

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
и.о. декана Геологического факультета  
чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Гидрогеология**

Автор-составитель: Гриневский С.О.

**Уровень высшего образования:**  
*Бакалавриат*

**Направление подготовки:**  
**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**Гидрогеология, инженерная геология, геокриология**

Форма обучения:

*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва

---

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

### **Цель и задачи дисциплины**

**Целью** курса "Гидрогеология" является формирование устойчивого комплекса базовых знаний о строении и развитии подземной гидросферы, основных законах движения подземных вод и процессах формирования их химического состава, представлений о формировании подземных вод в различных типах гидрогеологических структур и ознакомление с основными методами гидрогеологических исследований.

### **Задачи:**

- получить теоретическое представление о строении подземной гидросферы, роли подземных вод в общем водном балансе Земли, ознакомиться с историей развития и современным состоянием науки о подземных водах;
- получить знания о происхождении и распространении подземных вод, формировании их состава и свойств, основных законах движения;
- получить базовые знания о процессах и закономерностях формирования режима и баланса подземных вод;
- получить комплекс базовых знаний об основных типах гидрогеологических структур, принципах гидрогеологического районирования, региональных закономерностях формирования подземных вод;
- изучить основные методы полевых и лабораторных гидрогеологических исследований, приобрести навыки анализа гидрогеологических карт и разрезов, выполнения простых гидрогеологических расчетов;
- ознакомиться с основными прикладными направлениями современной гидрогеологии, задачами охраны подземных вод от истощения и загрязнения;
- освоить современные профессиональные гидрогеологические понятия и термины.

### **Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Курс «Гидрогеология» является первым специальным курсом, который читается студентам специальности «Гидрогеология и инженерная геология». В первой части курса (в 4 семестре) рассматриваются общие вопросы строения и состава подземной части гидросферы планеты: коллекторские свойства горных пород, виды воды в горных породах, физические свойства и химический состав и основы динамики подземных вод. Во второй части курса (в 5 семестре) рассматриваются условия формирования основных типов подземных вод (питание и разгрузка, режим и баланс, формирование химического состава); основы региональной гидрогеологии - принципы гидрогеологического районирования, типы гидрогеологических районов (условия формирования подземных вод, гидродинамическая и гидрогеохимическая зональность), а также условия формирования подземных вод области распространения многолетнемерзлых пород и территорий с аридным климатом. В заключительных разделах курса дается обзор основных методов современных гидрогеологических исследований - гидрогеологическая съемка, опытно-фильтрационные и миграционные опробования, применение гидрометрических и геофизических методов в гидрогеологических целях, а также - обзор основных практических задач современной гидрогеологии при поисках и разведке подземных вод, на объектах добычи твердых и горючих полезных ископаемых, задачи охраны подземных вод от истощения и загрязнения. Лекционный курс дополняется лабораторными занятиями в 5 семестре, которые включают: фильтрационный и гидрогеохимический практикумы и практикум по составлению гидрогеологических карт в 6 семестре.

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП** – относится к вариативной части ОПОП.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

базируется на знаниях по дисциплинам «Общая геология», «Гидрология и климатология», «Историческая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Литология», «Геология четвертичных образований», «Основы геоморфологии», «Геологоразведочные работы»; «Геофизические методы исследования», «Геохимия», «Инженерная геология, часть 1 Грунтоведение».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

<b>Компетенции выпускников (коды)</b>	<b>Индикаторы (показатели) достижения компетенций</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями</b>
ОПК-1.Б. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач.	Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и естественных наук в профессиональной деятельности Б.ОПК-1. И-2. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> современное представление о роли подземных вод в гидросфере Земли и общем круговороте природных вод.
ОПК-2.Б. Способен применять теоретические основы фундаментальных геологических дисциплин при решении задач профессиональной деятельности (формируется частично).	Б.ОПК-2. И-1. Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях геологических процессов для решения профессиональных задач.	<b>Знать:</b> основные закономерности движения и формирования химического состава подземных вод, особенности условий формирования подземных вод в различных гидрогеологических структурах. <b>Владеть:</b> современным гидрогеологическим понятийно-терминологическим аппаратом
ОПК-3.Б. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично)	Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые подходы и методы при решении задач профессиональной деятельности. Б.ОПК-3. И-2. Владеет базовыми навыками получения информации (полевой, камеральной, лабораторной) для решения стандартных задач профессиональной	<b>Знать:</b> теоретические основы законов движения подземных вод и процессов формирования их химического состава <b>Уметь:</b> проводить простые геофильтрационные и гидрогеохимические расчеты

