

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

Гидрогеодинамика

Автор-составитель: Поздняков С.П., Маслов А.А.

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 "Гидрогеодинамика" является формирование устойчивого комплекса базовых знаний о количественных законах движения подземных вод - геофильтрации, тепломассопереноса в них и параметрах водовмещающих сред, определяющих процессы геофильтрации и тепломассопереноса в подземных водах.

Задачи:

- получить теоретические представления о количественных законах движения подземных вод и математических моделях геофильтрационных процессов;
- получить знания об основных процессах тепломассопереноса в подземных водах и математических моделях, описывающих эти процессы;
- овладеть навыками геофильтрационной схематизации и методами геофильтрационных расчетов;
- изучить методы оценки геофильтрационных параметров и овладеть навыками интерпретации опытных геофильтрационных опробований;
- освоить современные профессиональные гидрогеодинамические понятия и термины.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс – III, семестр – 6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Математический анализ», «Физика», «Общая геология», «Историческая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Литология», «Геология четвертичных образований»; «Геофизические методы исследований», «Гидрогеология».

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин «Гидрогеодинамическое моделирование», «Геогидрология», «Разведочная гидрогеология», дисциплин магистерской программы «Гидрогеология», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-1.Б Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).	Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и естественных наук в профессиональной деятельности	Знать: – основные законы движения подземных вод, переноса вещества и тепла в них и основанные на этих законах теоретические модели геофильтрации и геомиграции
ОПК-2.Б. Способен применять теоретические основы фундаментальных геологических дисциплин при	Б-ОПК-2.И-1. Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях геологических	Знать: принципы геофильтрационной схематизации Владеть: навыками анализа гидрогеологической информации для проведения геофильтрационной схематизации гидрогеологических

решении задач профессиональной деятельности (формируется частично).	процессов для решения профессиональных задач	условий
ОПК-3.Б Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично)	Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки	Знать: методы геофильтрационных расчетов напорной и безнапорной фильтрации Уметь: проводить геофильтрационную схематизацию и выполнять геофильтрационные расчеты для простых типовых схем напорных и безнапорных потоков подземных вод
ПК-5.Б Готов к работе на современных полевых/лабораторных приборах, установках и оборудовании в соответствии с профилем подготовки.	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).	Знать: современные методы лабораторных и полевых гидрогеологических исследований для оценки геофильтрационных параметров Уметь: планировать и осуществлять лабораторные и полевые опыты для оценки геофильтрационных параметров Владеть: основными методами обработки результатов лабораторных и полевых опытов для оценки геофильтрационных параметров
СПК-1.Б Способен оценивать гидрогеологические, инженерно-геологические и геокриологические условия территорий для различных видов хозяйственной деятельности.	Б-СПК-1.1 Владеет навыками сбора, систематизации и интерпретации данных гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических съёмок, исследований и изысканий.	Знать: принципы построения расчетных геофильтрационных схем на основе анализа гидрогеологических карт и разрезов, результатов опытно-фильтрационных работ Уметь: оценивать изменения режима и баланса подземных вод под влиянием типовых техногенных воздействий, связанных с отбором и пополнением подземных вод.

4. Объем дисциплины (модуля) составляет **3** зачетные единицы или **108** часов, в том числе **52** часа аудиторных занятий (**26** часов лекций и **26** часов лабораторных занятий), **56** часов внеаудиторных самостоятельных занятий студента. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

