

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пущаровский/

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы гидрогеологии

Автор-составитель: Филимонова Е.А.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологическая геология

Форма обучения:

Очная

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

Москва 20__

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*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение –2017.

© 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 " Основы гидрогеологии" является освоение студентами основных понятий о строении и развитии подземной гидросферы как важнейшего компонента природной среды.

Задачи - усвоение основных теоретических представлений о происхождении и распространении подземных вод, формирования их состава и свойств, законов движения и переноса веществ в потоках подземных вод, о взаимодействии подземных вод с природной средой, методах охраны и защиты подземных вод; изучение основных методов полевых и лабораторных гидрогеологических исследований, приобретение навыков анализа гидрогеологических карт и разрезов, выполнения гидрогеологических расчетов.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – III, семестр – 5.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Физика», «Общая геохимия», «Основы неорганической химии», «Литология», «Гидрология суши».

Дисциплина необходимо в качестве предшествующей для дисциплин «Модели гидрогеологических процессов», «Промышленная экология», «Экологическая геохимия природных вод» дисциплин магистерской программы «Экологическая геология», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично),

ПК-2.Б Способность использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности

СПК-1.Б Способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации в области экологической геологии

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: строение гидрогеосферы Земли, общие закономерности гидрологического и геологического цикла круговорота воды, водно-физические свойства горных пород, основные типы подземных вод и закономерности их распространения в земной коре, закономерности динамики потоков подземных вод, процессы формирования химического состава подземных вод, основные методы гидрогеологических исследований, влияние техногенеза на подземные воды

Уметь: выполнять гидродинамические расчеты, проводить первичную обработку полевой гидрогеологической документации, извлекать и интерпретировать гидрогеологическую информацию из карт и разрезов, литературных и фондовых источников.

Владеть: основными классификациями подземных вод, методами лабораторных гидрогеологических исследований

4. Формат обучения – лекционные и лабораторные занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **4** з.е., в том числе **96** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**64** часа – занятия лекционного типа, **32** часов – занятия лабораторного типа, **2** часа – групповые консультации,

10 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 36 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе "Основы гидрогеологии" рассматриваются общие вопросы строения и состава подземной части гидросферы планеты: водно-коллекторские свойства горных пород, виды воды в горных породах, физические свойства и химический состав подземных вод, динамика и режим, основные классификации подземных вод по условиям залегания, типам водовмещающих пород. Вопросы формирования основных типов подземных вод включают рассмотрение условий питания и разгрузки, режима и баланса, формирования химического состава в различных типах подземных вод. Дается понятие об основных типах гидрогеологических структур и рассматриваются региональные закономерности формирования подземных вод в артезианских бассейнах, гидрогеологических массивах и горноскладчатых сооружениях, в зоне многолетнемерзлых пород. В заключении рассматриваются вопросы использования и охраны подземных вод. Классификация запасов и ресурсов, основные типы месторождений, условия эксплуатации, проблемы охраны подземных вод от истощения и загрязнения.

Для закрепления получаемых знаний студенты выполняют три лабораторных практикума: фильтрационный, гидрогеохимический, построение гидрогеологической карты.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение. Состав и строение подземной гидросферы		8			8	Подготовка к контрольному опросу, 4 часов
Раздел 2. Физические свойства и химический состав подземных вод		10	8		18	1 расчетная работа, 4 часа
Раздел 3. Динамика подземных вод		12	16		28	2 расчетные работы, 12 часов
Раздел 4. Характеристика основных типов подземных вод		12			12	Реферат – 10ч
Раздел 5. Региональные закономерности формирования подземных вод		14			14	
Раздел 6. Методы полевых гидрогеологических исследований. Заключение.		8	8		16	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						10

Содержание разделов дисциплины:

Введение

Предмет гидрогеологии и ее связь с геологией, гидрологией, метеорологией и другими науками. Основные этапы развития гидрогеологии. Роль российских и зарубежных ученых в развитии гидрогеологической науки. Значение подземных вод в народном хозяйстве.

