного стиля: логичность, однозначность, объективность.

По содержанию научные статьи бывают теоретического и эмпирического характера.

*Теоретические научные статьи* содержат в себе результаты исследований, выполненных с помощью таких методов познания, как абстрагирование, синтез, анализ, индукция, дедукция, формализация, идеализация, моделирование. Главенствующее значение при этом имеют логические законы и правила.

*Эмпирические научные статьи* хоть и используют ряд теоретических методов, но больше опираются на методы измерения, наблюдения, эксперимента и т. п. В заголовках таких статей часто употребляются слова «методика», «оценка», «определение».

Принципы построения научной статьи могут варьироваться в зависимости от тематики и особенностей проведенного исследования. При написании научной статьи необходимо придерживаться следующей структуры изложения: название (заглавие), аннотация, текст статьи (включая введение, основной текст, заключение/выводы), список литературы.

*Название (заглавие)* – очень важный элемент статьи. По названию судят обо всей работе, поэтому заглавие статьи должно полностью отражать ее

содержание. Правильнее сформулировать название после написания статьи, когда до конца становится понятна сама суть статьи, её основная идея.

*Аннотация* выполняет функцию расширенного названия статьи и повествует о содержании работы. Аннотация показывает, что, по мнению автора, наиболее ценно и применимо в выполненной им работе.

Во *введении* обосновываются актуальность рассматриваемого в статье проблемы – степень её важности в данный момент для решения данной проблемы, это способность её результатов быть применимыми для достижения достаточно значимых научно-практических задач – и новизна работы – то, что отличает результат данной работы от результатов других авторов. Если позволяет объем статьи во введении можно конкретизировать цель и задачи исследований, а также следует привести известные способы решения вопроса и их недостатки.

*Основной текст* занимает центральное место в статье и содержит данные о методах исследования, экспериментальную часть, анализ, обобщение и разъяснение собственных данных или сравнение теорий.

*Заключение* статьи содержит краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы. В заключении, как правило, автор исследования суммирует результаты осмысления темы, выводы, обобщения и рекомендации, которые вытекают из его работы, подчеркивает их практическую значимость, а также определяет основные направления для дальнейшего исследования в этой области знаний.

*Выводы* (вместо заключения) обычно пишутся, если статья основана на экспериментальных данных и является результатом многолетнего труда. Выводы не могут быть слишком многочисленными. Достаточно трех-пяти ценных для науки и производства выводов, полученных в итоге нескольких лет работы над темой.

*Список литературы* – это перечень использованных при выполнении работы и цитируемых государственных документов, монографий, научных статей и др. с указанием основных данных (место и год выхода, издательство и др.).

Рекомендуемый перечень этапов написания научной статьи:

- определение готовности к написанию статьи и возможности ее публикации в открытой печати;
- составление подробного плана построения статьи;
- поиск всей необходимой информации (статьи, книги, патенты и др.) и её анализ;
- написание научной статьи;
- составление списка литературы и указание необходимых библиографических ссылок по тексту;
- работа над названием статьи;
- подготовка аннотации;

- проведение авторского редактирования (в т. ч. сокращение всего, что не несет полезной информации, вычеркивание лишних слов, непонятных терминов, неясностей).

### **Особенности подготовки тезисов доклада**

**Тезисы доклада** – это краткая научная публикация, как правило, содержащая 1-2 страницы текста, в обобщённом виде описывающего результаты научного исследования, которые предполагается донести до научного сообщества в виде доклада на научно-практической конференции (семинаре, симпозиуме, круглом столе и др.).

Принципы построения тезисов докладов те же самые, что и по научным статьям. Тезисы доклада – это упрощённый вариант научной статьи.

### **Правила подготовки научного доклада**

**Научный доклад** – сообщение о результатах проведенного научного исследования по определенной тематике, выносимых на публичное обсуждение.

Подготовка научного доклада требует соблюдения определенных правил изложения материала. Все изложение материала должно соответствовать строгому логическому плану и раскрывать основную цель доклада.

Основные моменты, которыми следует руководствоваться аспиранту при подготовке научного доклада, можно изложить в следующих пунктах:

- актуальность темы доклады;
- развитие научной мысли по исследуемой тематике;
- осуществление обратной связи между разделами доклада;
- обращение к ранее опубликованным материалам по данной теме;
- широкое использование тематической литературы;
- четкая логическая структура компоновки отдельных разделов доклада.

Научный доклад должен включать в себя следующие структурные элементы: вступление, основные результаты исследования и их обсуждение, заключение (выводы), список использованных при подготовке и цитированных источников.

Целью *вступления* является доведение до слушателей основных задач, которые ставил перед собой автор. Как правило, вступление содержит в себе:

раскрытие уровня актуальности данной темы; подробное объяснение причин, по которым была выбрана тема; определение целей и задач; необходимую вводную информацию по теме; четкий план изложения материала. После вступления автором в краткой форме излагаются *основные результаты*, полученные в ходе исследования, и на их основании делаются выводы. Этот

раздел можно насытить иллюстрациями – таблицами, графиками, фотографиями, которые несут основную функцию доказательства, представляя в свернутом виде подготовленный материал. Иллюстрации желательно представить в виде мультимедиа-презентации. В заключение доклада даётся чёткое обобщение того, что сказано, и делаются основные выводы.

У докладчика могут быть содокладчики. Докладчики и содокладчики – основные действующие лица, которые должны: уметь хорошо ориентироваться в теме своего доклада, сообщать новую информацию, использовать технические средства, дискутировать и быстро отвечать на вопросы, четко выполнять установленный регламент (как правило, докладчик – 10 мин; содокладчик – 5 мин; дискуссия – 10 мин), иметь представление о композиционной структуре доклада.