5. Формат обучения – лекции, семинары и лабораторные работы

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Гидрогеодинамика - важнейшая часть гидрогеологии, изучающая количественные закономерности геофильтрации - движения подземных вод и переноса ими тепла и растворенных веществ - геомиграции. Гидрогеодинамика, как наука, имеет двойственный характер – это часть гидрогеологии, как науки о Земле, но использующая вместе с тем подходы и математические методы раздела Механики - гидродинамики в качестве инструмента исследования. Это определяет особенности курса, который включает разделы гидродинамического направления, рассматривающие физические основы законов фильтрации и теоретические модели геофильтрационных процессов в пористых и трещиноватых средах, основанные на уравнениях неразрывности, состояния и движения жидкостей и переноса примесей в них. Для связи гидродинамических методов и подходов с практическими задачами гидрогеологии в курсе уделено особое внимание применению теоретических гидрогеомеханических моделей к реальным неоднородным геофильтрационным средам путем введения понятий, методов и подходов к геофильтрационной схематизации объектов гидрогеологических исследований. В завершающих разделах курса даются основные представления о методах геофильтрационных расчетов для решения прогнозных задач гидрогеологических исследований, рассматриваются вопросы интерпретации опытно-фильтрационных опробований и изучения процессов тепломассопереноса в потоках подземных вод. Лекционный курс дополняется семинарами, лабораторными занятиями для закрепления навыков геофильтрационных расчетов и интерпретации опытно-фильтрационных работ.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы *
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Введение. Гидрогеодинамика и ее связь с гидрогеологией и гидродинамикой		2	-	-	2	
Раздел 1. Физико-математические основы теории геофильтрации		4	2	-	6	контрольная работа 2 часа
Раздел 2. Геофильтрационная схематизация и модели потоков подземных вод		4	2	-	6	1 расчетно-графическая работа, 6 час.
Раздел 3. Основы гидрогеодинамических расчетов и моделирования		6	8	-	14	2 расчетно-графические, работы, 12 час.
Раздел 4. Методы гидрогеодинамических исследований для оценки геофильтрационных параметров		6	12	-	18	3 расчетно-графических работ, 18 час
Раздел 5. Тепломассоперенос в подземных водах		4	2	-	6	1 расчетно-графическая работа 6 час
<u>Промежуточная аттестация -экзамен</u>						12
Итого	108	26	26	-	52	56

Содержание разделов дисциплины:

Содержание лекционных и семинарских занятий

Введение

Предмет гидрогеодинамики, ее связь с науками геологического и физико-математического циклов. Развитие гидрогеодинамики, как части гидрогеологии.

1. Физико-математические основы теории фильтрации

1.1. Вода в горных породах, физические свойства и фазовый состав. Виды течения водных потоков - ламинарное, турбулентное, вязко-пластичное.

1.2. Закон Ньютона для вязкого и вязкопластичного течения. Силы, обуславливающие движение флюидов, энергетические характеристики водных потоков (напор, потенциал, фильтрационная сила). Фильтрация и геофильтрация как основной вид движения подземных вод.

1.3. Основной закон фильтрации (закон Дарси). Обоснование выражений для коэффициента фильтрации согласно моделям поровых каналов и трещин, коэффициент проницаемости. Область применения основного закона фильтрации, отклонения от него при проявлении турбулентного и вязко-пластичного режимов движения воды.

1.4. Гравитационная емкость водовмещающих пород. Характеристика напряженного состояния водонасыщенной породы, соотношение Терцаги. Упругая емкость водовмещающих пород.

2. Геофильтрационная схематизация и модели потоков подземных вод

2.1 Поток подземных вод, представление о режиме, структуре течения и балансе. Типизация потоков подземных вод по условиям залегания водоносных толщ.

2.2 Геофильтрационная схематизация, ее этапы - режим, пространственная структура, границы, геофильтрационные параметры

2.3 Теоретическая модель стационарной геофильтрации (уравнения неразрывности, движения, состояния). Гидродинамическая сетка, доказательства правил ортогональности и конформности гидродинамической сетки. Условие преломления линий тока на границе сред. Предпосылки перетекания. Плановый поток, его проводимость. Вывод уравнений плановой стационарной фильтрации для напорного и безнапорного потоков.

2.4 Нестационарная фильтрация. Дифференциальное уравнение нестационарного планового безнапорного и напорного потоков

2.5 Граничные и начальные условия. Типы и формулировка граничных условий. Обоснование граничных условий на контуре экранированного водоема. Поток под экранированным водоемом при подпертой фильтрации: дифференциальное уравнение для одномерного в плане потока, его решение, сопротивление ложа водоема и водотока. Граничные условия на свободной поверхности и участке высачивания.