	<p>деятельности в соответствии с профилем подготовки. Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.</p>	
<p>ПК-5.Б Готов к работе на современных полевых/лабораторных приборах, установках и оборудовании в соответствии с профилем подготовки</p>	<p>Б.ПК-5. И-1. Знает физические принципы и технические характеристики стандартного современного полевого/лабораторного оборудования (по профилю подготовки). Б.ПК-5. И-2. Имеет базовые навыки работы под руководством специалиста высокой квалификации на полевом/лабораторном оборудовании (по профилю подготовки). Б.ПК-5. И-3. Знает правила техники безопасности при работе на полевом/лабораторном оборудовании (по профилю подготовки).</p>	<p><b>Знать:</b> современные методы полевых гидрогеологических исследований и их возможности <b>Уметь:</b> проводить простые фильтрационные расчеты; выполнять основные виды лабораторных работ для оценки фильтрационных параметров горных пород, их химического состава и минерализации <b>Владеть:</b> основными методами обработки лабораторных фильтрационных и гидрогеохимических исследований</p>
<p>СПК-1.Б Способен оценивать гидрогеологические условия территорий для различных видов хозяйственной деятельности (формируется частично)</p>	<p>Б-СПК-1.1 Владеет навыками сбора, систематизации и интерпретации данных гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических съёмки, исследований и изысканий</p>	<p><b>Знать:</b> принципы построения и интерпретации гидрогеологических карт и разрезов <b>Уметь:</b> характеризовать гидрогеологические условия территории и строение гидрогеологического разреза</p>

**4. Объем дисциплины (модуля)** составляет **6** з.е., в том числе **129** академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, **87** часов на

самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации: зачет и экзамен.

**5. Формат обучения** не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

**6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>				
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия лабораторного типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел 1. Введение. Состав и строение подземной гидросферы. Емкость и проницаемость горных пород.	<b>15</b>	9	-	2	<b>11</b>	2			2	<b>4</b>
Раздел 2. Физические свойства и химический состав подземных вод	<b>44</b>	10	-	12	<b>22</b>	20			2	<b>22</b>
Раздел 3. Основы динамики подземных вод	<b>52</b>	18	-	12	<b>30</b>	20			2	<b>22</b>
Промежуточная аттестация (4 семестр) <i>зачет</i>	<b>2</b>			-	<b>2</b>					
Раздел 4. Режим и баланс подземных вод	<b>26</b>	10	8	-	<b>18</b>	6			2	<b>8</b>
Раздел 5. Региональные закономерности формирования подземных вод	<b>34</b>	10	16		<b>26</b>	6			2	<b>8</b>
Раздел 6. Методы полевых гидрогеологических исследований и основные практические задачи современной гидрогеологии	<b>28</b>	12	8		<b>20</b>	6			2	<b>8</b>
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	<b>15</b>	<i>экзамен</i>				<b>15</b>				
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>129</b>				<b>87</b>				

## Содержание лекций, семинаров

### Содержание лекций

#### **Раздел 1. Введение. Состав и строение подземной гидросферы. Емкость и проницаемость горных пород.**

Предмет гидрогеологии и ее связь с геологией, гидрологией, метеорологией и другими науками. Основные этапы развития гидрогеологии, ее современная структура. Гуманитарное и практическое значение подземных вод. Виды воды в подземной гидросфере. Свойства и условия нахождения различных видов воды в горных породах. Строение подземной гидросферы. Единство природных вод Земли. Гидрологический и геологический циклы общего круговорота воды на Земле. Современные представления о формировании экзогенных и эндогенных подземных вод. Водный баланс участка суши и его основные элементы. Водно-физические и коллекторские свойства горных пород: пористость, трещиноватость, влагоемкость, влажность, водоотдача и недостаток насыщения. Коэффициент фильтрации и проницаемости.

#### **Раздел 2. Физические свойства и химический состав подземных вод**

Вода как химическое вещество: строение молекулы, структура, свойства, изотопный состав и его изменение (фракционирование). Ионное равновесие воды и водородный показатель (рН). Окислительно-восстановительный потенциал воды (ОВП – Eh). Физические свойства подземных вод и методы их определения. Основные компоненты химического состава подземных вод: минеральные вещества, органические вещества, газы, живое вещество. Минерализация, макро- и микрокомпонентный состав подземных вод. Виды и методы анализа, формы выражения химического состава подземных вод. Жесткость и агрессивность подземных вод. Общая характеристика основных процессов формирования химического состава подземных вод.

#### **Раздел 3. Основы динамики подземных вод**

Фильтрационный поток и его энергетические характеристики: давление, гидростатический и гидродинамический напор. Принципиальное строение гидрогеологического разреза. Понятие о безнапорных и напорных пластах. Основной закон фильтрации (закон Дарси). Скорость фильтрации и действительная скорость движения, физический смысл коэффициента фильтрации. Пределы применимости закона Дарси.

Характеристика фильтрационных свойств и проницаемости изверженных, метаморфических и осадочных пород. Основные элементы гидрогеологического разреза. Представление о потоке подземных вод, типах его пространственной структуры и режима. Гидрогеодинамическая сетка потока, ее элементы и свойства. Характеристики планового потока – удельный расход, проводимость. Граничные условия потока подземных вод. Типы подземных вод по условиям залегания: воды зоны аэрации, грунтовые и межпластовые воды. Строение зоны аэрации и особенности фильтрации при неполном водонасыщении. Представление об упругом режиме фильтрации, упругой емкости (водоотдаче) межпластовых горизонтов.