Состав и строение подземной гидросферы

Общие представления о происхождении гидросферы планеты, единство природных вод Земли. Гидрологический и геологический циклы общего круговорота воды на Земле. Водный баланс суши. Атмосферные осадки, формирование и распределение поверхностного стока, испарение, местный и глубокий подземный сток.

Теории происхождения подземных вод: инфильтрационная, конденсационная, современные представления о формировании ювенильных (магматогенных), метаморфогенных и седиментогенных подземных вод.

Водно-физические свойства горных пород: пористость, трещиноватость, проницаемость, влагоемкость, водоотдача (недостаток насыщения). Виды воды в горных породах. Свойства и условия движения различных видов воды.

Классификации подземных вод по типу водовмещающих пород и условиям залегания. Понятие об основных элементах гидрогеологического разреза: водоносный слой, пласт, горизонт, комплекс, слабопроницаемые разделяющие слои. Водоносные зоны трещиноватости.

Динамика подземных вод

Представления о фильтрации подземных вод. Фильтрационный поток и его энергетические характеристики: давление, гидростатический и гидродинамический напор.

Основной закон фильтрации (закон Дарси). Формы его выражения. Расход потока, градиент напора, скорость фильтрации, действительная скорость движения, фильтрационное сопротивление. Пределы применимости закона Дарси. Гидродинамическая сетка потока, ее элементы и свойства. Фильтрация в ненасыщенной среде, вертикальный влагоперенос.

Основные гидрогеодинамические параметры. Проводимость пласта. Упругий режим фильтрации, упругая емкость водоносных пластов. Понятие о безнапорных, напорных и субнапорных пластах.

Региональная структура потоков подземных вод: области питания, стока (транзита), разгрузки. Инфильтрация, испарение, транспирация, перетекание, взаимодействие с поверхностными водотоками и водоемами. Основные типы фильтрационных потоков.

Режим подземных вод. Основные режимообразующие факторы. Типы режима.

Физические свойства и химический состав подземных вод

Вода как химическое вещество. Структура молекулы воды. Аномальные свойства воды и их гидрохимическая роль.

Физические и органолептические свойства подземных вод: плотность, температура, удельная электропроводность, мутность и прозрачность, цвет, запах, вкус. Методы их определения.

Химический состав подземных вод. Минеральные и органические вещества, газы. Макро- и микрокомпоненты химического состава подземных вод; минерализация, сухой остаток, формула ионного состава, рН, ЕН. Классификации подземных вод по минерализации и химическому составу. Микроорганизмы в подземных водах.

Основные процессы формирования химического состава подземных вод. Роль процессов техногенеза в формировании состава подземных вод.

Виды и методы анализа подземных вод. Методика отбора проб воды на анализ. Производство химических анализов воды. Обработка результатов химического анализа воды, способы выражения результатов.

Характеристика основных типов подземных вод

Грунтовые воды и воды зоны аэрации: условия залегания, питания и разгрузки, особенности режима, химический состав, естественные водопоявления (родники). Зональность грунтовых вод (работы В.С.Ильина, О.К.Ланге). Режим и баланс грунтовых вод.

Межпластовые (напорные) подземные воды. Условия залегания, питания и разгрузки. Взаимодействие напорных подземных вод в слоистых разрезах (схема А.Н.Мятиева). Режим напорных подземных вод, формирование химического состава.

Трещинные воды. Трещиноватость и проницаемость горных пород. Типы природных скоплений трещинных вод: грунтовые воды зоны выветривания (экзогенной трещиноватости), воды в зонах тектонических нарушений, трещинные воды лавовых покровов, пластово-трещинные воды осадочных толщ. Особенности питания и стока трещинных вод, виды разгрузки, формирование режима и химического состава. Районы развития трещинных вод.

Трещинно-карстовые воды. Общие закономерности развития карста. Особенности питания, движения и разгрузки карстовых вод, формирование режима и химического состава. Районы распространения трещинно-карстовых вод.

