

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Компьютерное моделирование в гидрогеологии Б1.В.ДВ.13

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Автор(ы): Мусин Р.Х.

Рецензент(ы): Галеев А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Королев Э. А.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Мусин Р.Х. (Кафедра общей геологии и гидрогеологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Rustam.Musin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)
ПК-12	Способность применить знания и навыки для решения геологических задач по изучению геологического строения земной коры, горных пород и полезных ископаемых, а также прогноза и поисков месторождений полезных ископаемых (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)
ПК-2	способность самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

современные методы создания, редактирования, хранения и организации пространственных данных; современные методы обработки и анализа разных видов пространственной информации; ряд программных комплексов, применяемых для обработки гидрогеодинамической и гидрогеохимической информации и моделирования (Excel, Statistica, Surfer, Ansdimat, Modflow).

Должен уметь:

использовать информацию из различных источников для решения профессиональных и социальных задач; использовать профильно-специализированные информационные технологии для решения широкого круга гидрогеологических и геоэкологических задач; свободно ориентироваться в терминологии; создавать геофильтрационные и геомиграционные модели.

Должен владеть:

иметь навыки работы с компьютером, как средством управления информацией; работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; практическими навыками работы с рядом широко используемых специализированных программных комплексов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

готов работать с компьютером, как средством управления информацией; готов работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; готов применять практические навыки с программами и их специализированными приложениями; готов обрабатывать гидрогеологическую информацию, схематизировать гидрогеологические условия территорий и создавать геофильтрационные и геомиграционные модели; способен свободно ориентироваться в терминологии; способен использовать информацию из различных источников для решения профессиональных и социальных задач; способен использовать специализированные программные продукты для решения широкого круга гидрогеологических задач.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.03.01 "Геология (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 96 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 56 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 6 семестре; экзамен в 7 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Вводная часть. Обзор программных продуктов, широко применяемых для обработки гидрогеологической информации.	6	2	0	0	0
2.	Тема 2. Статистическая обработка данных. Программные комплексы Excel и Statistica.	6	4	0	4	0
3.	Тема 3. Программный комплекс Surfer.	6	2	0	4	0
4.	Тема 4. Численное моделирование геофильтрации. Программный комплекс Processing Modflow.	6	4	0	16	0
5.	Тема 5. Программный комплекс Ansdimat. Теоретические основы, редактор ввода информации, обработка опытно-фильтрационных опробований.	7	14	0	16	24
6.	Тема 6. Программный комплекс Ansdimat. Блок быстрых гидрогеологических расчетов, блок аналитических моделей, подсчет запасов подземных вод, расчет зон санитарной охраны	7	14	0	16	24
Итого			40	0	56	48

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Вводная часть. Обзор программных продуктов, широко применяемых для обработки гидрогеологической информации.

Уровень развития геологических дисциплин в России и степень их компьютеризации. От использования в геологической отрасли советских компьютеров ЕС 10-35, ЕС 10-45 в 1980-х гг. до суперкомпьютеров в настоящее время. Решаемые задачи и прикладные программы. Возможности широко используемых программных средств - Excel, Statistica, Surfer, Arc-Gis, Map-Info. Возможности специфических программных средств - Credo, Autocad, Roxar, Modflow, Hch, Селектор, Нимфа, Ansdimat, Teis, Regim. Тенденции развития современной геологии, гидрогеологии и инженерной геологии.

Тема 2. Статистическая обработка данных. Программные комплексы Excel и Statistica.

Основные принципы работы и возможности Excel и Statistica. Формирование и преобразование исходных файлов данных. Статистическая обработка и соответствующие параметры - среднее и вариация, мода и медиана. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Методы многомерной статистики - факторный, кластерный и дискриминантный анализы. Использование корреляционных связей, уравнений регрессии и результатов соответствующих анализов многомерной статистики в моделировании.

Тема 3. Программный комплекс Surfer.

Возможности Surfer. Формирование исходных файлов данных; импорт и экспорт данных. Оцифровка карт. Заложенные в программе методы интерполяции данных (сплайн, кригинг и др.). Сравнение основных методов интерполяции данных. 3-D моделирование. Построение карт изолиний и трехмерных поверхностей. Оформление карт в соответствии с требованиями нормативных документов к отчетам по геологическому изучению недр.