#### **Раздел 4. Режим и баланс подземных вод**

Формы питания и разгрузки подземных вод. Уравнение баланса подземных вод. Инфильтрационное питание и эвапотранспирационная разгрузка грунтовых вод. Типы родников и гидрогеологические условия их образования. Взаимодействие подземных вод с водотоками и водоемами: условия формирования питания или разгрузки подземных вод, свободный и подпертый режимы фильтрации под водотоком (водоемом). Взаимодействие подземных вод в пластовом разрезе (схема Мятлева-Гирицкого). Перетекание через слабопроницаемые отложения. Режим подземных вод и основные режимобразующие факторы. Климатические провинции и основные типы режима грунтовых вод: междуречный, склоновый, террасовый, приречный (гидрологический). Связь режима и баланса грунтовых вод. Особенности режима напорных вод и основные факторы формирования их гидрогеодинамического режима.



## **Раздел 5. Региональные закономерности формирования подземных вод**

Основные типы гидрогеологических структур: артезианские бассейны, гидрогеологические массивы и горно-складчатые области. Потоки подземных вод платформенных областей. Закономерности формирования потока подземных вод в речной долине. Особенности формирования потока в древних переуглубленных речных и ледниковых долинах. Иерархичная структура междуречных потоков, местные и глубокие потоки. Особенности междуречных потоков трещинно-карстовых вод. Общие закономерности развития карста.

Мегапотоки артезианских бассейнов. Общие закономерности строения и гидрогеодинамическая зональность артезианских бассейнов платформенного типа. Гидрогеологические массивы. Междуречные и локальные потоки трещинных вод зон выветривания и тектонических нарушений. Потоки подземных вод горно-складчатых областей. Особенности формирования потоков грунтовых вод в долинах горных рек.

Потоки подземных вод в осадочных отложениях межгорных впадин, предгорных склонов и конусов выноса. Особенности формирования и зональность подземных вод конусов выноса. Формирование потоков подземных вод адартезианских бассейнов, вулканогенных и адмассивов.

Типы подземных вод криолитозоны. Условия формирования потоков подземных вод в областях распространения многолетнемерзлых пород.

Гидрогеохимическая зональность подземных вод. Географическая (широтная) зональность грунтовых вод. Нормальная и инверсионная вертикальная гидрогеохимическая зональность. 5.7. Специфические (по условиям формирования и использования) подземные воды. Азональные вулканогенные воды, минеральные (лечебные), промышленные и термальные подземные воды: основные виды и распространение на территории России.

## **Раздел 6. Методы полевых гидрогеологических исследований и основные практические задачи современной гидрогеологии**

Гидрогеологическая съемка. Гидрогеологические карты и разрезы. Маршрутные гидрогеологические исследования: виды и состав наблюдений. Гидрометрическая съемка. Гидрогеологическое бурение. Назначение и конструкция гидрогеологических скважин. Опытнo-фильтрационные и опытнo-миграционные опробования. Опытные откачки, наливывы и нагнетания в скважины и шурфы, трассерные опыты: виды и назначение работ, состав наблюдений. Геофизические методы при гидрогеологических исследованиях. Режимные гидрогеологические наблюдения. Представление о гидрогеологическом мониторинге и его организации на разных уровнях.

Подземные воды как полезное ископаемое. Естественные запасы и ресурсы подземных вод. Охрана подземных вод от истощения и загрязнения на участках водозаборов. Оценка воздействия эксплуатации подземных вод на окружающую среду.

Оценка и прогноз загрязнения подземных вод. Методы защиты подземных вод от загрязнения

### **Содержание лабораторных и практических занятий**

1. Экспериментальное определение водоотдачи горных пород.
2. Экспериментальное изучение закона Дарси на приборе Тима.
3. Оценка коэффициента фильтрации горных пород на лабораторных приборах (трубка Спецгео, трубка Каменского)
4. Построение гидродинамической сетки потока (грунтовый лоток), расчеты элементов потока.
5. Оценка действительной скорости движения растворенных веществ, оценка эффективной пористости.
6. Решение простейших задач фильтрации на основе закона Дарси
7. Методы отбора и подготовки проб воды на анализ. Определение физических свойств воды.

8. Измерение  $pH$ ,  $Eh$ , УЭС воды, определение содержания компонентов карбонатного равновесия. Выполнение анализа воды и обработка результатов.
9. Построение карты гидроизогипс грунтового потока и расчеты по ней.
10. Построение и интерпретация гидрогеологической карты и гидрогеологического разреза. Гидрогеодинамические расчеты по материалам гидрогеологической карты

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ, при контрольном тестировании и контрольных опросах.