Минеральные подземные воды, классификации и критерии оценки. Основные типы и провинции минеральных вод на территории России. Понятие о промышленных подземных водах. Классификация промышленных вод. Провинции и районы использования промышленных подземных вод. Термальные воды. Гидрогеотермия земной коры. Общие закономерности формирования и размещения термальных вод.

Региональные закономерности формирования подземных вод

Принципы гидрогеологического районирования. Понятие об основных типах гидрогеологических структур.

Артезианские бассейны. Основные типы артезианских структур и общие закономерности их строения. Артезианские бассейны платформенного типа, условия формирования подземных вод в отложениях осадочного чехла. Гидрогеодинамическая и гидрогеохимическая зональность бассейнов.

Гидрогеологические массивы и горноскладчатые области. Основные особенности формирования и распространения подземных вод. Типы гидрогеологических районов. Особенности проявления гидрогеодинамической и гидрогеохимической зональности в складчатых областях. Высотная гидрогеологическая поясность горных стран.

Артезианские бассейны межгорного типа. Формирование подземных вод в осадочных отложениях межгорных впадин и конусов выноса. Зональность подземных вод конусов выноса.

Типы подземных вод криолитозоны и условия их формирования.

Методы полевых гидрогеологических исследований

Гидрогеологические съемки. Методика и организация съемочных работ. Маршрутные гидрогеологические исследования: виды и состав наблюдений. Гидрометрические работы. Оценка родникового стока. Гидрогеологические карты и разрезы.

Гидрогеологическое бурение. Назначение и конструкция гидрогеологических скважин. Состав наблюдений при бурении и документация.

Опытно-фильтрационные опробования. Опытные откачки: виды и назначение, оборудование, состав наблюдений, принципы интерпретации. Наливы и нагнетания в скважины и шурфы. Расходомерия в скважинах.

Изучение режима и баланса подземных вод. Методы оценки инфильтрационного питания грунтовых вод. Оценка и картирование характеристик подземного стока. Режим

подземных вод: организация и методы изучения, принципы обработки результатов режимных наблюдений.

Техногенные воздействия на подземные воды

Подземные воды как полезное ископаемое и элемент природной среды. Естественные запасы и ресурсы подземных вод. Эксплуатационные запасы подземных вод: понятие, принципы и методы оценки. Общие задачи охраны подземных вод от истощения и загрязнения.

Эксплуатация подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения; типы водозаборных сооружений; общие принципы расчета зон санитарной охраны водозаборов.

Техническое водопонижение; типы и конструкции дренажей; защитные, мелиоративные дренажи.

Гидротехническое строительство, фильтрационные потери из каналов и водохранилищ; подпор подземных вод в береговой зоне водохранилищ.

Загрязнение подземных вод под городскими и промышленными объектами; утечки из водонесущих и водоотводящих коммуникаций, подтопление городских территорий.

Заключение

Современные проблемы гидрогеологии.

Содержание практических (лабораторных занятий).

В рамках курса проводятся три лабораторных практикума: фильтрационный, гидрогеохимический, построение гидрогеологической карты.

1. Гидрогеохимический практикум. Изучение лабораторных методов определения химического состава воды: колориметрический метод, титриметрический метод, турбидиметрический метод. Определение макрокомпонентов и мезокомпонентов лабораторными и расчетными методами, составление формулы Курлова.

2. Фильтрационный практикум. Экспериментальное изучение понятий «напор», «водоотдача». Определение водоотдачи на приборе Биндемана. Оценка коэффициента фильтрации горных пород на лабораторных приборах (трубка Спецгео, трубка Каменского, прибор Тима-Каменского). Изучение физической модели потока подземных вод на примере грунтового лотка, построение гидродинамической сетки потока, расчеты градиентов напора, скорости фильтрации, расхода.

3. Построение карты гидроизогипс грунтового потока Гидрогеодинамические расчеты по материалам гидрогеологической карты

Рекомендуемые образовательные технологии

Лекционная часть курса «Основы гидрогеологии» проводится в виде презентаций. Самостоятельная работа студентов включает изучение литературы по тематике лекций, подготовку рефератов по программе курса, выполнение трех расчетных задач. Текущий контроль усвоения материала проводится в форме письменных контрольных работ и устного опроса, а также при сдаче выполненных расчетных/лабораторных/практических работ.