### **Основные этапы и инструментарий научно-исследовательской работы (НИР) по конкретной теме**

Основными этапами НИР по конкретной теме являются:

- 1) анализ проблемы;
- 2) определение формата исследований;
- 3) формулирование цели и задач исследования;
- 4) выявление потребностей в ресурсах;
- 5) прогноз и анализ будущих условий;
- 6) отбор вариантов;
- 7) планирование НИР;
- 8) проведение НИР;
- 9) составление Отчета о НИР;
- 10) публичная защита выполненной работы.

Детализированные этапы НИР по конкретной теме и применяемый на каждом этапе научный инструментарий представлены в табл.

### **Этапность выполнения научно-исследовательской работы**

Этапы	Научный инструментарий
<b>1. Анализ проблемы</b>	
1.1. Выявление проблемы 1.2. Формулирование проблемы 1.3. Анализ структуры проблемы и ее внешних связей 1.4. Оценка принципиальной разрешимости проблемы	Методы: сценариев, дерева целей, диагностический, экономический анализ
<b>2. Определение формата исследований</b>	
2.1. Определение объекта исследования 2.2. Определение предмета исследования 2.3. Выделение элементов исследуемой	Методы: матричные, диагностические, кибернетические модели.

Этапы	Научный инструментарий
проблемы 2.4. Определение среды	
<b>3. Формулирование цели и задач исследования</b>	
3.1. Определение целей и ограничений среды 3.2. Формулирование общей цели и критерия 3.3. Оценка цели с позиции удовлетворения требованиям модели устойчивого развития 3.4. Определение задач исследования 3.5. Построение логической модели выполнения исследования	Методы: экспертных оценок, дерева целей, кибернетические модели.
<b>4. Выявление потребностей в ресурсах</b>	
4.1. Оценка современного состояния ресурсов 4.2. Обоснование необходимых ресурсов 4.3. Оценка возможности взаимодействия с отдельными исследователями и исследовательскими коллективами	Метод: экспертных оценок, статистический анализ.
<b>5. Прогноз и анализ будущих условий.</b>	
5.1. Прогноз развития и изменения среды 5.2. Комплексный анализ взаимодействия факторов будущего развития 5.3. Предсказание появления новых факторов, влияющих на исследуемую проблему 5.4. Анализ возможных изменений целей и критериев	Методы: сценариев, экспертных оценок, дерева целей, статистические модели и др.
<b>6. Отбор вариантов</b>	
6.1. Обоснование возможных вариантов выполнения поставленных целей 6.2. Оценка и сравнение вариантов по трудоемкости, стоимости и рискованности 6.3. Отбор наиболее целесообразного варианта выполнения НИР	Методы: экспертных оценок, дерева целей.
<b>7. Построение программы проведения НИР (планирование НИР)</b>	
7.1. Формулирование плана работы с учетом ограничений по ресурсам и по времени 7.2. Определение ожидаемого результата по каждому планируемому временному отрезку 7.3. Планирование взаимодействия с другими исследователями и коллективами 7.4. Планирование встреч с научным руководителем 7.5. Планирование подведения итогов проделанной работы в рамках программы НИР	Методы: диагностический, нормативный анализ, сетевые, описательные модели.
<b>8. Проведение НИР</b>	
8.1. Выбор методов проведения исследований и их использование 8.2. Обоснование методики проведения исследований и ее реализация 8.3. Обоснование информационной базы исследования и сбор фактического материала 8.4. Обобщение и анализ монографий, научных статей, нормативно-правовых документов,	Методы: диагностический, описательный, сравнительный анализ.

Этапы	Научный инструментарий
статистической отчетности	
<b>9. Составление Отчета о НИР</b>	
9.1. Оформление Отчёта о НИР 9.2. Оценка степени изучения исследуемой темы 9.3. Характеристика состояния проблемы в виде нерешенного вопроса или ситуации, обоснование путей ее дальнейшего исследования	Методы: описательный, сравнительный анализ.
<b>10. Публичная защита выполненной работы</b>	
10.1. Предварительная защита выполненной НИР перед научным руководителем 10.2. Обсуждение результатов НИР	Методы: описательный, сравнительный анализ.

### **Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук**

Научно-квалификационная работа должна содержать решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, а также содержать рекомендации по практическому использованию результатов исследования. Изложенные аспирантом результаты должны быть аргументированы и оценены по сравнению с известными разработками в исследуемой области.

#### **Общие требования к содержанию научно-квалификационной работы:**

научно-квалификационная работа выполнена на актуальную тему;  
четко изложены цель и задачи исследования;

раскрыта суть проблемы с систематизацией точек зрения авторов и выделением научных направлений, оценкой их общности и различий, обобщением отечественного и зарубежного опыта; изложена собственная, аргументированная позиция аспиранта по поводу подходов к решению проблемы;

сделан подробный обзор литературы по теме диссертации, который основывается на актуальных научно-исследовательских публикациях и содержит анализ основных результатов и положений, полученных ведущими специалистами в области проводимого исследования, оценку их применимости в рамках диссертационного исследования, а также предполагаемый личный вклад автора в разработку темы. Основу обзора литературы должны составлять источники, раскрывающие теоретические аспекты изучаемого вопроса, в первую очередь научные монографии и статьи в научных журналах;

стиль изложения материала – научный, со ссылками на источники; достоверность выводов базируется на глубоком анализе объекта исследования с применением современных методов исследования;

в работе представлено новое решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний; научно обоснованы экономические разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач;

представлено не менее трех элементов научной новизны, имеющих глубокую проработку.