3 Основы гидрогеодинамических расчетов и моделирования

3.1. Постановка гидрогеодинамических прогнозных, эпигнозных, разведочных задач.

3.2 Расчеты одномерных плановых стационарных потоков при различных схемах их строения (постоянной проводимости, Дюпюи, Гириного).

3.3 Аналитические расчеты нестационарной геофильтрации для простейших расчетных схем одномерного потока с постоянными параметрами. Использование принципа суперпозиции.

3.4 Компьютерное моделирование как основной метод решения гидрогеодинамических задач. Сеточные геофильтрационные модели нестационарного планового и профильного потока подземных вод, их построение и реализация на компьютере

4 Методы гидрогеодинамических исследований для оценки геофильтрационных параметров

4.1 Опытнo-фильтрационные опробования. Дифференциальное уравнение геофильтрации в радиальной и осесимметричной системах координат. Теория скважин. Линейные и точечный источники, их использование для схематизации скважин, особенности формирования воронок депрессии в радиальном потоке. Уравнение Дюпюи, уравнение Тейса, квазистационарный режим фильтрации, учет переменного дебита скважин. Влияние плановых границ потока. Особенности восстановления уровня. Формирование воронки депрессии в пластах с перетеканием. Особенности формирования понижений при откачках в безнапорных пластах.

4.2. Опытные кустовые и одиночные откачки из совершенных и несовершенных скважин. Скин-эффект и инерционность скважин. Диагностика расчетных схем изолированного пласта и пласта с перетеканием. Интерпретация опытных откачек с использованием аналитических, численно-аналитических и численных методов.

4.3 Опытнo-фильтрационные наблюдения для оценки геофильтрационных параметров. Определение геофильтрационных параметров по данным опытнo-фильтрационных наблюдений в зоне гидрологического режима с использованием аналитических и численных решений

5 Массотеплоперенос в потоках подземных вод

5.1 Формы массопереноса в водоносных породах. Конвективный перенос, диффузия, дисперсия и сорбция мигрантов в однородной и неоднородной геофильтрационных средах.

5.2 Формы и законы теплопереноса, теплофизические свойства водоносных горных пород. Скорость конвективного теплопереноса в подземных водах. Аналогия между законами тепло и массопереноса.

Содержание лабораторных занятий

1. Расчеты проницаемости гранулярных сред по данным о гранулометрическом составе.
2. Аналитические геофильтрационные расчеты одномерных стационарных потоков.
3. Аналитические геофильтрационные расчеты одномерного потока подземных вод при изменении уровня в водотоке.
4. Численное моделирование планового геофильтрационного потока
5. Обработка кустовой опытной откачки и восстановления уровня после нее в однородном изолированном пласте.
6. Оценка скин-эффекта центральной скважины по данным опытной откачки.
7. Обработка кустовой опытной откачки в пласте с перетеканием.

Рекомендуемые образовательные технологии

Учебный материал подаётся с использованием современных средств визуализации и анимированных презентаций.

В процессе проведения семинарских лабораторных занятий применяются методы развивающего обучения в интерактивной форме. На лабораторных занятиях студенты самостоятельно, под контролем преподавателя, осваивают лабораторные методы определения водно-коллекторских свойств горных пород, проводят гидрогеологические расчеты. Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории моделирования, оборудованной компьютерами с установленным лицензионным оборудованием для геофильтрационного моделирования и обработки опытнo-фильтрационных работ) по группам (подгруппам), численностью не более 10-12 человек.

Самостоятельная работа студентов заключается в проработке отдельных разделов курса, оформлении расчётно-графических работ по программе лабораторных занятий и составлении пояснительной записки к ним при дистанционном сопровождении (консультациях) преподавателя.