#### *Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:*

#### Контрольная №1. Состав и строение подземной гидросферы емкость и проницаемость горных пород

1. Виды воды в горных породах
2. Перечислить виды свободной, химически и физически связанной воды
3. В чем отличие понятий «подземные воды» и «подземная гидросфера (гидрогеосфера)»?
4. Как формируются экзогенные и эндогенные подземные воды
5. Что описывает уравнение баланса воды?
6. Слой воды, норма осадков, коэффициент стока (определение, формула, размерность)?
7. Что такое коэффициент увлажнения и индекс сухости Привести количественные критерии гумидного и аридного климата
8. Виды пустотности горных пород
9. Основные факторы, влияющие на пористость породы
10. Типы трещиноватости горных пород по генезису
11. Общая и активная пористость (пустотность)
12. Объемная естественная влажность и влагоемкость Физическое, балансовое и динамическое определения гравитационной водоотдачи
13. В чем различие коэффициента фильтрации и коэффициента проницаемости и размерности этих величин?
14. Соотношение общей, активной пористости, водоотдачи и коэффициента фильтрации песчаных и глинистых пород

#### Контрольная №2. Физические и химические свойства воды

1. Охарактеризовать структуру молекулы воды и назвать аномальные физические свойства воды
2. Содержание каких элементов определяет гидрохимический тип воды? Как они называются и в каком количестве содержатся в подземных водах?
3. Перечислить основные микрокомпоненты подземных вод и указать, в каком количестве они могут содержаться.
4. Как определяется минерализация подземных вод и чем она отличается от «сухого остатка»? На какие градации разделяются воды по величине минерализации (по ГОСТ)?
5. Что такое величина  $pH$  и что она показывает? Какие значения  $pH$  обычны для грунтовых вод?

6. Охарактеризовать показатель ОВП-Ен подземных вод: содержание каких элементов определяет его величину, в чем измеряется и какой интервал изменения значений для подземных вод?
7. Содержание каких солей определяет «общую жесткость» и «временную жесткость» воды? Почему «жесткая» вода не может использоваться во многих технологических процессах? Какой показатель жесткости должен быть у питьевых вод (по ГОСТ)?
8. В каком количестве присутствуют в подземных водах растворенные органические вещества? Какие органические соединения наиболее распространены в грунтовых водах?
9. Какие газы растворены в подземных водах Как отличается состав растворенных газов грунтовых и глубоких пластовых вод?

#### Контрольная №3 Основы динамики подземных вод

1. Гидростатический напор и пьезометрическая высота
2. За счет чего, согласно выражению для гидростатического напора, может образовываться разность (различие) напоров в 2-х точках (перечислить)?
3. Что такое грунтовые, межпластовые, безнапорные и напорные воды?
4. Дать определение водоносного горизонта и слабопроницаемого (разделяющего) пласта?
5. Чему равен расход фильтрации по закону Дарси (формула, расшифровка, размерность каждой величины)?
6. Градиент напора, скорость фильтрации (определение, формула, расшифровка, размерность величин)
7. Фундаментальная форма закона Дарси и фильтрационное сопротивление (формулы с расшифровкой и размерностями величин)
8. Определение (физический смысл) коэффициента фильтрации, в чем различие коэффициента фильтрации и коэффициента проницаемости?
9. Почему скорость фильтрации отличается от истинной (физической) скорости? Как они связаны?
10. Почему не выполняется линейный закон Дарси при малых и больших скоростях фильтрации (физический смысл, график)?
11. Типы структуры и режима потока
12. Гидродинамическая сетка потока и ее свойства
13. Как происходит основное движение потока в водоносных и разделяющих пластах согласно предпосылкам Дюпюи и перетекания?
14. Какие потоки (по структуре и направлению движения) в водоносных и слабопроницаемых пластах существуют при квазитрехмерной структуре потока в целом?
15. Дать определение удельного расхода и проводимости планового потока, привести формулу, названия и размерности всех величин
16. Какое движение подземных вод характеризует коэффициент перетока?
17. Какую связь определяет граничное условие потока 3-го рода?
18. Какая характеристика потока подземных вод известна на дне водотоков и водоемов и почему? Какого рода является эта граница потока?
19. Что является границами межпластового потока? Какого рода могут быть эти границы? От чего это зависит?
20. Что является верхней границей грунтового потока? Привести выражение для напора на ней

21. Какие силы действуют на воду в зоне аэрации ? Какая величина является их характеристикой Как называется движение воды в зоне аэрации? В каких направлениях оно происходит?
22. Что такое и от чего зависит коэффициент влагопереноса? В чем отличие коэффициента влагопереноса от коэффициента фильтрации?
23. Где формируется верховодка и что это такое?
24. Как разрез зоны аэрации разделяется по влажности (перечислить зоны)?

