

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 03.11.2023 13:39:07
Уникальный программный ключ:
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"

(МГРИ)

Гидрогеологическое моделирование рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Гидрогеологии им. В.М. Швеца**

Учебный план s210502_23_RG23.plx
Специальность 21.05.02 ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Квалификация **Горный инженер - геолог**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 48,25

самостоятельная работа 95,75

Виды контроля в семестрах:

зачеты 8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя 14			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12	12	12	12
Лабораторные	36	36	36	36
Иные виды контактной работы	0,25	0,25	0,25	0,25
В том числе инт.	2		2	
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. работа	95,75	95,75	95,75	95,75
Итого	144	144	144	144

Москва 2023

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью преподавания дисциплины – ознакомление студентов с их будущей профессиональной деятельностью, связанной с изучением и использованием подземных вод, как важнейшего полезного ископаемого.
1.2	Студентам дается информация об общей методике проведения геофильтрационного моделирования и методах проведения геофильтрационных расчетов с помощью программы MODFLOW.
1.3	Задачи дисциплины
1.4	- дать общее представление о геофильтрационном моделировании;
1.5	- показать важность проведения схематизации реальных условий и допущения, которые можно принимать при схематизации
1.6	- объяснить понятия прямых и обратных задач;
1.7	- познакомить с программой MODFLOW, являющейся де-факто мировым стандартом для разработки геофильтрационных моделей;
1.8	- познакомить с полным циклом проведения геофильтрационного моделирования от схематизации до составления прогноза.
1.9	В результате освоения учебной дисциплины Б1.В.ДВ.09.02 «Гидрогеологическое моделирование» обучающийся должен демонстрировать результаты образования в соответствии с требованиями ФГОС ВО:
1.10	- Оценка результатов моделирования на соответствие базовым закономерностям движения подземных вод.
1.11	- Составление отчетов о проведении гидрогеологических исследований в части гидрогеологического моделирования.
1.12	- Проведение вычислений с учетом соответствующих нормативных документов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Динамика подземных вод
2.1.2	Математика
2.1.3	
2.1.4	Информатика
2.1.5	Общая гидрогеология
2.1.6	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Поиски и разведка подземных вод

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-6: способностью проводить расчеты гидрогеологических параметров и проводить математическое моделирование гидрогеологических условий	
Знать:	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	-
Уметь:	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	-
Владеть:	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	-

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- основы высшей математики
3.1.2	

3.1.3	- ГОСТ Р 53579-2009 Система стандартов в области геологического изучения недр (СОГИН). Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению
3.1.4	
3.1.5	- нормативные документы, определяющие качество проведения полевых и лабораторных работ
3.2	Уметь:
3.2.1	- производить вычисления с использованием аналитических зависимостей, известных для фильтрационных потоков
3.2.2	
3.2.3	- составлять схемы, карты, планы, разрезы геологического содержания
3.2.4	
3.2.5	- оценивать точность и достоверность исходных данных для моделирования
3.3	Владеть:
3.3.1	- современным программным обеспечением для гидрогеологического моделирования
3.3.2	- ГИС и специализированными программами для визуализации пространственных данных
3.3.3	
3.3.4	- методиками статистического анализа результатов полевых и лабораторных опробований

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Основы геофильтрационных расчетов						
1.1	Проверка знаний, усвоенных в курсе динамики подземных вод. Расчет расхода фильтрационного потока по закону Дарси. Расчет понижения в скважине по формуле Джейкоба. /Лек/	8	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
1.2	Входной контроль, расчетная работа /Лаб/	8	4	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
1.3	Выполнение расчетов с использованием основных зависимостей, известных из курса динамики подземных вод. Одномерный фильтрационный поток; Инфильтрационный поток; совершенная скважина в изолированном водоносном горизонте; обработка опытных откачек. Требуется знание закона Дарси, уравнения Тейса с преобразованием Джейкоба. Поскольку проводимость (или коэффициент фильтрации) водоносных горизонтов является важнейшим параметром при выполнении расчетов, необходимо уметь обрабатывать опытные откачки. /СР/	8	20	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
	Раздел 2. Общая методика проведения моделирования						
2.1	Порядок выполнения моделирования: схематизация; создание модели; калибровка модели; выполнение прогнозных расчетов. /Лек/	8	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
2.2	Создание первой учебной модели для знакомства с интерфейсом используемой программы для моделирования. /Лаб/	8	8	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	