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 лабораторных расчётно-графических работ.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля

Физико-математические основы фильтрации

1. Вычислить расход воды, протекающий через капиллярную трубку радиусом 1 мм, длиной 1 м при перепаде напора на ее концах 0.05 м при температуре 20 градусов С.
2. Расход воды через металлическую трубу сечением 2 см² составляет 1см³/сек при температуре 20 градусов С. Какой режим потока сформировался в данной трубе – ламинарный или турбулентный? Критическое число Рейнольдса для трубы принять равным 2100.
3. Используя зависимость Дарси-Вейсбаха показать как связан безразмерный гидравлический коэффициент трения с числом Рейнольдса для ламинарного режима течения
4. Рассчитать коэффициент фильтрации воды при 10 градусах С, если известна, что проницаемость породы равна 0.2 милиДарси.
5. Рассчитать проницаемость породы и выразить ее в Дарси и в мм², если ее коэффициент фильтрации по воде при 10 градусах С равен 2 м/сут.
6. На сколько процентов изменится коэффициент фильтрации породы по воде, измеренный при температуре 20 градусов С и равный 10 м/сут, если температура воды и породы опустится до 4 градусов С? Как изменится коэффициент проницаемости?
7. Гранулометрический анализ песка показывает, что он содержит 10% фракции с размером менее 0.07 мм. Какова проницаемость этого песка и его коэффициент фильтрации при 20 градусах С при рыхлом сложении (пористость 0.39) и плотном сложении (пористость 0.31). Указание – использовать зависимость Козени, связывающую коэффициент проницаемости с эффективным диаметром и пористостью при числовом коэффициенте равном 1/180, принять эффективный диаметр равным $d_{10\%}$.
8. Чему равна проницаемость и коэффициент фильтрации по воде при температуре 10 градусов С гранитного массива, разбитого тремя системами ортогональных трещин (две горизонтальные и одна вертикальная), имеющих густоту трещиноватости в каждом направлении три трещины на 1 метр, а раскрытие трещин 0.01 мм. Что изменится, если вертикальная система будет иметь густоту в два раза ниже.

Основы геофильтрационных расчетов

9. Рассчитать расход потока подземных вод через каменно-набросную плотину на непроницаемом основании, перекрывающей реку, шириной 200 м. Отметка основания, на котором сооружена плотина 50 м. Отметка уровня в верхнем бьефе 56 м, отметка уровня в нижнем бьефе 51 м. Ширина плотины (длина пути фильтрации) 22 м, а коэффициент фильтрации тела плотины 0.5 м/сут.
10. Рассчитать перепад напоров между водоразделом и рекой для безнапорного потока на водоупоре, формирующегося за счет инфильтрации. Длина потока 4000 м, величина инфильтрации постоянна и равна 0.0002 м/сут, река совершенная по степени и

- характеру вскрытия пласта. Отметка уреза реки 100 м, отметка водоупора 80 м, коэффициент фильтрации пород 5 м/сут.
11. Рассчитать напор в водораздельной точке напорного потока, формирующегося за счет инфильтрации. Длина потока 5000 м, величина инфильтрации постоянна и равна 0.0001 м/сут, река совершенная по степени и характеру вскрытия пласта. Отметка уреза реки 100 м, проводимость пласта 300 м²/сут.
 12. Рассчитать напор на расстоянии 1000 м от реки для напорного потока, формирующегося за счет инфильтрации. Длина потока 5000 м, величина инфильтрации постоянна и равна 0.0001 м/сут, река совершенная по степени и характеру вскрытия пласта. Отметка уреза реки 100 м, проводимость пласта 300 м²/сут.
 13. Рассчитать удельный расход разгрузки в совершенную реку для напорного потока, формирующегося за счет инфильтрации. Длина потока 5000 м, проводимость пласта 300 м²/сут, перепад напоров между рекой и водоразделом составляет 12 м.
 14. Поток подземных вод разгружается в несовершенную широкую реку, коэффициент фильтрации донных отложений 10⁻³ м/сут, мощность 5 м. Проводимость пласта, 1200 м²/сут. Чему равна величина параметра ΔL ?
 15. Поток подземных вод разгружается в несовершенную широкую реку, коэффициент фильтрации донных отложений 5×10⁻³ м/сут, мощность 3 м. Проводимость пласта 600 м²/сут. Перепад напора подземных вод у уреза реки и отметка воды в реке 3 м. Рассчитать удельный расход разгрузки подземных вод в реку.
 16. Поток подземных вод, формирующийся за счет инфильтрационного питания с постоянной интенсивностью, разгружается в несовершенную широкую реку, коэффициент фильтрации донных отложений 2.5×10⁻³ м/сут, мощность 2 м. Проводимость пласта 500 м²/сут. Перепад напора подземных вод у уреза реки и отметки воды в реке 2 м. Рассчитать величину инфильтрационного питания, если длина потока до водораздела составляет 4000 м.
 17. Оценить, как изменится уровень подземных вод в двухслойном водоносном пласте, разгружающемся в совершенную реку, на расстоянии 500 м от уреза реки через 200 суток после мгновенного подъема уровня воды в реке на 4 м. Проводимость основной части пласта 500 м²/сут, гравитационная емкость покровных отложений 0.1. Указание: для расчета коэффициента уровнепроводности использовать проводимость основной части пласта и гравитационную емкость покровных отложений.

