

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  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Компьютерное моделирование в гидрогеологии

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология  
Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: заочное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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 ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6	Способен применять научно-исследовательские и практические навыки решения задач в области геологии, инженерной геологии и гидрогеологии с использованием современных методов обработки, в том числе с использованием цифровых технологий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

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 (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.01.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.03.01 "Геология (Инженерная геология и гидрогеология)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3, 4 курсах в 5, 6, 7, 8 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 - 26 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 141 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 13 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 5 семестре; зачет в 6 семестре; отсутствует в 7 семестре; экзамен в 8 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	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Вводная часть. Обзор программных продуктов, широко применяемых для обработки гидрогеологической информации.	5	2	0	0	0	0	0	7
2.	Тема 2. Статистическая обработка данных. Программные комплексы Excel и Statistica.	5	2	0	0	0	0	0	7
3.	Тема 3. Программный комплекс Surfer.	6	0	0	0	0	3	0	4
4.	Тема 4. Численное моделирование геофильтрации. Программный комплекс Processing Modlow.	6	0	0	0	0	3	0	4
5.	Тема 5. Программный комплекс Ansdimat. Теоретические основы, редактор ввода информации, обработка опытно-фильтрационных опробований.	7	2	0	0	0	3	0	49
6.	Тема 6. Программный комплекс Ansdimat. Блок быстрых гидрогеологических расчетов, блок аналитических моделей, подсчет запасов подземных вод, расчет зон санитарной охраны	7	2	0	0	0	3	0	49
7.	Тема 7. Программный комплекс MODFLOW. Теоретические основы, редактор ввода информации, обработка опытно-фильтрационных опробований.	8	1	0	0	0	2	0	10
8.	Тема 8. Программный комплекс MODFLOW. Блок быстрых гидрогеологических расчетов, блок аналитических моделей, подсчет запасов подземных вод, расчет зон санитарной охраны.	8	1	0	0	0	2	0	11
	Итого		10	0	0	0	16	0	141

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**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.

### **Тема 7. Программный комплекс MODFLOW. Теоретические основы, редактор ввода информации, обработка опытно-фильтрационных опробований.**

Предназначение, структура и возможности MODFLOW. 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 8. Программный комплекс MODFLOW. 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 MODFLOW. 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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **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](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/](http://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 немислима 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.
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.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>При подготовке к экзамену целесообразно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;</li> <li>- внимательно прочитать рекомендованную литературу;</li> <li>- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).</li> </ul>
экзамен	<p>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.</p>

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.



## **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 "Инженерная геология и гидрогеология".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.03.01.02 Компьютерное моделирование в гидрогеологии

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология  
Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: заочное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

**Основная литература:**

1. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. - 264 с. - ISBN 978-5-906818-79-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1896364> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов : учебник / Г.И. Ефремов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 260 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/1090526. - ISBN 978-5-16-016255-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1090526> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Перевертайло, Т.Г. Основы геологического 3D-моделирования в ПК Petrel 'Scilimiberger' : практикум / Т.Г. Перевертайло ; Томский политехнический университет. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2017. - 112 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043886> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа : по подписке.
4. Деева, В.С. Компьютерное моделирование в нефтегазовом деле : учебное пособие / В.С. Деева ; Томский политехнический университет. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2018. - 86 с. - ISBN 978-5-4387-0806-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043846> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа : по подписке.
5. Серебряков, А. О. Экологическое и геологическое моделирование месторождений : монография / А. О. Серебряков, О. И. Серебряков. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 356 с. - ISBN 978-5-8114-3350-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206327> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Калинин Э.В., Инженерно-геологические расчеты и моделирование : учебник / Калинин Э.В. - Москва: Издательство Московского государственного университета, 2006. - 256 с. - ISBN 5-211-04961-6 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211049616.html> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Вознесенский, А. С. Моделирование физических процессов в горном деле. Компьютерное моделирование : учебное пособие / А. С. Вознесенский, М. Н. Красилов, Я. О. Куткин. - Москва : МИСИС, 2018. - 97 с. - ISBN 978-5-906953-08-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/108042> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Гриневский, С. О. Гидрогеодинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод : монография / С.О. Гриневский. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 153 с. - (Научная мысль). - DOI 10.12737/615. - ISBN 978-5-16-005256-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1922278> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа : по подписке.

4. Шилов Г.Я. , Джафаров И. С. Генетические модели осадочных и вулканогенных пород и технология их фациальной интерпретации по геолого- геофизическим данным: монография. - Москва: Информационный центр ВНИИгеосистем, 2001. - 394с. - ISBN 5-8481-0008-X. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/349288> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа : по подписке.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.03.01.02 Компьютерное моделирование в гидрогеологии*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология  
Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: заочное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)  
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010  
Браузер Mozilla Firefox  
Браузер Google Chrome  
Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC  
Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.