Тема 4. Численное моделирование геофильтрации. Программный комплекс Processing Modlow.

Физическое и математическое моделирование в гидрогеологии. Численное моделирование геофильтрации и геомиграции. Теоретические основы. Строение подземной гидросферы и типы подземных потоков. Гидродинамическая сетка потока. Гидрогеологические параметры, значения которых необходимы при моделировании геофильтрации и геомиграции. Граничные условия. Методология создания геофильтрационных моделей - сбор исходных данных и схематизация гидрогеологических условий, пространственная разбивка и создание исходного файла данных, калибровка модели и прогнозные расчеты.

Modlow как своеобразный стандарт моделирования геофильтрации. Коммерческие программные пакеты Visual Modlow, Processing Modlow, Modtech. Основные принципы составления сеточных моделей. Ввод исходной информации. Параметры стационарной и нестационарной фильтрации. Верификация численных геофильтрационных моделей. Структура водного баланса численных моделей геофильтрации. Моделирование переноса загрязнения по линиям тока. Особенности моделирования ОФР. Экспорт данных моделирования в другие программы обработки. Практические примеры применения численного моделирования в гидрогеологии.

Тема 5. Программный комплекс Ansdimat. Теоретические основы, редактор ввода информации, обработка опытно-фильтрационных опробований.

Предназначение, структура и возможности Ansdimat. Особенности ввода исходной информации. Импорт исходной информации. Гидрогеологическая схематизация. Принципы обработки опытно-фильтрационных опробований. Основные методы обработки результатов опытно-фильтрационных работ (опробований) - графоаналитический, метод эталонной кривой, метод подбора решением прямых и обратных задач.

Тема 6. Программный комплекс Ansdimat. Блок быстрых гидрогеологических расчетов, блок аналитических моделей, подсчет запасов подземных вод, расчет зон санитарной охраны

Решение задач, постоянно встречающихся в гидрогеологической практике, с использованием "Гидрогеологического калькулятора", встроенного в Ansdimat. Блок аналитических моделей. Подбор оптимальной производительности водозаборных скважин. Оценка влияния водоотбора на окружающую среду (расчет размеров депрессионной воронки и её развития во времени). Оценка запасов подземных вод и расчет зон санитарной охраны подземных водозаборов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-1	2. Статистическая обработка данных. Программные комплексы Excel и Statistica.
2	Лабораторные работы	ПК-1 , ПК-2	3. Программный комплекс Surfer.
3	Лабораторные работы	ПК-1 , ПК-2 , ПК-12	4. Численное моделирование геофильтрации. Программный комплекс Processing Modlow.
4	Контрольная работа	ПК-1 , ПК-2	1. Вводная часть. Обзор программных продуктов, широко применяемых для обработки гидрогеологической информации. 2. Статистическая обработка данных. Программные комплексы Excel и Statistica. 3. Программный комплекс Surfer. 4. Численное моделирование геофильтрации. Программный комплекс Processing Modlow.
Семестр 7			
	Текущий контроль		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Лабораторные работы	ПК-1 , ПК-2 , ПК-12	5. Программный комплекс Ansdimat. Теоретические основы, редактор ввода информации, обработка опытно-фильтрационных опробований. 6. Программный комплекс Ansdimat. Блок быстрых гидрогеологических расчетов, блок аналитических моделей, подсчет запасов подземных вод, расчет зон санитарной охраны
2	Письменная работа	ПК-1 , ПК-2 , ПК-12	5. Программный комплекс Ansdimat. Теоретические основы, редактор ввода информации, обработка опытно-фильтрационных опробований. 6. Программный комплекс Ansdimat. Блок быстрых гидрогеологических расчетов, блок аналитических моделей, подсчет запасов подземных вод, расчет зон санитарной охраны
3	Контрольная работа	ПК-1 , ПК-2	5. Программный комплекс Ansdimat. Теоретические основы, редактор ввода информации, обработка опытно-фильтрационных опробований. 6. Программный комплекс Ansdimat. Блок быстрых гидрогеологических расчетов, блок аналитических моделей, подсчет запасов подземных вод, расчет зон санитарной охраны
	Экзамен	ПК-1, ПК-12, ПК-2	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 6					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2 3
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	4
Семестр 7					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 6

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 2

Практическая работа на компьютерах.