Геофильтрационные расчеты скважин

18. Рассчитать расход несовершенной по степени вскрытия пласта скважины, работающей в однородном изолированном пласте с проводимостью 500 м²/сут. Понижение в скважине 14 м, радиус питания – 300 м. Радиус фильтра скважины 0.1 м, расчетный радиус скважины 0.003 м.
19. Рассчитать расход совершенной скважины, работающей в однородном изолированном пласте с проводимостью 500 м²/сут, расположенной на расстоянии 90 м от совершенной реки. Понижение в скважине 10 м, а расчетный радиус скважины 0.1 м.
20. Рассчитать расход совершенной скважины, работающей в однородном изолированном пласте с проводимостью 500 м²/сут, расположенной на расстоянии 120 м от несовершенной реки. Понижение в скважине 20 м, расчетный радиус скважины 0.1 м, коэффициент фильтрации донных отложений 5×10⁻² м/сут, мощность донных отложений 2 м.
21. Рассчитать величину понижения в несовершенной по характеру вскрытия пласта скважине, работающей в напорном пласте с перетеканием с постоянным расходом 1500 м³/сут, проводимость пласта 500 м²/сут, коэффициент фильтрации разделяющего слоя 5×10⁻³ м/сут, мощность 15 м. Расчетный радиус скважины 0.01 м.

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

1. Виды течения водных потоков - ламинарное, турбулентное, вязко-пластичное. Закон Ньютона для вязкого и вязкопластичного течения.
2. Вывод уравнения фильтрационного равновесия элемента водонасыщенной горной породы. Напор, потенциал, фильтрационная сила.
3. Основной закон фильтрации (закон Дарси). Обоснование выражений для коэффициента фильтрации согласно моделям поровых каналов и трещин, коэффициент проницаемости. Область применения основного закона фильтрации, отклонения от него при проявлении турбулентного и вязко-пластичного режимов движения воды.
4. Гравитационная и упругая емкость водовмещающих пород. Вывод уравнения упругой водоотдачи.
5. Поток подземных вод, представление о режиме, структуре течения и балансе. Типизация потоков подземных вод по условиям залегания водоносных толщ. Геофильтрационная схематизация, ее этапы - режим, пространственная структура, границы, геофильтрационные параметры
6. Теоретическая модель стационарной геофильтрации (уравнения неразрывности, движения, состояния).
7. Гидродинамическая сетка, доказательства правил ортогональности и конформности гидродинамической сетки.
8. Условие преломления линий тока на границе сред. Предпосылки перетекания. Плановый поток, его проводимость.
9. Вывод уравнений плановой стационарной фильтрации для напорного и безнапорного потоков.
10. Нестационарная фильтрация. Дифференциальное уравнение нестационарного планового безнапорного и напорного потоков
11. Обоснование граничных условий на контуре экранированного водоема. Модель свободного режима фильтрации из водоема.
12. Поток под экранированным водоемом при подпертой фильтрации: дифференциальное уравнение для одномерного в плане потока, его решение, сопротивление ложа водоема и водотока. Параметр ΔL .
13. Расчеты одномерных плановых стационарных потоков при различных схемах их строения (постоянной проводимости, Дюпюи, Гиринского).
14. Аналитические расчеты подпора для расчетной схемы полуограниченного потока. Использование принципа суперпозиции при переменной скорости изменения уровня на границе.
15. Модель линейного источника для схематизации скважин, особенности формирования воронки депрессии в радиальном потоке. Уравнение Дюпюи, скин-эффект центральной скважины – его природа и влияние на понижение уровня.
16. Уравнение Тейса, квазистационарный режим фильтрации, учет переменного дебита скважин. Особенности восстановления уровня.
17. Формирование воронки депрессии в пластах с перетеканием и при откачках в безнапорном потоке.
18. Интерпретация опытных откачек в изолированном пласте и пласте с перетеканием. Способы диагностики расчетных схем для этих пластов.
19. Опытно-фильтрационные наблюдения для оценки геофильтрационных параметров. Определение геофильтрационных параметров по данным опытнo-фильтрационных наблюдений в зоне гидрологического режима с использованием аналитических и численных решений.
20. Формы массопереноса в водоносных породах. Конвективный перенос, диффузия, дисперсия и сорбция мигрантов в однородной и неоднородной геофильтрационных средах.