2.3	Создание первой учебной модели. Самостоятельное завершение работы, начатой на практических занятиях. /СР/	8	20	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
	Раздел 3. Метод конечных разностей, сеточная дискретизация. История разработки и особенности программы Modflow						
3.1	Основы метода конечных разностей. История разработки и особенности программы Modflow. Обоснование выбора Modflow в качестве основной программы, используемой в рамках учебного курса. /Лек/	8	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
3.2	Создание второй учебной модели. Задание в модели различных граничных условий фильтрационного потока подземных вод – инфильтрационное питание, реки, скважины. /Лаб/	8	6	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
3.3	Создание второй учебной модели. Самостоятельное завершение работы, начатой на практических занятиях. /СР/	8	16	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
	Раздел 4. Схематизация природных условий						
4.1	Принципы геофильтрационной схематизации. Схематизация условий объекта по временному режиму, пространственной структуре. Выбор и обоснование граничных условий модели. Выбор и обоснование значений модельных параметров /Лек/	8	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
4.2	Проведение геофильтрационной схематизации реального объекта. /Лаб/	8	4	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
	Раздел 5. Способы решения обратных задач						
5.1	Основные способы решения обратных задач в моделировании – калибровка параметров модели. Ручная и автоматическая калибровка. Программы для калибровки моделей PEST и UCODE. /Лек/	8	1	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
5.2	Создание третьей учебной модели на основе геофильтрационной схемы, составленной в рамках темы 4. Ручная калибровка ее параметров. /Лаб/	8	6	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
5.3	Создание третьей учебной модели. Самостоятельное завершение работы, начатой на практических занятиях. Выполнение ручной калибровки коэффициентов фильтрации учебной модели по данным замеров уровней подземных вод. /СР/	8	13,75	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
	Раздел 6. Основы геомиграционного моделирования						

6.1	Понятие геомиграции. Схема поршневого вытеснения. Различие скорости фильтрации и действительной скорости движения воды. Основные процессы, влияющие на миграцию вещества в потоке подземных вод: диффузия; гидродисперсия; сорбция; распад. /Лек/	8	1	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
Раздел 7. Отчет о гидрогеологическом моделировании							
7.1	Состав отчета о гидрогеологическом моделировании. Место разделов, посвященных моделированию, в общем отчете о гидрогеологических исследованиях. ГОСТ Р 53579-2009 «Система стандартов в области геологического изучения недр (СОГИН). Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению» /Лек/	8	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
7.2	Создание четвертой учебной модели. Выполнение полного цикла моделирования: схематизация условий реального объекта; создание модели; автоматическая калибровка ее параметров; расчет на откалиброванной модели прогнозных понижений в водозаборных скважинах. /Лаб/	8	8	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
7.3	Состав отчета о гидрогеологическом моделировании /СР/	8	26	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	
7.4	Зачет /ИВКР/	8	0,25	ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

Входной контроль

Вопросы:

1. Понятие напора подземных вод и напорного градиента
2. Напорный и безнапорный фильтрационный поток
3. Упругая и гравитационная водоотдача
4. Предпосылки перетекания
5. Предпосылка Дюпюи
6. Формулировка закона Дарси
7. Уравнение Дюпюи для совершенной скважины, стационарный режим
8. Уравнение Тейса с преобразованием Джейкоба для совершенной скважины, нестационарный режим
9. Опытная откачка подземных вод из скважины. Стадийность, диагностика, обработка

Схематизация природных условий.

Вопросы:

1. Типы граничных условий потока подземных вод. I, II и III род
2. Какие реальные условия могут соответствовать ГУ I рода
3. Какие реальные условия могут соответствовать ГУ II рода
4. Какие реальные условия могут соответствовать ГУ III рода
5. Методы определения фильтрационных параметров и их точность

Основы геомиграционного моделирования

Вопросы:

1.	Понятие геомиграции
2.	Скорость фильтрации и действительная скорость движения воды
3.	Процессы, влияющие на геомиграцию
4.	Методы изучения миграционных процессов
5.2. Темы письменных работ	
не предусмотрены	
5.3. Оценочные средства	
Рабочая программа дисциплины "Гидрогеологическое моделирование" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся по балльно-рейтинговой системе, примеры заданий для практических и лабораторных занятий, билеты для проведения промежуточной аттестации. Все оценочные средства представлены в Приложении 1	
5.4. Перечень видов оценочных средств	
Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лекций, практических занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде: - средств текущего контроля: устный опрос, расчетно-графическая работа; - средств итогового контроля – промежуточной аттестации: зачета в 8 семестре.	

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Шестаков В. М.	Гидрогеодинамика: учебник	М.: МГУ, 1995
Л1.2	Ломакин Е. А., Мироненко В. А.	Численное моделирование геофильтрации	М.: Недра, 1988
Л1.3	Гавич И. К.	Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии	М.: Недра, 1980
Л1.4	Фисун Н. В., Ленченко Н. Н.	Динамика подземных вод: краткий курс лекций и лабораторный практикум	М.: Научный мир, 2016

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	авт.- сост.: Спорышев В.С., Барымова В.А.	Основы гидрогеологического моделирования в программном обеспечении Processing Modflow [Электронный ресурс МГРИ] : учебно-методическое пособие	М.: МГРИ, 2019

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	ЭБС КДУ
Э2	Электронные образовательные ресурсы МГРИ-РГГРУ
Э3	Научная электронная библиотека
Э4	Российская государственная библиотека
Э5	Электронная библиотека диссертаций
Э6	Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова
Э7	Сайт американской геологической службы USGS (разработчик Modflow и ряда других прикладных программ для гидрогеологического моделирования)
Э8	Основы гидрогеологического моделирования в программном обеспечении Processing Modflow: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Office Professional Plus 2019
6.3.1.2	Windows 10

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"
6.3.2.3	База данных научных электронных журналов "eLibrary"
6.3.2.4	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
6.3.2.5	Федеральный портал «Российское образование»

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по изучению дисциплины «Водоснабжение и инженерная мелиорация» представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.