1. Работа в пакете Excel.

Ввод числовой информации. Введение и перенос формул. Статистическая обработка числовой информации. Базовая статистика - среднее, стандартное отклонение, вариация, мода, медиана. Корреляционный анализ. Коэффициенты парной корреляции. Построение разнотипных диаграмм.

2. Работа в пакете Statistica.

Ввод, экспорт и импорт данных. Статистическая обработка числовой информации.

Базовая статистика - среднее, стандартное отклонение, вариация, мода, медиана.

Корреляционный анализ. Коэффициенты парной корреляции и их значимость.

Методы многомерной статистики.

Факторный анализ. Суть факторного анализа (метод главных компонент) и его реализация в программном комплексе. Факторы, их веса и факторные нагрузки. Интерпретация факторов. Построение факторных диаграмм. Экспорт результатов факторного анализа в Word и Excel. Проведение факторного анализа с использованием гидрогеохимических и геоэкологических данных по Республике Татарстан.

Регрессионный анализ. Уравнения регрессии. Множественная регрессия. Особенности проведения регрессионного анализа и использование его данных. Проведение регрессионного анализа с использованием данных по нефтяной гидрогеологии Республики Татарстан.

Кластерный анализ. Суть анализа. Используемые меры связи. Особенности построения кластерных диаграмм. Проведение и интерпретация данных кластерного анализа (с использованием гидрогеологических и гидрогеохимических данных по Татарстану).

Использование возможностей пакетов Excel и Statistica

2. Лабораторные работы

Тема 3

Практическая работа на компьютерах.

Моделирование в программе Surfer.

Ввод данных. Оцифровка карт. Выбор методов триангуляции.

Построение карт изолиний и трехмерных поверхностей.

Построение серии карт равных напоров, изоминер, равных глубин залегания грунтовых вод и др.

на реальных хорошо изученных гидрогеологических объектах Татарстана

(полигоны захоронения отходов, промплощадки, площади месторождений питьевых подземных вод).

3. Лабораторные работы

Тема 4

Практическая работа на компьютерах.

Геофильтрационное моделирование в комплексе Processing Modlow.

Основы геофильтрационного моделирования. Вводимая исходная информация. Математический аппарат.

Получаемая информация.

Параметры моделей и создание исходного файла данных. Калибровка моделей.

Прогнозные расчеты. Карты напоров и понижений.

Балансовые расчеты. Величины естественных и привлекаемых ресурсов подземных вод.

Моделирование водозаборных и поглощающих скважин, карьеров. Линии тока подземных вод. Расчеты и построение зон санитарной охраны скважинных питьевых водозаборов.

Составление нескольких геофильтрационных моделей - абстрактных и на реальные гидрогеологические объекты.

Составление кратких отчетов по созданным геофильтрационным моделям.

4. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4

Контрольная работа предполагает письменный ответ на один вопрос. Вопросы обучаемые "вытягивают" сами.

Время на ответ - 10 мин. Вопросы касаются возможностей и особенностей работы в программных комплексах Excel, Statistica, Surfer и Processing Modlow.

Вопросы:

1. Понятие географической информационной системы. Подсистемы ГИС.

2. Современные компьютерные ГИС и традиционные бумажные карты: сходство и различие.

3. Типы ошибок векторизации. Способы контроля и устранения.

4. Пространственные элементы.

5. Шкалы измерений атрибутов.

6. Карта - модель пространственных явлений.

7. Картографические проекции. Семейства проекций.

8. Методы интерполяции: Кригинг.

9. Методы интерполяции: ОВП, Сплайн, Тренд.

10. Виды искажений, возникающих при проецировании.

11. TIN-модели представления поверхностей. Их преимущества и недостатки.

12. Картографические системы координат.