21. Формы и законы теплопереноса, теплофизические свойства водоносных горных пород.
 22. Скорость конвективного теплопереноса в подземных водах. Аналогия между законами тепло и массопереноса.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основные законы движения подземных вод, переноса вещества и тепла в них и теоретические модели их описывающие, методы геофильтрационной схематизации и геофильтрационные расчеты, методы и подходы к определению геофильтрационных параметров	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: проводить геофильтрационную схематизацию процессов, протекающих в подземных водах для обоснования и разработки моделей конкретных объектов, обосновывать постановку и интерпретацию данных опытно-фильтрационных опробований для оценки параметров, выполнять простейшие геофильтрационные расчеты;	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения проводить схематизацию и геофильтрационные расчеты, диагностику и интерпретацию опытно-фильтрационных работ	Успешное умение проводить геофильтрационную схематизацию и геофильтрационные расчеты, диагностику и интерпретацию опытно-фильтрационных работ
Владения: навыками проведения геофильтрационных	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой геофильтрации	В целом сформированные навыки владения	Владение современным терминологическим

<p>расчетов, интерпретации данных опытных наблюдений и опробований</p>		<p>нных расчетов, постановки и интерпретации опытно- фильтрационны х работ</p>	<p>методикой геофильтрацио нных расчетов, постановки и интерпретации опытно- фильтрационны х работ.</p>	<p>аппаратом, методикой геофильтраци онных расчетов, постановки и интерпретаци и опытно- фильтрационн ых работ.</p>
--	--	--	---	---

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика: учебник - М.: Изд-во КДУ, 2009. - 334 с.
2. Шестаков В.М., Кравченко И.П., Штенгелов Р.С. Практикум по динамике подземных вод. 3-е издание. М.: Изд-во МГУ, 1987. - 224 с.

- дополнительная литература:

1. Гидрогеодинамические расчеты на ЭВМ. Учебное пособие (под ред. Штенгелова Р.С.). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. – 335 с.
2. Лехов А.В. Физико-химическая гидрогеодинамика. М., Изд-во КДУ, 2010 . – 500 с. 3
3. Румынин В.Г. Геомиграционные модели в гидрогеологии. С-П., Изд-во НАУКА, 2011. – 1158
4. Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геоэкологических, 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.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office Word, Microsoft Office PowerPoint, Porcessing Modflow X, Theis, ANSDIMAT

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
нет

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

Д) Материально-технического обеспечение:

а) помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 50 учащихся; 2 лаборатории (гидрогеохимическая и фильтрационная) с подведенной водой и вытяжными шкафами.

б) оборудование:

аудитория: мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет;

лаборатория геофильтрационного моделирования – компьютерный класс с установленным лицензионным программным обеспечением для моделирования геофильтрации и обработки опытно-фильтрационных работ

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Поздняков С. П. , Маслов А. А., Муромец Н. Н.
Максимова Е. С.

11. Автор (авторы) программы – Поздняков С. П., Маслов А. А.