

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан геологического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
чл.-корр. РАН Еремин Н.Н.



«18» декабря 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Вар **Гидрогеодинамика**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки/ специальность:
05.03.01 Геология

Профиль программы бакалавриата:
Гидрогеология, инженерная геология, геокриология

Форма обучения:
Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 8 от 15 декабря 2025 г.)

Москва 2025

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 05.03.01 Геология, утвержденным приказом по МГУ от 30.12.2016 № 1674 (в действующей редакции).

Год (годы) приема на обучение – 2024.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

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.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Гидрогеодинамика - важная 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 практическими занятиями для закрепления навыков геофильтрационных расчетов и интерпретации опытно-фильтрационных работ.

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. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 на уровне бакалавриата, ОПК-2 на уровне бакалавриата, ОПК-3 на уровне бакалавриата	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). ОПК-2.Б – способен использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности (формируется частично). ОПК-3.Б – способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично);	Знать: 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; Уметь: 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; Владеть: навыками проведения геофильтрационных расчетов, интерпретации данных опытных наблюдений и опробований
СПК-1 на уровне бакалавриата	СПК-1.Б (1) – способен проводить поиск, критический анализ, обобщение и систематизацию научной информации в области динамики подземных вод (формируется частично).	Владеть: навыками поиска и критического анализа научной информации в области гидрогеодинамики.

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

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических 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				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
Промежуточная аттестация -экзамен				-		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.

Раздел 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, размеров частиц гранулярной среды и параметров трещиноватости трещинной среды, 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. Упругая емкость и “упругая инфильтрация” при изменении общей нагрузки на напорный пласт

Раздел 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

2.4 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.

Раздел 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, Гиринского)

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

Раздел 4 Методы гидрогеодинамических исследований для оценки геофильтрационных параметров

4.1 Опытные-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 Опытные-фильтрационные наблюдения для оценки геофильтрационных параметров. Определение геофильтрационных параметров по данным ОФН в зоне гидрологического режима с использованием аналитических и численных решений.

4.4. Гидрогеомеханические эффекты, вызывающие колебания напоров подземных вод: изменение атмосферного давления изомные приливы

Раздел 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 подается 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 и гидрогеохимического анализа

воды, проводят гидрогеологические расчеты. Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории моделирования, оборудованной компьютерами с установленным лицензионным оборудованием для геофильтрационного моделирования и обработки опытно-фильтрационных работ) по группам (подгруппам), численностью не более 10-12 чел.

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.

6. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. 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 1мм, длиной 1 м при перепаде напора на ее концах 0.05 м при температуре 20 град С.
2. Расход воды через металлическую трубу сечением 2 см² составляет 1см³/сек при температуре 20°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 град С, если известно, 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 град равен 2 м/сут.
6. На сколько процентов изменится коэффициент фильтрации породы по воде, измеренный при температуре 20 град С и равный 10 м/сут, если температура воды и породы опустится до 4 град. 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 град 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 10С 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 50м. 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 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 100м, 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 отметки 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 10м, а расчётный 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 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.

6.2. 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. Опытнo-фильтрационные наблюдения для оценки геофильтрационных параметров. Определение геофильтрационных параметров по данным ОФН в зоне гидрологического режима с использованием аналитических и численных решений 2.
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 непринципального 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

расчетов, интерпретации данных опытных наблюдений и опробований		нных расчетов, постановки и интерпретации опытно-фильтрационных работ	методикой геофильтрационных расчетов, постановки и интерпретации опытно-фильтрационных работ.	аппаратом, методикой геофильтрационных расчетов, постановки и интерпретации опытно-фильтрационных работ.
---	--	---	---	--

7. 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, 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.

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

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель (преподаватели) – Поздняков С.П., Маслов А.А., Лехов В.А.

Максимова Е.С.

10. Разработчик (разработчики) программы – Поздняков С.П., Маслов А.А.