#### Контрольная №4. Режим и баланс подземных вод

1. Виды (формы) питания и разгрузки подземных вод
2. Что такое баланс ПВ (дать определение, привести уравнение в общем виде)
3. Что такое естественные ресурсы, естественные (геологические) запасы ПВ?
4. Нарисуйте схему контактового, фильтрационно-экранированного, эрозионного родника грунтовых, межпластовых вод
5. В чем различие понятий «инфильтрация» и «инфильтрационное питание», «эвапотранспирация» и «эвапотранспирационная разгрузка»?
6. Почему впитывание (поступления) влаги в почву не равно атмосферным осадкам? (перечислить процессы трансформации влаги на поверхности земли)
7. Перечислите ландшафтные факторы формирования инфильтрационного питания
8. Нарисуйте схему разгрузки ПВ в реку при отсутствии гидравлической связи
9. Где проходит граница потока ПВ под рекой при совершенной и несовершенной гидравлической связи подземных и поверхностных вод?
10. Чему равен напор ПВ на границе потока при совершенной гидравлической связи?
11. За счет чего возникает несовершенная гидравлическая связь подземных и поверхностных вод? Перечислить виды фильтрационных «экранов» водотоков и водоемов
12. Коэффициент перетока фильтрационного экрана водотока (водоема) – формула, расшифровка, размерность.
13. От чего зависит расход питания или разгрузки ПВ при подпертом и свободном режиме фильтрации под рекой?
14. В чем проявляются особенности взаимодействия подземных и поверхностных вод в районах развития карста?
15. Какие типы подземных вод могут разгружаться под акваториями морей и океанов?
16. Какое соотношение напоров ПВ в пластовом разрезе характерно для водораздельных пространств, речных долин?
17. Как и где происходит основное питание и основная разгрузка межпластовых водоносных горизонтов в верхней части гидрогеосферы согласно схеме Мятлева-Гирицкого?
18. Где происходит основное питание межпластовых вод при «артезианской» схеме их формирования?
19. Схемы формирования потоков межпластовых вод
20. За счет каких вод формируются элизионные потоки глубоких межпластовых вод?
21. Что характеризует упругая емкость горных пород?
22. Естественные факторы формирования режима ПВ
23. Как (какими способами) передается влияние режимобразующих факторов на характеристики (режим) ПВ?
24. Что такое период свободного истощения грунтовых вод?
25. Закономерности гидрогеохимического режима грунтовых вод

26. Какие главные отличия гидрогеодинамического режима межпластовых вод от грунтовых?

Контрольная № 5. Региональные закономерности формирования подземных вод

1. Перечислить гидрогеологические структуры 1-го порядка
2. Перечислите основные черты строения разреза древних переуглубленных долин
3. Где и как происходит питание и разгрузка междуречного потока платформенных областей? Как называется такая схема формирования потока?
4. Какие условия необходимы для образования карста (перечислить)?
5. В чем проявляется особенность инфильтрационного питания в карстовом массиве?
6. Какие особенности имеет взаимодействие подземных и речных вод на площади распространения закарстованных пород?
7. Дать определение артезианского бассейна. Перечислите структурно-геологические и гидрогеологические черты строения артезианского бассейна платформенного типа
8. По какому основному принципу выделяется 1-й этаж артезианского бассейна платформенного типа и как формируются потоки подземных вод 1-го этажа?
9. Где и за счет чего происходит основное питание мегапотоков 2-го этажа артезианского бассейна платформенного типа?
10. Как (за счет чего) происходит формирование межпластовых вод 3-го этажа артезианского бассейна платформенного типа согласно «элизионной» схеме?
11. Какие гидрогеодинамические зоны выделяют от периферии к центру и в разрезе артезианского бассейна платформенного типа? (перечислить)
12. Перечислить гидрогеодинамические и соответствующие им гидрогеохимические зоны в разрезе артезианского бассейна платформенного типа
13. Какие типы потоков ПВ развиты в гидрогеологических массивах?
14. Гидрогеологические структуры 2-го порядка в составе горно-складчатых областей (перечислить)
15. За счет чего происходит основное питание и формирование потока ПВ в долине горной реки?
16. Сколько этажей выделяется в гидрогеологическом разрезе артезианских бассейнов межгорных впадин и конусов выноса? Перечислить основные черты строения 1-го этажа.
17. Какие гидрогеодинамические зоны выделяются от периферии к центру конусов выноса?
18. Какие типы вод (по условиям залегания) выделяют в криолитозоне (перечислить)?
19. От чего зависит степень криогенного преобразования артезианских бассейнов гидрогеологических массивов?
20. Для каких ПВ характерна горизонтальная (латеральная) гидрогеохимическая зональность и в чем она проявляется?
21. Какие гидрогеохимические зоны выделяются в вертикальном разрезе осадочного чехла артезианских бассейнов, и какие минерализация вод и компонентный состав вод им соответствует?
22. Что такое инверсионные воды, каков их макрокомпонентный состав, состав растворенных газов, значения рН и минерализация?
23. Какие химические элементы в основном добывают из подземных вод? Что такое коэффициент концентрирования и что он показывает?
24. Какие две причины образования термальных ПВ в осадочном чехле?
25. Воды какой температуры используются для выработки электроэнергии? Где они локализуются?