#### **Структура научно-квалификационной работы:**

- Введение к диссертации.
- Разделы основной части диссертации в виде нескольких глав.
- Заключение в виде выводов и рекомендаций.
- Библиографический список по теме диссертации.
- Приложения.

Введение, заключение, библиографический список пишутся по определенным, установившимся правилам, следуя некоторому шаблону. При написании основной части диссертации и приложений необходим в основном нешаблонный, творческий подход, научный поиск.

**Введение** состоит из следующих подразделов, располагаемых обычно в указанном порядке: «Актуальность исследования», «Цели и задачи исследования», «Объект исследования», «Предмет исследования», «Методологическая и теоретическая основа исследования», «Информационная база исследования», «Научная новизна исследования», «Практическая значимость работы», «Апробация результатов исследования».

«*Актуальность исследования*» содержит положения и доводы, свидетельствующие в пользу научной и прикладной значимости решения проблемы, исследуемой в диссертации.

«*Цели и задачи исследования*» содержат формулировку главной цели, которая видится в решении основной проблемы диссертации, обеспечивающем внесение значимого вклада в теорию и практику.

«*Объект исследования*» представляет область научных изысканий, в пределах которой выявлена и существует исследуемая проблема.

«*Предмет исследования*» должен быть более узок и конкретен. Благодаря его формулированию в диссертации из общей системы, представляющей объем исследования, выделяется часть системы или процесс, протекающий и системе, являющийся непосредственным предметом исследования.

Формулирование подраздела «*Методологическая и теоретическая основа исследования*» обычно носит стандартный характер и сводится к утверждению, что такую основу составили научные труды отечественных и зарубежных авторов в области тех отраслей и направлений науки, к которым относится тема диссертации. Здесь же целесообразно выделить отдельной строкой использованные в диссертации методы исследования, такие, как

методы системного анализа и исследования операций, математические, статистические методы, метод сравнений и аналогий, метод обобщений, метод натурного моделирования, метод экспертных оценок и др.

При составлении данного подраздела введения следует указать исследователей и ученых, причастных к используемой в диссертации методологической и теоретической базе исследований (список из 15-20 имен).

К методологическим основам и методам исследования тесно примыкает подраздел *«Информационная база исследования»*, который иногда включается в состав предшествующего ему подраздела. В нескольких строчках данного подраздела указывается, что в числе информационных источников диссертации использованы: а) научные источники в виде данных и сведений из книг, журнальных статей, научных докладов и отчетов, материалов научных конференций, семинаров; б) статистические источники в виде отечественных и зарубежных статистических материалов, отчетов органов государственной, региональной, ведомственной статистики, материалов разных организаций, фондов, институтов; и) официальные документы в виде кодексов законов, законодательных и других нормативных актов, в том числе положений, инструкций, докладов, проектом; г) результаты собственных расчетов и проведенных экспериментов.

*«Научная новизна исследования»* – подраздел введения, который играет особо важную роль. Научная новизна работы должна быть не только продекларирована, но и подтверждена. При этом к числу признаков, позволяющих утверждать о научной новизне диссертации, относятся:

- постановка новой научной проблемы;
- введение новых научных категорий и понятий, развивающих представление о данной отрасли знаний;
- раскрытие новых закономерностей протекания естественных и общественных процессов;
- применение новых методов, инструментов, аппарата исследования;
- разработка и научное обоснование предложений об обновлении объектов, процессов и технологий, используемых в экономике и управлении;
- развитие научных представлений об окружающем мире, природе, обществе.

В подразделе *«Практическая значимость исследования»* перечисляются области прикладной деятельности, органы и организации, формы использования результатов выполненного исследования и рекомендаций, высказанных в диссертации.

Подраздел *«Апробация результатов исследования»* содержит сведения о практической проверке основных положений и результатов диссертационной работы, а также областях научной, прикладной, учебной деятельности, в которых результаты исследования нашли применение. В этом же подразделе указывается, где и когда докладывались результаты исследований и были опубликованы.

**Основная часть диссертации** может строиться по системно-проблемному принципу, когда вся структура диссертации непосредственно и целиком «наализывается» на научную проблему, решаемую в работе, т. е. проблема служит не только отправной позицией, но пронизывает насквозь всю работу. Диссертация строится по схеме: «сущность проблемы и ее постановка – предлагаемые способы решения проблемы – подтверждение и практическое значение результатов решения проблемы». Системность такой композиции состоит в разделении проблемы на составные части в виде подпроблем, решении отдельных подпроблем и дальнейшем сведении результатов решения подпроблем в общее решение всей проблемы.

Примерный макет содержания основной части кандидатской диссертации, структурированной по системно-проблемному принципу может иметь следующий вид:

Глава 1. Критический анализ состояния проблемы.

1.1 Развернутая постановка проблемы с учетом ее исходного состояния.

1.2 Точки зрения других авторов на проблему и пути ее решения. Анализ предшествующих работ.

1.3 Обоснование программы проведенных в диссертации исследований и принятого метода исследования.

1.4 Генеральный замысел решения проблемы – теоретическое и методическое обоснование.

Глава 2. Предлагаемые способы решения проблемы.

2.1 Расчленение проблемы на составляющие ее подпроблемы.

2.2 Способы и пути решения подпроблем.