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/лабораторных/практических работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы/работы и сдача реферата.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля

1. Теории происхождения подземных вод.
2. Круговорот воды в природе.
3. Аномальные свойства воды.
4. Строение молекулы воды.
5. Сквашность горных пород.
6. Виды воды в горных породах.
7. Понятие «напор», «гравитационный потенциал», градиент напора.
8. Скорость фильтрации, действительная скорость.
9. Коэффициент фильтрации, коэффициент проницаемости.
10. Закон Дарси, границы применимости.
11. Макрокомпонентный и микрокомпонентный состав подземных вод.
12. Подземные воды зоны аэрации.
13. Грунтовые воды.
14. Трещинные подземные воды.
15. Трещинно-карстовые воды.
16. Межпластовые подземные воды.
17. Артезианские бассейны платформенного типа.
18. Гидрогеологические массивы.

Расчетные домашние задания:

1. Определение напора в потоке подземных вод.
2. Определение направления движения подземных вод по схеме Мятлева-Гиринского, расчет напоров и расходов в межпластовой системе.
3. Составление формулы Курлова.

Рекомендуемые темы рефератов:

1. Аномальные свойства воды
2. Водные ресурсы мира
3. Зональность грунтовых вод
4. Строение Московского артезианского бассейна
5. Строение Западно-Сибирского артезианского бассейна
6. Особенности Уральской горноскладчатой области
7. Особенности разгрузки подземных вод в криолитозоне

По итогам лекционных занятий проводится контрольный тест, представляющий собой компьютерное тестирование по 23 заданиям (с помощью оригинальной контрольно-обучающей программы КОС, разработанной на кафедре гидрогеологии МГУ).

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

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов: два теоретических и одного практического (расчетные задания).

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Гидрологический цикл круговорота влаги на Земле. Уравнение водного баланса участка суши.
2. Сквашность горных пород. Виды воды в горных породах.

3. Инфильтрационная теория происхождения подземных вод. Инфильтрация атмосферных осадков как основной процесс питания грунтовых вод.
4. Классификация подземных вод по типу водовмещающей среды и условиям залегания. Понятия «водоносный горизонт», «водоносный комплекс».
5. Водно-физические свойства горных пород (пористость, влагоемкость, водоотдача, недостаток насыщения).
6. Закон Дарси.
7. Верхний и нижний пределы применимости закона Дарси.
8. Напор, градиент напора.
9. Скорость фильтрации. Определение скорости фильтрации на фильтрационных приборах.
10. Действительная скорость движения подземных вод. Определение действительной скорости на фильтрационных приборах.
11. Гидродинамическая сетка, ее элементы и свойства. Типы граничных условий потоков подземных вод.
12. Определение градиента напора, скорости фильтрации и расхода фильтрационного потока с использованием гидродинамической сетки.
13. Упругая водоотдача напорных водоносных горизонтов.
14. Коэффициент фильтрации. Определение коэффициента фильтрации на фильтрационных приборах.
15. Макрокомпонентный состав подземных вод.
16. Интегральные характеристики состава подземных вод.
17. Газовый состав подземных вод, генезис газов, их значение для рН-Eh условий и бальнеологии.
18. Водорастворимое органическое вещество, количественные характеристики.
19. Живое вещество подземных вод, количественные характеристики (колтитр и колииндекс), гидробиохимические процессы.
20. Понятие условий формирования химического состава (факторы и процессы формирования, их группы).
21. Процессы формирования химического состава грунтовых вод (включая гидрогеохимические процессы в почвенном слое и зоне аэрации).
22. Процессы формирования химического состава межпластовых вод (различие процессов в зонах интенсивного и затрудненного водообмена).
23. Виды анализа воды и формы его выражения: концентрационные и формулы химического состава.
24. Подземные воды зоны аэрации.
25. Грунтовые воды (условия залегания, питания и разгрузки; особенности формирования химического состава и режима, зональность).
26. Трещинные подземные воды (основные типы, условия питания и разгрузки; особенности формирования химического состава и режима).
27. Трещинно-карстовые воды (условия залегания, питания и разгрузки; особенности формирования химического состава и режима).
28. Межпластовые подземные воды (условия залегания, питания и разгрузки; особенности формирования химического состава и режима).
29. Минеральные воды: промышленные (добываемые компоненты), теплоэнергетические (виды использования), лечебные (бальнеогруппы).
30. Артезианские бассейны платформенного типа (принципиальное строение, типы подземных вод, зональность).
31. Гидрогеологические массивы и горноскладчатые области.
32. Подземные воды области распространения многолетнемерзлых пород.