26. Какие воды называются минеральными? Какие лечебными? Перечислите группы минеральных вод по газовому составу

Контрольная № 6. Методы полевых гидрогеологических исследований и основные практические задачи современной гидрогеологии

1. Перечислить основные задачи общей гидрогеологической съемки
2. Какие измерения (определения) проводятся на роднике, в колодцах при съемке (перечислить)
3. Элементы конструкции гидрогеологической скважины.
4. Что такое скин-эффект гидрогеологической скважины, за счет чего он возникает и к каким последствиям приводит?
5. Для чего проводится прокачка гидрогеологической скважины, опытная откачка? Какие группы гидрогеологических параметров могут быть определены по данным опытных откачек (перечислить)?
6. Какие виды наблюдений (измерений) проводятся при опытных откачках и для чего?
7. Какой параметр определяется методом налива в шурф? Какую часть разреза он характеризует?
8. Для чего проводятся опытно миграционные опробования? Что и где наблюдается (регистрируется) в ходе миграционного (трассерного) опыта?
9. За счет чего происходит дисперсия вещества в потоке подземных вод? За счет каких процессов могут происходить потери вещества при его движении в потоке ПВ?
10. В какой период проводятся гидрометрические работы при гидрогеологических исследованиях? Что характеризует измеренный расход реки в межень с точки зрения гидрогеолога?
11. Перечислить основные требования к проведению режимных гидрогеологических наблюдений
12. Какой комплекс геофизических методов входит в состав «русловой геофизики», где и с какой целью она проводится?»?
13. Какой комплекс скважинных геофизических методов позволяет выделить зоны водопритока в ствол скважины (перечислить)?
14. Какие скважинные геофизические методы необходимо использовать, чтобы определить расход потока по стволу скважины? Пояснить, что измеряет каждый из них.
15. Что такое месторождение подземных вод (определение). Какие ограничения (условия) накладываются на величину эксплуатационных запасов?
16. Какие прогнозные расчеты проводятся при оценке эксплуатационных запасов подземных вод (перечислить)
17. Перечислить балансовые источники формирования эксплуатационных запасов подземных вод
18. Для чего создаются зоны санитарной охраны водозаборов подземных вод? Перечислить зоны санитарной охраны водозабора и указать их назначение.

***Расчетные домашние задания:***

1. Расчеты градиента потока, расходов и скоростей фильтрации по закону Дарси
2. Расчеты пористости, влажности, влагоемкости, водоотдачи
3. Расчеты коэффициента фильтрации по результатам различных методов его лабораторных определений.
4. Расчет коэффициента водоотдачи по результатам лабораторного определения в фильтрационной колонне
5. Построение гидрогеодинамической сетки потока и расчеты его элементов
6. Составление формулы химического состава подземных вод

7. Расчеты удельного расхода, проводимости потока, скорости перетекания
8. Построение карты гидроизогипс грунтового потока и расчеты его расхода
9. Построение гидрогеологической карты и гидрогеологического разреза

## **7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

### *Примерный перечень вопросов при промежуточной очной аттестации:*

- 1.1. Предмет гидрогеологии и ее связь с другими науками. Структура современной гидрогеологии. Уникальность и практическое значение подземных вод.
- 1.2. Гидросфера Земли. Виды воды в подземной гидросфере (гидрогеосфере). Свойства, условия нахождения и движения различных видов воды в горных породах. Строение подземной гидросферы.
- 1.3. Единство природных вод Земли. Гидрологический и геологический циклы общего круговорота воды на Земле. Генетические типы и происхождение подземных вод.
- 1.4. Водный баланс участка суши, его основные элементы, уравнение баланса. Роль подземных вод в общем водном балансе.
- 1.5. Сквозность (пустотность) горных пород, ее типы, и количественные характеристики. Влажность и влагоемкость горных пород, виды влагоемкости и их связь с различными видами воды в горных породах.
- 1.6. Гравитационная водоотдача и недостаток насыщения горных пород. Физический и балансовый смысл водоотдачи. Связь между водоотдачей, влагоемкостью и пустотностью. Динамический смысл водоотдачи и ее лабораторное определение.
- 2.1. Строение молекулы воды, структура и аномальные свойства. Физические свойства: диэлектрическая проницаемость, поверхностное натяжение, электропроводность.
- 2.2. Кислотно-щелочное (рН) и окислительно-восстановительное (ОВП-Eh) состояния подземных вод. Величины рН и Eh для природных вод и причины их изменения. Основные элементы окислители и восстановители в природных водах.
- 2.4. Химический состав подземных вод и его макро- и микрокомпоненты. Минерализация подземных вод и ее связь с составом преобладающих ионов. Разделение подземных вод по минерализации (ГОСТ).
- 2.5. Растворенные газы в подземных водах, виды происхождения. Растворение газов в зависимости от температуры, давления
- 2.7. Жесткость и агрессивность воды: с чем связаны, виды, единицы измерения, влияние на бытовое и промышленное использование вод.
- 2.8. Растворенные органические вещества в подземных водах: элементный состав, преобладающие органические соединения, их количество и распределение по разрезу, содержание в грунтовых водах.
- 2.9. Живое вещество подземных вод: болезнетворные и хемотрофные бактерии, их значение для формирования химического состава природных вод.
- 2.10. Основные процессы формирования химического состава подземных вод.
- 3.1. Фильтрация подземных вод и ее энергетические характеристики: напор, пьезометрическая высота. Принципиальное строение гидрогеологического разреза. Грунтовые и межпластовые, безнапорные и напорные воды.
- 3.2. Основной закон фильтрации (закон Дарси). Формы его выражения. Расход потока, градиент напора, скорость фильтрации, действительная скорость движения, фильтрационное сопротивление. Физический смысл коэффициента фильтрации. Пределы применимости закона Дарси.
- 3.3 Коэффициенты фильтрации и проницаемости. Представления о типах проницаемости, фильтрационных свойствах и характерных значениях коэффициента фильтрации основных типов осадочных, изверженных и метаморфических пород.