2.3 Соединение результатов решения подпроблем и предлагаемое на этой основе решение всей проблемы.

Глава 3. Проверка и подтверждение результатов исследования.

3.1 Проверка предложенного способа решения проблемы на основе собственных расчетов, опытов, экспериментов, данных.

3.2 Сопоставление полученного результата с другими имеющимися данными, подтверждающее достоверность, прогрессивность, перспективность полученных в диссертации результатов.

3.3 Практическое приложение результатов решения проблемы.

3.4 Перспектива, которую открывают науке и практике итоги диссертационного исследования.

В зависимости от характера проблемы и отрасли знания содержание глав и параграфов изменяется, варьируется, но общие принципы построения диссертации в целом может быть сохранены.

**Заключение.** Содержит выводы из выполненного исследования и вытекающие из него рекомендации.

На выводы и рекомендации, следующие из диссертационного исследования, должны:

- отражать результативность и значимость работы;
- входить в автореферат в том же виде, что и в диссертацию;

- статья основой в процессе подготовки решений о принятии диссертации к защите и о присуждении ученой степени.

Выводы должны обладать краткостью и четкостью, быть конкретными. Рекомендации должны быть сформулированы предметно и адресно.

**Библиографический список.** Составляется в соответствии с очередностью ссылок в работе на литературные источники или в алфавитном порядке. Допускается построение списка по тематическому принципу, по хронологическому принципу и по видам издания (монографии, сборники, журнальные статьи и т. п.).

При использовании ссылок на иностранные источники, источники следует включать в библиографический перечень после списка источников на русском языке.

Ссылка на источник в тексте диссертации осуществляется посредством указания его номера в библиографическом списке в квадратных скобках после изложения содержания источника или указания фамилии его автора.

**Приложения.** Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме приложения могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в основном тексте работы приводятся основные выводы и результаты и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию.

## **Учебно-методическое и информационное обеспечение научных исследований аспиранта**

### ***Нормативные документы:***

- Положение о присуждении ученых степеней. Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней".

- Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 13.01.2014, № 7

- Приказ Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении номенклатуры специальностей научных работников» (с посл. изменениями: от 11.08.2009 г. приказ № 294 и от 16.11.2009 г. приказ № 603);

- Приказ Минобрнауки России от 19 ноября 2013 г. N 1259 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";

- Паспорт специальности 21.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденной Приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 886.

***Учебная литература:***

- Основы научных исследований / Б. И. Герасимов, В.В. Дробышева, Н. В. Злобина, Е. В. Нижегородов, Г. И. Терехова. – 2-е изд., доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 272 с.

***Научные журналы:***

- «Известия УГГУ»
- «Геология рудных месторождений»
- «Доклады РАН»
- «Отечественная геология»
- «Руды и металлы»
- «Разведка и охрана недр»

***Электронные ресурсы:***

- Ласковец С.В. Методология научного творчества: учебное пособие / С.В. Ласковец. М.: Евразийский открытый институт, 2010. - 32 с. // <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90384>
- Новиков А.М. Методология научного исследования / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. - М. :Либроком, 2010. - 284 с. // <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82773>

***Интернет-ресурсы открытого доступа:***

- Российская государственная библиотека [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
- eLBRARY.ru научная электронная библиотека [www.elbrary.ru](http://www.elbrary.ru)
- [www.window/edu/ru/window/catalog](http://www.window/edu/ru/window/catalog)

УММ составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле, рабочего учебного плана ФГБОУ ВПО «УГГУ», направленность «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Составили:

Душин В.А.

зав. кафедрой ГПР МПИ, профессор, доктор  
геолого-минералогических наук



Макаров А.Б.

профессор кафедры ГПР МПИ, доцент, доктор  
геолого-минералогических наук



УММ рассмотрены и одобрены на заседании кафедры:

**ГПР МПИ**

---

Протокол № 152 от 18 июня 2015 г.

Зав. кафедрой

ГПР МПИ



В.А. Душин

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела подготовки  
кадров высшей квалификации



В. Е. Петряев

## Виды и результаты научных исследований

Научные исследования осуществляются аспирантом в течение всего периода обучения.

Научные исследования могут быть следующих видов:

- ведение библиографической работы с привлечением современных информационных и коммуникационных технологий;
- участие в научно-практических конференциях, семинарах, круглых столах и др.;
- написание научной статьи по проблеме исследования;
- участие в конкурсах научно-исследовательских работ;
- работа аспиранта в рамках научно-исследовательского семинара кафедры;
- осуществление научных исследований по конкретной теме;
- подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук.

Перечень видов научных исследований аспиранта и её результатов представлен в таблице.

### Перечень видов научных исследований аспиранта и её результатов

Виды научных исследований	Результаты
1. Ведение библиографической работы с привлечением современных информационных и коммуникационных технологий	Картотека литературных источников (монографии одного автора, группы авторов, авторефераты, диссертации, статьи в сборнике научных трудов, статьи в журналах и пр.)
2. Участие в научно-практических конференциях, семинарах, круглых столах и др.	Выступление на научно-практических конференции (семинаре, круглом столе и др.); написание тезисов доклада
3. Написание научных статей по проблеме исследования	Опубликование статьи в научном журнале
4. Участие в конкурсах научно-исследовательских работ	Получение сертификата (диплома) участника конкурса научно-исследовательских работ
5. Работа аспиранта в рамках научно-исследовательского семинара кафедры	Доклад аспиранта в рамках научно-исследовательского семинара кафедры
6. Осуществление научных исследований по конкретной теме	Сбор эмпирических данных по проблеме и их интерпретация; написание Отчета о НИ по конкретной теме
7. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

Перечень видов научных исследований для аспирантов может быть конкретизирован и дополнен в зависимости от специфики научно-квалификационной работы (диссертации). Научный руководитель устанавливает обязательный перечень видов научных исследований и степень участия в научных исследованиях аспиранта в течение всего периода обучения.