13. Переклассификация растровых данных с использованием фильтров.

14. UTM.

15. Измерение извилистости.

16. Проекция Гаусса-Крюгера, система координат 1942 г.

17. Измерение длин линейных объектов и периметров.

18. Пространственные распределения точек: анализ квадратов.

19. Иерархическая СУБД.

20. Переклассификация поверхностей.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 5, 6

Практическая работа на компьютерах. Освоение комплекса Ansdimat.

Ввод данных опытно-фильтрационных опробований. Схематизация гидрогеологических условий. Возможности программного комплекса. Определение основных гидрогеологических параметров водоносных систем всеми

используемыми методами - графоаналитическим, методом подбора, прямыми и обратными расчётами. Создание отчетов по обработке опытно-фильтрационных опробований.

Использование гидрогеологического калькулятора, включенного в программный комплекс. Решение задач, постоянно встречающихся в гидрогеологической практике - расчеты водопритоков в котлованы (карьеры), расчеты производительности водозаборных скважин, определение гидрогеологических параметров (коэффициентов фильтрации, водопроницаемости, пьезопроницаемости и др.) по данным расходов фильтрационных потоков и др.

Работа с блоками моделирования. Составление моделей с различными гидрогеологическими условиями и площадными размерами. Определение на моделях максимальной производительности скважин (подсчет эксплуатационных запасов подземных вод) и взаимовлияния скважин. Построение карт равных напоров и понижений. Анимация поведения уровня поверхности подземных вод во времени. Расчеты зон санитарной охраны (ЗСО) скважинных водозаборов. Составление отчетов по выделению ЗСО.

2. Письменная работа

Темы 5, 6

Письменная работа включает отчеты студентов по результатам самостоятельно выполненных работ в программном комплексе Ansdimat. Отчеты касаются всех основных используемых блоков программного комплекса - блока обработки данных опытно-фильтрационного опробования, гидрогеологического калькулятора и блока моделирования. Отчеты должны содержать краткую характеристику исходной информации, особенности её ввода и обработки в ПК, а также полученные результаты в виде графиков, схем, рисунков, расчетных данных и собственной интерпретации результатов обработки первичной гидрогеологической информации.

3. Контрольная работа

Темы 5, 6

Контрольная работа предполагает письменный ответ на один вопрос. Вопросы обучаемые "вытягивают" сами. Время на ответ - 10 мин. Вопросы касаются возможностей и особенностей работы в программном комплексе Ansdimat.

Вопросы:

1. Два основных метода представления географического пространства. Их преимущества и недостатки.
2. Топологические модели векторных данных.
3. Внешние факторы картографического дизайна.
4. Устройства ввода пространственной информации.
5. Грид-модели представления поверхностей. Их преимущества и недостатки.
6. Графические ошибки в векторных системах.
7. Наложение покрытий в растровых системах.
8. Конфляция.
9. Пространственные распределения точек: анализ ближайшего соседа.
10. Методы классификации числовых данных.
11. Связность линейных объектов.
12. Определение площадей.
13. Направленность линейных объектов.
14. Меры формы полигонов.
15. Цифровые модели рельефа.
16. Буферные зоны.
17. Вывод результатов анализа: картографический вывод.
18. Принципы картографического дизайна.
19. Наложение покрытий в векторных системах.
20. Вывод результатов анализа: некартографический вывод.
21. Государственные и корпоративные стандарты представления

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Понятие географической информационной системы. Подсистемы ГИС.
2. Современные компьютерные ГИС и традиционные бумажные карты: сходство и различие.
3. Типы ошибок векторизации. Способы контроля и устранения.
4. Пространственные элементы.
5. Шкалы измерений атрибутов.
6. Карта - модель пространственных явлений.
7. Картографические проекции. Семейства проекций.
8. Методы интерполяции: Кригинг.
9. Методы интерполяции: OBP, Слайн, Тренд.