- 3.4. Типы подземных вод по условиям залегания и типу среды. Основные элементы гидрогеологического разреза: водоносный слой, пласт, горизонт, зона, комплекс, разделяющие слои и толщи. Понятие о безнапорных и напорных пластах.
- 3.5. Поток подземных вод. Типы потока по структуре и режиму. Гидрогеодинамическая сетка потока, ее элементы и свойства.
- 3.6. Плановый поток и его характеристики – удельный расход, проводимость. Предпосылки Дюпюи, перетекания и их влияние на структуру потока подземных вод. Плоско-пространственная структура потока.
- 3.7. Поток подземных вод, его возможные границы и гидрогеодинамические условия на них. Условия на дне водоема и свободной поверхности потока. Участок высачивания.
- 3.8. Зона аэрации: строение, зоны влажности и типы воды в ней. Особенности движения влаги (вагоперенос) в зоне аэрации. Гидрогеологическое значение зоны аэрации.
- 3.9. Понятие о безнапорных и напорных пластах. Упругая емкость межпластовых горизонтов: физический смысл, упругая водоотдача.
- 4.1. Уравнение баланса подземных вод и его элементы. Формы питания и разгрузки подземных вод. Среднегодовое уравнение, естественные ресурсы и геологические запасы подземных вод, их характеристики.
- 4.2. Инфильтрационное питание и эвапотранспирационная разгрузка подземных вод. Основные факторы и процессы, влияющие на инфильтрацию атмосферных вод. Зависимость инфильтрационного питания от глубины уровня грунтовых вод.
- 4.3. Родники и наледи: типы родников и гидрогеологические условия их образования.
- 4.4. Взаимодействие подземных вод с водотоками и водоемами. Гидрогеодинамические условия отсутствия гидравлической связи подземных и поверхностных вод. Взаимодействие при совершенной связи подземных вод с водотоками и водоемами.
- 4.5. Взаимодействие подземных вод с водотоками и водоемами в условиях несовершенной гидравлической связи. Свободный и подпертый режимы фильтрации под водотоком (водоемом).
- 4.6. Региональные закономерности взаимодействия подземных и поверхностных вод (равнинные и горные территории, аридный и гумидный климат, районы карста, мерзлоты, акватории морей)
- 4.7. Перетекание через слабопроницаемые отложения, его предпосылки и характеристики (скорость перетекания, коэффициент перетока). Взаимодействие подземных вод в пластовом разрезе (схема Мятлева-Гиринского).
- 4.8. Режим подземных вод и основные режимобразующие факторы. Климатические провинции и основные типы режима грунтовых вод: междуречный, склоновый, террасовый, приречный (гидрологический). Основные закономерности широтной зональности режима грунтовых вод.
- 4.9. Связь режима и баланса грунтовых вод. Закономерности режима свободного истощения, оценка инфильтрационного питания грунтовых вод по данным режимных наблюдений в скважине.
- 4.10. Схемы формирования напорных вод (Мятлева-Гиринского, артезианская, элизионная). Общие закономерности режима напорных вод. Влияние атмосферного давления на режим уровней напорных вод.
- 5.1. Закономерности формирования локальных потоков подземных вод в долинах равнинных рек и их особенности в древних переуглубленных долинах.
- 5.2. Формирование и иерархичная структура междуречных потоков платформенных областей.
- 5.3. Общие закономерности развития карста и особенности междуречных потоков трещинно-карстовых вод.
- 5.4. Общие закономерности строения артезианских бассейнов платформенного типа. Мегапотоки и гидрогеодинамическая зональность артезианских бассейнов.
- 5.5. Потоки подземных вод гидрогеологических массивов