### **Виды научных статей и основные принципы их построения**

Научная публикация – один из основных результатов деятельности исследователя. Её главная цель – сделать работу автора достоянием других исследователей и обозначить его приоритет в избранной области исследований. Существует несколько видов научных публикаций: монографии, статьи и тезисы докладов. Особый интерес представляют научные статьи, которые делятся на рецензируемые (перед опубликованием статья проходит рецензирование) и нерецензируемые.

**Научная статья** – это научная публикация, написанная на 5-10 страниц и содержащая небольшой, но достаточный для понимания отчет о проведенном исследовании и объективное обсуждение его значения. Отчет должен содержать достаточное количество данных и ссылок на опубликованные источники информации, чтобы коллегам можно было оценить и самим проверить работу.

Чтобы написать хорошую статью необходимо соблюдать стандарты построения общего плана научной публикации и требования научного стиля речи. Это обеспечивает однозначное восприятие и оценку данных читателями. Основные черты научного стиля: логичность, однозначность, объективность.

По содержанию научные статьи бывают теоретического и эмпирического характера.

*Теоретические научные статьи* содержат в себе результаты исследований, выполненных с помощью таких методов познания, как абстрагирование, синтез, анализ, индукция, дедукция, формализация, идеализация, моделирование. Главенствующее значение при этом имеют логические законы и правила.

*Эмпирические научные статьи* хоть и используют ряд теоретических методов, но больше опираются на методы измерения, наблюдения, эксперимента и т. п. В заголовках таких статей часто употребляются слова «методика», «оценка», «определение».

Принципы построения научной статьи могут варьироваться в зависимости от тематики и особенностей проведенного исследования. При написании научной статьи необходимо придерживаться следующей структуры изложения: название (заглавие), аннотация, текст статьи (включая введение, основной текст, заключение/выводы), список литературы.

*Название (заглавие)* – очень важный элемент статьи. По названию судят обо всей работе, поэтому заглавие статьи должно полностью отражать ее

содержание. Правильнее сформулировать название после написания статьи, когда до конца становится понятна сама суть статьи, её основная идея.

*Аннотация* выполняет функцию расширенного названия статьи и повествует о содержании работы. Аннотация показывает, что, по мнению автора, наиболее ценно и применимо в выполненной им работе.

Во *введении* обосновываются актуальность рассматриваемого в статье проблемы – степень её важности в данный момент для решения данной проблемы, это способность её результатов быть применимыми для достижения достаточно значимых научно-практических задач – и новизна работы – то, что отличает результат данной работы от результатов других авторов. Если позволяет объем статьи во введении можно конкретизировать цель и задачи исследований, а также следует привести известные способы решения вопроса и их недостатки.

*Основной текст* занимает центральное место в статье и содержит данные о методах исследования, экспериментальную часть, анализ, обобщение и разъяснение собственных данных или сравнение теорий.

*Заключение* статьи содержит краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы. В заключении, как правило, автор исследования суммирует результаты осмысления темы, выводы, обобщения и рекомендации, которые вытекают из его работы, подчеркивает их практическую значимость, а также определяет основные направления для дальнейшего исследования в этой области знаний.

*Выводы* (вместо заключения) обычно пишутся, если статья основана на экспериментальных данных и является результатом многолетнего труда. Выводы не могут быть слишком многочисленными. Достаточно трех-пяти ценных для науки и производства выводов, полученных в итоге нескольких лет работы над темой.

*Список литературы* – это перечень использованных при выполнении работы и цитируемых государственных документов, монографий, научных статей и др. с указанием основных данных (место и год выхода, издательство и др.).

Рекомендуемый перечень этапов написания научной статьи:

- определение готовности к написанию статьи и возможности ее публикации в открытой печати;
- составление подробного плана построения статьи;
- поиск всей необходимой информации (статьи, книги, патенты и др.) и её анализ;
- написание научной статьи;
- составление списка литературы и указание необходимых библиографических ссылок по тексту;
- работа над названием статьи;
- подготовка аннотации;

- проведение авторского редактирования (в т. ч. сокращение всего, что не несет полезной информации, вычеркивание лишних слов, непонятных терминов, неясностей).

### **Особенности подготовки тезисов доклада**

**Тезисы доклада** – это краткая научная публикация, как правило, содержащая 1-2 страницы текста, в обобщённом виде описывающего результаты научного исследования, которые предполагается донести до научного сообщества в виде доклада на научно-практической конференции (семинаре, симпозиуме, круглом столе и др.).

Принципы построения тезисов докладов те же самые, что и по научным статьям. Тезисы доклада – это упрощённый вариант научной статьи.

### **Правила подготовки научного доклада**

**Научный доклад** – сообщение о результатах проведенного научного исследования по определенной тематике, выносимых на публичное обсуждение.

Подготовка научного доклада требует соблюдения определенных правил изложения материала. Все изложение материала должно соответствовать строгому логическому плану и раскрывать основную цель доклада.

Основные моменты, которыми следует руководствоваться аспиранту при подготовке научного доклада, можно изложить в следующих пунктах:

- актуальность темы доклада;
- развитие научной мысли по исследуемой тематике;
- осуществление обратной связи между разделами доклада;
- обращение к ранее опубликованным материалам по данной теме;
- широкое использование тематической литературы;
- четкая логическая структура компоновки отдельных разделов доклада.