10. Виды искажений, возникающих при проецировании.
11. TIN-модели представления поверхностей. Их преимущества и недостатки.
12. Картографические системы координат.
13. Переклассификация растровых данных с использованием фильтров.
14. UTM.
15. Измерение извилистости.
16. Проекция Гаусса-Крюгера, система координат 1942 г.
17. Измерение длин линейных объектов и периметров.
18. Пространственные распределения точек: анализ квадратов.
19. Иерархическая СУБД.
20. Переклассификация поверхностей.
21. Реляционная СУБД.
22. Два основных метода представления географического пространства. Их преимущества и недостатки.
23. Топологические модели векторных данных.
24. Внешние факторы картографического дизайна.
25. Устройства ввода пространственной информации.
26. Грид-модели представления поверхностей. Их преимущества и недостатки.
27. Графические ошибки в векторных системах.
28. Наложение покрытий в растровых системах.
29. Конфляция.
30. Пространственные распределения точек: анализ ближайшего соседа.
31. Методы классификации числовых данных.
32. Связность линейных объектов.
33. Определение площадей.
34. Направленность линейных объектов.
35. Меры формы полигонов.
36. Цифровые модели рельефа.
37. Буферные зоны.
38. Вывод результатов анализа: картографический вывод.
39. Принципы картографического дизайна.
40. Наложение покрытий в векторных системах.
41. Вывод результатов анализа: некартографический вывод.
42. Государственные и корпоративные стандарты представления информации. Правила цифрового описания.
43. Калибровка и трансформация изображений.
44. Моделирование в Excel.
45. Моделирование в Statistica.
46. Моделирование в Surfer.
47. Моделирование в Ansdimat.
50. Моделирование в Processing Modflow.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	5
		2	5
		3	5
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	4	5
Семестр 7			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	5
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Шпаков П.С., Основы компьютерной графики : учебное пособие / Шпаков П. С. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с. - ISBN 978-5-7638-2838-2 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763828382.html>
2. Гвоздева, В.А. Базовые и прикладные информационные технологии : учебник / В.А. Гвоздева. - Москва : ИД 'ФОРУМ' ; ИНФРА-М, 2015. - 384 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0572-2 (ИД 'ФОРУМ') ; ISBN 978-5-16-009245-4 (ИНФРА-М, print) ; ISBN 978-5-16-100515-6 (ИНФРА-М, online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/504788>
3. Гриневский, С. О. Гидрогеодинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод: монография / С.О. Гриневский. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 152 с. (Научная мысль; Гидрогеология). ISBN 978-5-16-005256-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/413174>
4. Солонина, А. И. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов: пособие / Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 461 с. ISBN 978-5-9775-1449-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/939957>

7.2. Дополнительная литература:

1. Керимов В.Ю., Шилов Г.Я., Поляков Е.Е., Ахияров А.В., Ермолкин В.И., Сысоева Е.Н. Седиментолого-фациальное моделирование при поисках, разведке и добыче скоплений углеводородов / В.Ю. Керимов [и др.]. - Москва : ВНИИГеосистем, 2010. - 288 с. ISBN 978-5-8481-0050-1. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/347312>
2. Блиновская, Я. Ю. Введение в геоинформационные системы : учебное пособие / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя. - 2-е изд. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. - 112 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-103387-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/902390>
3. Серебряков, О. И. Гидрогеология нефти и газа : учебник / О.И. Серебряков, Л.Ф. Ушивцева, Т.С. Смирнова. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2017. - 249 с. - (Высшая школа: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-103089-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/612533>
4. Карпенко, Н. П. Гидрогеология и основы геологии : учебное пособие / Н.П. Карпенко, И.М. Ломакин, В.С. Дроздов. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 328 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-106192-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/899005>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Все о геологии (неофициальный сайт геофака МГУ) - <http://geo.web.ru/>
 Геологическая библиотека Geokniga - <http://www.geokniga.org/>
 Информационная система - http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.74.9
 Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
 Сайт Российского союза гидрогеологов - <http://rosgidrogeo.com/>
 Центр Гидрогеоэкология СПбО ИГЭ РАН - www.hge.pu.ru/
 Электронная библиотека Нефть-газ - <http://www.oglib.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Современные компьютерные технологии - это фундаментальная база, овладение которой дает выпускнику большие конкурентные преимущества при трудоустройстве. Современная гидрогеология немыслима без компьютерного моделирования гидрогеодинамических и гидрогеохимических процессов (моделирования геофильтрации и геомиграции). Методы моделирования используются при оценке запасов подземных вод, разработке крупных месторождений полезных ископаемых, где предполагаются значительные водопритоки в горные выработки, при проведении различных геоэкологических и гидрогеоэкологических исследований, и т.д. Освоение компьютерного моделирования процессов, происходящих в подземной гидросфере, - это повышение своей конкурентоспособности, а также приобщение к самому современному и интересному методу исследований. Лекционная часть курса посвящена рассмотрению принципов гидрогеодинамического и гидрогеохимического моделирования, а также наиболее широко используемых программных средств. Залогом успешного освоения курса, а следовательно и методов компьютерного моделирования является ответственное отношение к занятиям и добросовестное выполнение домашних заданий.
лабораторные работы	Основная часть лабораторно-практических занятий посвящена освоению основных программных пакетов (комплексов), применяемых в современной мировой гидрогеологической практике - это Excel, Surfer, Statistica, Processinf Modflow, Ansdimat. Предполагается решение наиболее часто встречающихся практических задач различного уровня сложности в указанных комплексах. Самостоятельное освоение методов гидрогеологического моделирования без объяснений и помощи преподавателя практически невозможно. Поэтому залогом успешного освоения дисциплины и приобретения необходимых и востребованных на современном рынке труда знаний и умений является активная работа в первую очередь на лабораторно-практических занятиях.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Объём аудиторных занятий невелик, а создание компьютерных моделей и решение модельных задач требуют достаточно большого количества времени. Поэтому решение отдельных задач и составление некоторых моделей будет начинаться в компьютерном классе вместе с преподавателем, а их завершение - в домашних условиях (или самостоятельно в компьютерном классе во вне аудиторное время). Успешность самостоятельной работы определяется степенью усвоения необходимого теоретического материала и практических навыков моделирования, которые преподносятся во время лабораторно-практических занятий. Основное предназначение контрольной работы - проверка теоретических и практических знаний учащихся в течение учебного семестра. Контрольная проходит в виде письменного ответа на 1 вопрос, "вытягиваемый" самим обучаемым. Время на ответ - 10 минут. О материале, выносимом на контрольную, преподаватель предупреждает заранее. Хороший ответ предполагает достаточно длительную самостоятельную подготовку по материалам лекционных и лабораторно-практических занятий.
контрольная работа	Основное предназначение контрольной работы - проверка теоретических и практических знаний учащихся в течение учебного семестра. Контрольная проходит в виде письменного ответа на 1 вопрос, "вытягиваемый" самим обучаемым. Время на ответ - 10 минут. О материале, выносимом на контрольную, преподаватель предупреждает заранее. Хороший ответ предполагает достаточно длительную самостоятельную подготовку по материалам лекционных и лабораторно-практических занятий.
письменная работа	Под письменным домашним заданием понимается составление развернутых объяснительных записок по отдельным задачам, решаемым в программном комплексе Ansdimat. Составление объяснительных записок необходимо для лучшего понимания результатов своей деятельности и формирования профессионального языка. Залогом успешного составления объяснительных записок является активная (и эффективная) работа на лабораторно-практических занятиях, на которых преподаватель объясняет способы и методы решения задач в указанном программном комплексе, и проводит интерпретацию получаемых результатов компьютерной обработки исходных данных.
экзамен	Экзамен проходит в компьютерном классе. Обучаемые "вытягивают" один теоретический вопрос и модельную задачу. Основное и достаточно длительное время уходит на решение задачи. Она может включать необходимость создания и калибровки модели и решения нескольких прогнозных задач на этой модели. Одинаковых задач нет, поэтому успешное прохождение экзаменационного испытания предполагает наличие твердых начальных навыков компьютерного численного моделирования и навыков статистической обработки исходной геолого-гидрогеологической информации.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Компьютерное моделирование в гидрогеологии" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Компьютерное моделирование в гидрогеологии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.03.01 "Геология" и профилю подготовки "не предусмотрено".