33. Гидрогеологические карты и разрезы. Гидрогеологическая съемка. Цели и задачи, методы исследований. Маршрутные гидрогеологические работы, виды и состав наблюдений.
34. Гидрогеологическое бурение. Назначение и конструкция гидрогеологических скважин, наблюдения при бурении.
35. Опытнo-фильтрационные опробования водоносных горизонтов и пород зоны аэрации. Методы изучения режима и баланса подземных вод.
36. Подземные воды как компонент природной среды. Техногенные воздействия на подземные воды.
37. Использование пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения.
38. Естественные запасы, естественные и привлекаемые ресурсы подземных вод.
39. Ущерб речному стоку в районах эксплуатационного водоотбора подземных вод.
40. Фильтрационные потери (основные механизмы, последствия, методы защиты)

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты Обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: строение гидросферы Земли, водно-физические свойства горных пород, основные типы подземных вод, закономерности их распространения, движения и формирования химического состава, основные методы гидрогеологических исследований, влияние техногенеза на подземные воды	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: выполнять гидродинамические расчеты, проводить первичную обработку гидрогеологической документации, интерпретировать гидрогеологическую информацию	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выполнять гидродинамические расчеты, проводить первичную обработку и интерпретацию гидрогеологической информации	Успешное умение выполнять гидродинамические расчеты, проводить первичную обработку и интерпретацию гидрогеологической информации
Владения: основными классификациями подземных вод, методами лабораторных гидрогеологических исследований	Навыки владения классификациями и методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированы навыки использования классификаций подземных вод, владение методами лабораторных гидрогеологических исследований	Владение лабораторными методами гидрогеологических исследований, применением классификаций для конкретных условий.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. *Всеволожский В.А.* Основы гидрогеологии. Изд-во МГУ, 2007. 448 с.
2. *Гавич И.К., Лучшева А.А., Семенова С.М.* Сборник задач по общей гидрогеологии. М., Недра, 1985. 412 с.
3. Гидрогеология (под ред. *Шестакова В.М.* и *Орлова М.С.*). М., Изд-во МГУ, 1984. 317 с.
4. *Климентов П.П., Кононов В.М.* Методика гидрогеологических исследований. Изд. 2-е. М., Высшая школа, 1989. 448 с.
5. *Питьева К.Е., Брусиловский С.А., Вострикова Л.Ю., Чесалов С.М.* Практикум по гидрогеохимии. М., Изд-во МГУ, 1984. 254 с.

б) дополнительная литература:

6. *Кирюхин В.А.* Общая гидрогеология. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2008. 439с.
7. Справочное руководство гидрогеолога. Т.1,2. Л., Недра, 1979. т.1 512 с., т.2 296 с.
8. *Р. де Уист.* Гидрогеология с основами гидрологии суши. Т. I, II. М., Мир, 1969, 1970. т.I 312 с., т.II 254 с.
9. *Крайнов С.Р., Швец В.М.* Гидрогеохимия. М., Недра, 1992, 463 с.

Д) Материально-технического обеспечение: для лекционных занятий – аудитория, рассчитанная на группу до 10 учащихся; оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет. Для проведения лабораторных работ требуется фильтрационная и гидрохимическая лаборатории, оборудованная фильтрационным лотком, миграционной колонной и трубками Каменского

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Филимонова Е.А.

11. Автор (авторы) программы – Филимонова Е.А.