- 5.6. Особенности формирования потоков грунтовых вод в долинах горных рек.
- 5.7. Строение, формирование потока и гидрогеодинамическая зональность предгорных склонов и конусов выноса.
- 5.8. Особенности строения и формирования потоков подземных вод адартезианских бассейнов, вулканогенных и адмассивов.
- 5.9. Типы подземных вод криолитозоны. Основные закономерности криогенного преобразования гидрогеологических структур.
- 5.10. Горизонтальная гидрогеохимическая зональность. Гидрогеохимические особенности вод севера, гумидной и аридной зон. Связь минерализации грунтовых вод аридной зоны с гранулометрическим составом и строением водовмещающих пород.
- 5.11. Вертикальная (глубинная) гидрогеохимическая зональность. «Нормальная» вертикальная зональность. Характеристика гидрогеохимических зон разреза (минерализация, компонентный и газовый состав).
- 5.12. «Инверсионная» вертикальная (глубинная) гидрохимическая зональность. Основные признаки инверсионных вод и их положение в разрезе осадочного чехла.
- 5.13. Воды зон активного вулканизма: факторы формирования, гидрохимическая характеристика, связь состава со стадиями вулканической деятельности.
- 5.14. Промышленные подземные воды: их генетические типы, использование и основные провинции. Теплоэнергетические воды: образование и использование в зависимости от температуры и химического состава.
- 5.15. Минеральные воды: область применения, основные типы и провинции минеральных вод.
- 6.1. Основные цели, задачи и принципы организации работ общей гидрогеологической съемки. Маршрутные гидрогеологические исследования: виды и состав наблюдений.
- 6.2. Назначение и конструкция гидрогеологических скважин. Скин-эффект и его последствия
- 6.3. Виды и назначение откачек. Опытные откачки: цели и состав наблюдений. Основные закономерности развития понижений уровня подземных вод при откачках.
- 6.4. Наливы в шурф: назначение, схема и принципы обработки опыта.
- 6.5. Задачи и принципиальная схема проведения опытно-миграционного опробования. Основные процессы миграции вещества в подземных водах.
- 6.6. Аквальные и скважинные («гидрогеологический» каротаж) геофизические методы при гидрогеологических исследованиях
- 6.7. Особенности проведения и принципы интерпретации гидрометрических работ при гидрогеологических исследованиях. Состав и принципы организации режимных гидрогеологических наблюдений.
- 6.8. Эксплуатационные запасы подземных вод: понятие и основные задачи, решаемые при их оценке. Защита и охрана водозаборов от загрязнения
- 6.9. Балансовые источники формирования эксплуатационных запасов подземных вод. Уравнение баланса эксплуатационного водоотбора.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен).**

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<b>Знания</b> (письменный или устный опрос,)	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<b>Умения</b> (письменный или устный опрос,)	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (письменный или устный опрос,)	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).**

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
<b>Знания</b> (устный опрос, реферат)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> (устный опрос, реферат)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (устный опрос, реферат)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

## **8. Ресурсное обеспечение:**

### **А) Перечень основной и дополнительной литературы.**

#### **- основная литература:**

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Изд. 2-е. М.: Изд-во МГУ, 2007. 448 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
2. Гидрогеология (под ред. В.М.Шестакова и М.С.Орлова). М.: Изд-во МГУ, 1984 (библиотека МГУ)
3. Киреева Т.А., Филимонова Е.А., Гоманюк Л.А. Практическое руководство по гидрогеологии. Химический анализ природных вод. Учебно-методическое пособие М: МаксПресс. 2015. 87 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)

#### **- дополнительная литература:**

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Изд. 2-е. М.: Изд-во МГУ. 1970. 489 с.
2. Климентов П.П., Кононов В.М. Методика гидрогеологических исследований. Изд. 2-е. М.: Высшая школа, 1989.
3. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Павлов А.Н. Общая гидрогеология. Л., Недра, 1988
4. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод, М.: Наука, 2004. 677 с.
5. Основы гидрогеологии. Т.1, Общая гидрогеология. Новосибирск, Наука, Сибирское отделение АН СССР, 1980
6. Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, инженерно-геофизических и эколого-геологических исследований. Под рад. Королева В. А., Гордеевой Г. И., Гриневского С. О., Богословского В. А. М. МГУ, 2000. – 352 с.
7. Романовский Н.Н. Подземные воды криолитозоны. М.: МГУ, 1983. - 232 с.
8. Р. де Уист. Гидрогеология с основами гидрологии суши. Т. I,II. М., Мир, 1969, 1970
9. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. М.: КДУ, 2009. - 334 с.

### **Б) Перечень программного обеспечения:**

#### **- лицензионное**

нет

#### **- нелицензионное и свободного доступа**

пакет программ Open Office, контрольно-обучающая система КОС (программное обеспечение кафедры гидрогеологии МГУ, автор проф. Р.С. Штенгелов)

#### **В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

#### **Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- поисковая система научной информации [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

- электронная база научных публикаций [www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)

#### **Д) Материально-технического обеспечение:**

Учебная аудитория, рассчитанная на группу из 50 учащихся с мультимедийным проектором; 2 лаборатории (гидрогеохимическая и фильтрационная) с подведенной водой и вытяжными шкафами.

Гидрогеохимическая лаборатория: встряхиватель, весы, автоклав, муфельная печь, дистиллятор, холодильник, полевая гидрогеологическая лаборатория; пипетки и химическая посуда, химические штативы, фильтровальная бумага, химические реактивы.

Фильтрационная лаборатория: весы, фильтрационный лоток, фильтрационная колонна, фильтрационные трубки

**9. Язык преподавания – русский.**

**10. Преподаватель (преподаватели):**– Ответственный за курс — проф. Гриневский С.О. (сотрудник каф.), преподаватели Киреева Т.А., Гриневский А.О., Максимова Е.С., Преображенская А.Е., Глухова С.А.

**11. Разработчики программы:** Гриневский С.О, профессор