Научный доклад должен включать в себя следующие структурные элементы: вступление, основные результаты исследования и их обсуждение, заключение (выводы), список использованных при подготовке и цитированных источников.

Целью *вступления* является доведение до слушателей основных задач, которые ставил перед собой автор. Как правило, вступление содержит в себе:

раскрытие уровня актуальности данной темы; подробное объяснение причин, по которым была выбрана тема; определение целей и задач; необходимую вводную информацию по теме; четкий план изложения материала. После вступления автором в краткой форме излагаются *основные результаты*, полученные в ходе исследования, и на их основании делаются выводы. Этот раздел можно насытить иллюстрациями – таблицами, графиками, фотографиями, которые несут основную функцию доказательства,

представляя в свернутом виде подготовленный материал. Иллюстрации желательно представить в виде мультимедиа-презентации. В заключение доклада даётся чёткое обобщение того, что сказано, и делаются основные выводы.

У докладчика могут быть содокладчики. Докладчики и содокладчики – основные действующие лица, которые должны: уметь хорошо ориентироваться в теме своего доклада, сообщать новую информацию, использовать технические средства, дискутировать и быстро отвечать на вопросы, четко выполнять установленный регламент (как правило, докладчик – 10 мин; содокладчик – 5 мин; дискуссия – 10 мин), иметь представление о композиционной структуре доклада.

### **Основные этапы и инструментарий научно-исследовательской работы (НИР) по конкретной теме**

Основными этапами НИ по конкретной теме являются:

- 1) анализ проблемы;
- 2) определение формата исследований;
- 3) формулирование цели и задач исследования;
- 4) выявление потребностей в ресурсах;
- 5) прогноз и анализ будущих условий;
- 6) отбор вариантов;
- 7) планирование НИ;
- 8) проведение НИ;
- 9) составление Отчета о НИ;
- 10) публичная защита выполненной работы.

Детализированные этапы НИ по конкретной теме и применяемый на каждом этапе научный инструментарий представлены в табл.

#### **Этапность выполнения научных исследований**

Этапы	Научный инструментарий
<b>1. Анализ проблемы</b>	
1.1. Выявление проблемы 1.2. Формулирование проблемы 1.3. Анализ структуры проблемы и ее внешних связей 1.4. Оценка принципиальной разрешимости проблемы	Методы: сценариев, дерева целей, диагностический, экономический анализ
<b>2. Определение формата исследований</b>	
2.1. Определение объекта исследования 2.2. Определение предмета исследования 2.3. Выделение элементов исследуемой проблемы 2.4. Определение среды	Методы: матричные, диагностические, компьютерные модели.
<b>3. Формулирование цели и задач исследования</b>	
3.1. Определение целей и ограничений среды 3.2. Формулирование общей цели и критерия	Методы: экспертных оценок, дерева целей, компьютерные модели.

Этапы	Научный инструментарий
3.3. Оценка цели с позиции удовлетворения требованиям модели устойчивого развития 3.4. Определение задач исследования 3.5. Построение логической модели выполнения исследования	
<b>4. Выявление потребностей в ресурсах</b>	
4.1. Оценка современного состояния ресурсов 4.2. Обоснование необходимых ресурсов 4.3. Оценка возможности взаимодействия с отдельными исследователями и исследовательскими коллективами	Метод: экспертных оценок, статистический анализ.
<b>5. Прогноз и анализ будущих условий.</b>	
5.1. Прогноз развития и изменения среды 5.2. Комплексный анализ взаимодействия факторов будущего развития 5.3. Предсказание появления новых факторов, влияющих на исследуемую проблему 5.4. Анализ возможных изменений целей и критериев	Методы: сценариев, экспертных оценок, дерева целей, статистические модели и др.
<b>6. Отбор вариантов</b>	
6.1. Обоснование возможных вариантов выполнения поставленных целей 6.2. Оценка и сравнение вариантов по трудоемкости, стоимости и рискованности 6.3. Отбор наиболее целесообразного варианта выполнения НИР	Методы: экспертных оценок, дерева целей.
<b>7. Построение программы проведения НИ (планирование НИ)</b>	
7.1. Формулирование плана работы с учетом ограничений по ресурсам и по времени 7.2. Определение ожидаемого результата по каждому планируемому временному отрезку 7.3. Планирование взаимодействия с другими исследователями и коллективами 7.4. Планирование встреч с научным руководителем 7.5. Планирование подведения итогов проделанной работы в рамках программы НИ	Методы: диагностический, нормативный анализ, сетевые, описательные модели.
<b>8. Проведение НИ</b>	
8.1. Выбор методов проведения исследований и их использование 8.2. Обоснование методики проведения исследований и ее реализация 8.3. Обоснование информационной базы исследования и сбор фактического материала 8.4. Обобщение и анализ монографий, научных статей, нормативно-правовых документов, статистической отчетности	Методы: диагностический, описательный, сравнительный анализ.
<b>9. Составление Отчета о НИ</b>	

Этапы	Научный инструментарий
9.1. Оформление Отчёта о НИ 9.2. Оценка степени изучения исследуемой темы 9.3. Характеристика состояния проблемы в виде нерешенного вопроса или ситуации, обоснование путей ее дальнейшего исследования	Методы: описательный, сравнительный анализ.
<b>10. Публичная защита выполненной работы</b>	
10.1. Предварительная защита выполненной НИ перед научным руководителем 10.2. Обсуждение результатов НИ	Методы: описательный, сравнительный анализ.

