

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

Е.А. Турилова

17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Численное моделирование геофильтрационных процессов

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: 2023

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) Галеев А.А. (кафедра математических методов в геологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Akhmet.Galeev@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:

- принципы математической идеализации природных процессов фильтрации, тепло- и массопереноса в горных породах;
- принципы документирования и математической обработки геологической информации;
- основы численных методов приближенного решения конкретных задач математической физики;

Должен уметь:

Применять численные методы решения ДУЧП с использованием программных продуктов общего и узкоспециализированного назначения для моделирования природных процессов геофильтрации при проведении инженерных изысканий под строительство.

Должен владеть:

Методами построения геофильтрационных моделей для оценки рисков развития опасных инженерно-геологических процессов, прогнозирования подтоплений и потери несущей способности грунтов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- принципы математической идеализации природных процессов фильтрации, тепло- и массопереноса в горных породах;
- принципы документирования и математической обработки геологической информации;
- основы численных методов приближенного решения конкретных задач математической физики;

Должен уметь:

применять численные методы решения ДУЧП с использованием программных продуктов общего и узкоспециализированного назначения для моделирования природных процессов фильтрации и переноса, оценки запасов

Должен владеть:

- методами построения геофильтрационных моделей для оценки рисков развития опасных инженерно-геологических процессов, прогнозирования подтоплений и потери несущей способности грунтов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

самостоятельно выбирать алгоритм решения задачи, проводить дискретизацию расчетной области, составлять разностную схему, выбирать численный метод решения задачи, реализовывать его на одном из современных алгоритмических языков или в профессиональной вычислительной среде

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.01.01 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 курсе в 5 семестре.

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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 12 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 6 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 4 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 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. Точность вычислительного эксперимента. Погрешности вычислений. Численные методы решения алгебраических уравнений. Погрешности математических вычислений; методы нахождения корней алгебраических уравнений.	5	1	0	0	0	1	0	10
2.	Тема 2. Численное дифференцирование и интегрирование аналитических и таблично заданных функций. Методы численного дифференцирования функций; разностная производная методы численного интегрирования функций.	5	1	0	0	0	1	0	10
3.	Тема 3. Численный спектральный анализ временных последовательностей в осадочной геологии. Гармоники, методы численного спектрального анализа и синтеза временных последовательностей.	5	1	0	0	0	1	0	10
4.	Тема 4. Приближенные методы решения задач математической физики. Сеточные методы. численные методы решения задач математической физики для функций двух и трех переменных.	5	1	0	0	0	1	0	10
5.	Тема 5. Обзор коммерческих пакетов прикладных программных средств для решения геофильтрационных задач.	5	0	0	0	0	1	0	10
6.	Тема 6. Моделирование дренажных систем. Совмещенные методы вакуумной и электросмотической систем водопонижения при строительстве.	5	0	0	0	0	1	0	8
	Итого		4	0	0	0	6	0	58

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Точность вычислительного эксперимента. Погрешности вычислений. Численные методы решения алгебраических уравнений. Погрешности математических вычислений; методы нахождения корней алгебраических уравнений.

методы как раздел вычислительной математики. Математическое моделирование и этапы решения задач на ЭВМ. Погрешности математических вычислений; методы нахождения корней алгебраических уравнений. Причины возникновения погрешностей. Классификация погрешностей и связь между ними. Запись чисел в ЭВМ. Числа с фиксированной и плавающей точкой. Величина и число. Приближённые числа. Абсолютная и относительная погрешности. Границы погрешностей. Десятичная запись приближённых чисел. Цифры, верные в широком и узком смысле. С

Тема 2. Численное дифференцирование и интегрирование аналитических и таблично заданных функций. Методы численного дифференцирования функций; разностная производная методы численного интегрирования функций.

Методы численного дифференцирования функций; разностная производная методы численного интегрирования функций. Неустраняемая погрешность формул численного дифференцирования. Разностные формулы. Двухточечная аппроксимация. Многоточечная аппроксимация.

Аппроксимация второй производной. Метод неопределённых коэффициентов. ифференцирование полинома Лагранжа для равноотстоящих узлов. Дифференцирование полинома Ньютона для интерполирования вперёд

Тема 3. Численный спектральный анализ временных последовательностей в осадочной геологии. Гармоники, методы численного спектрального анализа и синтеза временных последовательностей.

Ряды Фурье для периодических процессов, преобразование Фурье. Гармонический анализ периодических процессов. Прямое и обратное преобразование Фурье. Методы численного спектрального анализа временных последовательностей. Вычисление коэффициентов тригонометрического ряда Фурье. Анализ цикличности в формировании осадочных толщ.

Тема 4. Приближенные методы решения задач математической физики. Сеточные методы. численные методы решения задач математической физики для функций двух и трех переменных.

Прос.транственно-временные диапазоны формирования инженерно-геологических процессов. Геофильтрационные поля. Изотропные и анизотропные свойства геофильтрационных полей. Статическое и динамическое моделирование. Численные методы решения задач математической физики. Метод конечных разностей. Численное интегрирование дифференциальных уравнений в частных производных, начальные и краевые условия.

Конечно-разностная аппроксимация для уравнений параболического, гиперболического и эллиптического типа.

Тема 5. Обзор коммерческих пакетов прикладных программных средств для решения геофильтрационных задач.

Современные отечественные и зарубежные программные комплексы, предназначенные для математического моделирования процессов геофильтрации и геомиграции. Основные задачи, решаемые при прогнозном моделировании геофильтрации: определение прогнозных отметок (понижений) уровней подземных вод на конец расчетного срока эксплуатации при проектируемом водоотборе и сопоставление их с допустимыми величинами

количественная оценка источников формирования эксплуатационных запасов подземных вод, оценка изменения составляющих баланса подземных вод и определение ущерба поверхностному стоку.

Тема 6. Моделирование дренажных систем. Совмещенные методы вакуумной и электросмотической систем водопонижения при строительстве.

Основы гидродинамических расчетов. Уравнения фильтрации. Граничные условия. Численное решение уравнений для естественных и искусственных потоков грунтовых вод. Системы водопонижения под строительство. Моделирование дренажных систем. Лучевой дренаж. Моделирование вакуумной системы водопонижения с помощью иглофильтров.

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 планируемым результатам 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)

Сервер геологического факультета МГУ - <http://geo.web.ru/>

Сервер геологического факультета МГУ - <http://geo.web.ru/>

Численные методы в электронных таблицах - http://www.ksu.ru/f3/bin_files/number-a!208.pdf

Численные методы в электронных таблицах - http://www.ksu.ru/f3/bin_files/number-a!208.pdf

Элементы векторного анализа - http://www.ksu.ru/f3/bin_files/number-a!208.pdf

Элементы векторного анализа - http://www.ksu.ru/f3/bin_files/number-a!208.pdf

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на лабораторные занятия и указания на самостоятельную работу. Рассказывает о современных методах мелиорации грунтов, которые являются фундаментальной базой, овладение которой дает выпускнику большие конкурентные преимущества при трудоустройстве. Практически все профессиональные, управленческие, офисные навыки невозможны сегодня без использования расчетных и лабораторных методов по укреплению и оценке грунтового массива.
лабораторные работы	Лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков работы с оборудованием, интерпретацией полученных результатов. В процессе изучения курса предполагается использование широко применяемых в практической геологии различных расчетных методов по укреплению грунтов и предотвращения геологической опасности. Добросовестное отношение к занятиям, тщательное выполнение лабораторно-практических работ, базирующихся на конкретном геолого-геохимическом и гидрогеологическом материалах по Республике Татарстан и другим регионам РФ, позволит обучаемым освоить наиболее распространенные методы статистической обработки геологических, гидрогеологических и геохимических условий площадки под строительство зданий.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Самостоятельная работа проводится с целью: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся; <input type="checkbox"/> углубления и расширения теоретических знаний; <input type="checkbox"/> формирования умений использовать специальную литературу; <input type="checkbox"/> развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности; <input type="checkbox"/> формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; <input type="checkbox"/> развития исследовательских умений. Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: - самоконтроль и самооценка обучающегося; - контроль и оценка со стороны преподавателя.
зачет	Ключевым требованием при подготовке к зачету выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку к зачету следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

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.03.01.01 Численное моделирование геофильтрационных
процессов

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: 2023

Основная литература:

1. Слабнов, В. Д. Численные методы : учебник для вузов / В. Д. Слабнов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 392 с. - ISBN 978-5-507-44169-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/215762> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Карманова, Е. В. Численные методы : учебное пособие / Е. В. Карманова. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2020. - 172 с. - ISBN 978-5-9765-2303-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1142479> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Слабнов, В. Д. Математическое моделирование технологии регулирования процесса извлечения нефти из неоднородных пластов: монография / В. Д. Слабнов. - Казань: Казанский федеральный университет, 2014. - 188 с. - ISBN 978-5-00019-334-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72873> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Пантина, И. В. Вычислительная математика: учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/451160> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2020. - 424 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212440> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Керимов В.Ю., Рачинский М.З. Геофлюидодинамика нефтегазоносности подвижных поясов. - Москва: ООО 'Издательский дом Недра', 2011. - 600 с. - ISBN 978-5-8365-0369-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/349291> (дата обращения: 24.02.2023). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.01.01 Численное моделирование геофильтрационных
процессов

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: 2023

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.