### **Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук**

Научно-квалификационная работа должна содержать решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, а также содержать рекомендации по практическому использованию результатов исследования. Изложенные аспирантом результаты должны быть аргументированы и оценены по сравнению с известными разработками в исследуемой области.

#### **Общие требования к содержанию научно-квалификационной работы:**

научно-квалификационная работа выполнена на актуальную тему;  
четко изложены цель и задачи исследования;

раскрыта суть проблемы с систематизацией точек зрения авторов и выделением научных направлений, оценкой их общности и различий, обобщением отечественного и зарубежного опыта; изложена собственная, аргументированная позиция аспиранта по поводу подходов к решению проблемы;

сделан подробный обзор литературы по теме диссертации, который основывается на актуальных научно-исследовательских публикациях и содержит анализ основных результатов и положений, полученных ведущими специалистами в области проводимого исследования, оценку их применимости в рамках диссертационного исследования, а также предполагаемый личный вклад автора в разработку темы. Основу обзора литературы должны составлять источники, раскрывающие теоретические аспекты изучаемого вопроса, в первую очередь научные монографии и статьи в научных журналах;

стиль изложения материала – научный, со ссылками на источники;

достоверность выводов базируется на глубоком анализе объекта исследования с применением современных методов исследования;

в работе представлено новое решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний; научно обоснованы экономические разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач;

представлено не менее трех элементов научной новизны, имеющих глубокую проработку.

### **Структура научно-квалификационной работы:**

- Введение к диссертации.
- Разделы основной части диссертации в виде нескольких глав.
- Заключение в виде выводов и рекомендаций.
- Библиографический список по теме диссертации.
- Приложения.

Введение, заключение, библиографический список пишутся по определенным, установившимся правилам, следуя некоторому шаблону. При написании основной части диссертации и приложений необходим в основном нешаблонный, творческий подход, научный поиск.

**Введение** состоит из следующих подразделов, располагаемых обычно в указанном порядке: «Актуальность исследования», «Цели и задачи исследования», «Объект исследования», «Предмет исследования», «Методологическая и теоретическая основа исследования», «Информационная база исследования», «Научная новизна исследования», «Практическая значимость работы», «Апробация результатов исследования».

«*Актуальность исследования*» содержит положения и доводы, свидетельствующие в пользу научной и прикладной значимости решения проблемы, исследуемой в диссертации.

«*Цели и задачи исследования*» содержат формулировку главной цели, которая видится в решении основной проблемы диссертации, обеспечивающем внесение значимого вклада в теорию и практику.

«*Объект исследования*» представляет область научных изысканий, в пределах которой выявлена и существует исследуемая проблема.

«*Предмет исследования*» должен быть более узок и конкретен. Благодаря его формулированию в диссертации из общей системы, представляющей объем исследования, выделяется часть системы или процесс, протекающий в системе, являющийся непосредственным предметом исследования.

Формулирование подраздела «*Методологическая и теоретическая основа исследования*» обычно носит стандартный характер и сводится к утверждению, что такую основу составили научные труды отечественных и зарубежных авторов в области тех отраслей и направлений науки, к которым относится тема диссертации. Здесь же целесообразно выделить отдельной строкой использованные в диссертации методы исследования, такие, как

методы системного анализа и исследования операций, математические, статистические методы, метод сравнений и аналогий, метод обобщений, метод натурного моделирования, метод экспертных оценок и др.

При составлении данного подраздела введения следует указать исследователей и ученых, причастных к используемой в диссертации методологической и теоретической базе исследований (список из 15-20 имен).

К методологическим основам и методам исследования тесно примыкает подраздел *«Информационная база исследования»*, который иногда включается в состав предшествующего ему подраздела. В нескольких строчках данного подраздела указывается, что в числе информационных источников диссертации использованы: а) научные источники в виде данных и сведений из книг, журнальных статей, научных докладов и отчетов, материалов научных конференций, семинаров; б) статистические источники в виде отечественных и зарубежных статистических материалов, отчетов органов государственной, региональной, ведомственной статистики, материалов разных организаций, фондов, институтов; и) официальные документы в виде кодексов законов, законодательных и других нормативных актов, в том числе положений, инструкций, докладов, проектом; г) результаты собственных расчетов и проведенных экспериментов.

*«Научная новизна исследования»* – подраздел введения, который играет особо важную роль. Научная новизна работы должна быть не только продекларирована, но и подтверждена. При этом к числу признаков, позволяющих утверждать о научной новизне диссертации, относятся:

- постановка новой научной проблемы;
- введение новых научных категорий и понятий, развивающих представление о данной отрасли знаний;
- раскрытие новых закономерностей протекания естественных и общественных процессов;
- применение новых методов, инструментов, аппарата исследования;
- разработка и научное обоснование предложений об обновлении объектов, процессов и технологий, используемых в экономике и управлении;
- развитие научных представлений об окружающем мире, природе, обществе.

В подразделе *«Практическая значимость исследования»* перечисляются области прикладной деятельности, органы и организации, формы использования результатов выполненного исследования и рекомендаций, высказанных в диссертации.

Подраздел *«Апробация результатов исследования»* содержит сведения о практической проверке основных положений и результатов диссертационной работы, а также областях научной, прикладной, учебной деятельности, в которых результаты исследования нашли применение. В этом же подразделе указывается, где и когда докладывались результаты исследований и были опубликованы.

**Основная часть диссертации** может строиться по системно-проблемному принципу, когда вся структура диссертации непосредственно и целиком «нанализуется» на научную проблему, решаемую в работе, т. е. проблема служит не только отправной позицией, но пронизывает насквозь всю работу. Диссертация строится по схеме: «сущность проблемы и ее постановка – предлагаемые способы решения проблемы – подтверждение и практическое значение результатов решения проблемы». Системность такой композиции состоит в разделении проблемы на составные части в виде подпроблем, решении отдельных подпроблем и дальнейшем сведении результатов решения подпроблем в общее решение всей проблемы.

Примерный макет содержания основной части кандидатской диссертации, структурированной по системно-проблемному принципу может иметь следующий вид:

Глава 1. Критический анализ состояния проблемы.

1.1 Развернутая постановка проблемы с учетом ее исходного состояния.

1.2 Точки зрения других авторов на проблему и пути ее решения. Анализ предшествующих работ.

1.3 Обоснование программы проведенных в диссертации исследований и принятого метода исследования.

1.4 Генеральный замысел решения проблемы – теоретическое и методическое обоснование.

Глава 2. Предлагаемые способы решения проблемы.

2.1 Расчленение проблемы на составляющие ее подпроблемы.

2.2 Способы и пути решения подпроблем.

2.3 Соединение результатов решения подпроблем и предлагаемое на этой основе решение всей проблемы.

Глава 3. Проверка и подтверждение результатов исследования.

3.1 Проверка предложенного способа решения проблемы на основе собственных расчетов, опытов, экспериментов, данных.

3.2 Сопоставление полученного результата с другими имеющимися данными, подтверждающее достоверность, прогрессивность, перспективность полученных в диссертации результатов.

3.3 Практическое приложение результатов решения проблемы.

3.4 Перспектива, которую открывают науке и практике итоги диссертационного исследования.

В зависимости от характера проблемы и отрасли знания содержание глав и параграфов изменяется, варьируется, но общие принципы построения диссертации в целом может быть сохранены.

**Заключение.** Содержит выводы из выполненного исследования и вытекающие из него рекомендации.

На выводы и рекомендации, следующие из диссертационного исследования, должны:

- отражать результативность и значимость работы;

- входить в автореферат в том же виде, что и в диссертацию;
- стать основой в процессе подготовки решений о принятии диссертации к защите и о присуждении ученой степени.

Выводы должны обладать краткостью и четкостью, быть конкретными. Рекомендации должны быть сформулированы предметно и адресно.

**Библиографический список.** Составляется в соответствии с очередностью ссылок в работе на литературные источники или в алфавитном порядке. Допускается построение списка по тематическому принципу, по хронологическому принципу и по видам издания (монографии, сборники, журнальные статьи и т. п.).

При использовании ссылок на иностранные источники, источники следует включать в библиографический перечень после списка источников на русском языке.

Ссылка на источник в тексте диссертации осуществляется посредством указания его номера в библиографическом списке в квадратных скобках после изложения содержания источника или указания фамилии его автора.

**Приложения.** Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме приложения могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в основном тексте работы приводятся основные выводы и результаты и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию.

## **Учебно-методическое и информационное обеспечение научных исследований аспиранта**

### **Нормативные документы:**

- Положение о присуждении ученых степеней из Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней".
- Приказ Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении номенклатуры специальностей научных работников» (с посл. изменениями: от 11.08.2009 г. приказ № 294 и от 16.11.2009 г. приказ № 603);
- Приказ Минобрнауки России от 19 ноября 2013 г. N 1259 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Паспорт специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение» (уровень подготовки кадров высшей

квалификации), утвержденной Приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 886.

***Учебная литература:***

• Основы научных исследований / Б. И. Герасимов, В.В. Дробышева, Н. В. Злобина, Е. В. Нижегородов, Г. И. Терехова. – 2-е изд., доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 272 с.

***Научные журналы:***

- «Горный журнал»
- «Горная промышленность»
- «Известия вузов. Горный журнал»
- «Известия УГГУ»

***Электронные ресурсы:***

• Ласковец С.В. Методология научного творчества: учебное пособие / С.В. Ласковец. М.: Евразийский открытый институт, 2010. - 32 с. // <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90384>

• Новиков А.М. Методология научного исследования / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. - М.: Либроком, 2010. - 284 с. // <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82773>

***Интернет-ресурсы открытого доступа:***

- Российская государственная библиотека [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
- eLIBRARY.ru научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
- Горный журнал: [www.rudmet.ru](http://www.rudmet.ru)
- Журнал «Горная промышленность» <http://www.mining-media.ru/>
- ГИАБ: <http://www.giap-m.com/>
- Журнал «Физико-технические проблемы разработки»: <http://www.misd.nsc.ru/publishing/jms/numbers/>
- Записки горного института: <http://www.spmi.ru/nsciarticle/journal>
- Официальный каталог стандартов и нормативно-правовых актов, действующих на территории РФ. <http://www.gostbaza.ru/>
- Горная энциклопедия Аа-лава-Яшма: <http://www.mining-enc.ru/>
- Открытая энциклопедия «Википедия»: [http://enc-dic.com/enc\\_geolog/](http://enc-dic.com/enc_geolog/)
- ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам [www.window/edu/ru/window/catalog](http://www.window/edu/ru/window/catalog)
- Официальный сайт электронного научного журнала «Проблемы современной науки и образования» <http://www.science-education.ru>
- Официальный сайт журнала «Наука, техника и образование» <http://scienceproblems.ru>