

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Гаурский
ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)



01 » июня 2021 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Подземная гидромеханика

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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): заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Поташев К.А. (Кафедра аэрогидромеханики, отделение механики), KPotashev@mail.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-5	Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи математики и механики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

предмет и задачи Подземной гидромеханики, основные этапы моделирования физико-механических процессов в пористых средах.

Должен уметь:

формулировать задачи Подземной гидромеханики и применять численно-аналитические методы их решения.

Должен владеть:

теоретическими знаниями о методах качественного исследования задач Подземной гидромеханики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

формулировать математические модели физико-механических процессов в пористых средах;

использовать качественные методы анализа задач подземной гидромеханики;

аналитического, численно-аналитического и численного решения задач подземной гидромеханики;

анализировать полученные решения и делать на этой основе практические выводы.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.03 "Механика и математическое моделирование (Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 71 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 34 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 55 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: 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- тель- ная 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. Тема 1. Основные характеристики пористых сред. Уравнения однофазной фильтрации. Уравнение пьезопроводности. Простейшие установившиеся напорные течения. Уравнение стационарной фильтрации жидкости и газа.	8	2	0	2	0	0	0	8
2.	Тема 2. Тема 2. Качественные методы теории напорных течений. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости.	8	2	0	2	0	0	0	8
3.	Тема 3. Тема 3. Автомодельные задачи теории фильтрации. Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.	8	2	0	4	0	0	0	6
4.	Тема 4. Тема 4. Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде. Основные понятия многофазной фильтрации.	8	4	0	4	0	0	0	6
5.	Тема 5. Тема 5. Одномерные фильтрационные течения в неоднородных пластах.	8	4	0	2	0	0	0	5
6.	Тема 6. Тема 6. Плоские установившиеся течения.	8	2	0	4	0	0	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. Несовершенства скважин. Моделирование продуктивности скважин после геолого-технических мероприятий.	8	4	0	4	0	0	0	4
8.	Тема 8. Тема 8. Математическая модель неустановившейся фильтрации упругой жидкости в упругой среде.	8	4	0	6	0	0	0	4
9.	Тема 9. Тема 9. Условия на границе раздела при взаимном вытеснении жидкостей в пористой среде.	8	6	0	4	0	0	0	4
10.	Тема 10. Тема 10. Течение вязко-пластических жидкостей в пористой среде.	8	6	0	4	0	0	0	4
	Итого		36	0	36	0	0	0	53

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Основные характеристики пористых сред. Уравнения однофазной фильтрации. Уравнение пьезопроводности. Простейшие установившиеся напорные течения. Уравнение стационарной фильтрации жидкости и газа.

Основные характеристики пористых сред. Уравнения однофазной фильтрации. Элементарный представительный объем. Пористость, проницаемость. Закон Дарси. Границы его применимости и обобщения. Закон Форхгеймера. Формула Козени. Влияние давления на характеристики пористой среды и жидкости. Плоскопараллельный поток. Течение к скважине. Формула Дюпюи. Совершенные и несовершенные скважины. Приток к галерее скважин.

Тема 2. Тема 2. Качественные методы теории напорных течений. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости.

Оценка эффективной проницаемости неоднородной среды. Вариационные принципы для нелинейных законов фильтрации. Принцип вдавливания, принцип сравнения областей. Основные уравнения фильтрации газа. Пологие безнапорные течения. Уравнения Буссинеска.

Постановка основных задач фильтрации газа и безнапорной фильтрации. Приток к галерее скважин Вариационные принципы для нелинейных законов фильтрации. Постановка основных задач фильтрации газа и безнапорной фильтрации

Тема 3. Тема 3. Автомодельные задачи теории фильтрации. Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.

Предельные автомодельные решения. Задача о закачке или отборе газа через скважину. Линеаризация Лейбензона. Особенности постановки задач для модели Баренблатта. Динамические процессы в окрестности скважины. Особенности фильтрационных течений в слоистых пластах. Фильтрация в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.

Тема 4. Тема 4. Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде. Основные понятия многофазной фильтрации.

Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде. Модельные задачи массопереноса от точечного источника при наличии линейной и нелинейной сорбции. Учет гистерезиса в законе сорбции.

Основные понятия многофазной фильтрации. Понятие насыщенности пористой среды и фазовых скоростей фильтрации. Основные отличия от случая однофазного насыщения.

Тема 5. Тема 5. Одномерные фильтрационные течения в неоднородных пластах.

Одномерные фильтрационные течения в неоднородных пластах. Слоистая неоднородность. Зональная неоднородность. Аналитические решения о притоке жидкости к галерее скважин и одиночной скважине. Вычисление эквивалентных фильтрационных свойств гомогенизированного слоистого и зонально неоднородного пластов.

Тема 6. Тема 6. Плоские установившиеся течения.

Плоские установившиеся течения. Потенциал источника и стока. Метод суперпозиции. Приток к группе скважин с удаленным контуром питания. Приток к скважине в пласте с прямолинейным контуром питания. Приток вблизи прямолинейной непроницаемой границы пласта. Приток к эксцентричной скважине в круговом пласте.

Тема 7. Тема 7. Несовершенства скважин. Моделирование продуктивности скважин после геолого-технических мероприятий.

Несовершенства скважин. Моделирование продуктивности скважин после геолого-технических мероприятий. Понятие скин-эффекта. Приток флюида к несовершенным скважинам. Основные мероприятия по интенсификации добычи жидкости. Приток к скважине с трещиной гидравлического разрыва пласта. Приток к горизонтальным и разветвленным скважинам.

Тема 8. Тема 8. Математическая модель неустановившейся фильтрации упругой жидкости в упругой среде.

Математическая модель неустановившейся фильтрации упругой жидкости в упругой среде. Вывод дифференциальных уравнений фильтрации. Одномерные потоки упругой жидкости (прямолинейно-параллельный, плоско-радиальный). Интерференция скважин в условиях упругого режима. Определение свойств пласта по гидродинамическим исследованиям. Приближенные методы решения задач теории упругого режима.

Тема 9. Тема 9. Условия на границе раздела при взаимном вытеснении жидкостей в пористой среде.

Условия на границе раздела при взаимном вытеснении жидкостей. Прямолинейно-параллельное и плоско-радиальное вытеснение нефти водой. Устойчивость движения границы раздела жидкостей.

Движение границы под действием гравитационных сил. Процесс возникновения конуса подошвенной воды вблизи добывающей скважины.

Тема 10. Тема 10. Течение вязко-пластических жидкостей в пористой среде.

Течение вязко-пластических жидкостей в пористой среде. Реология жидкостей, классификация неньютоновских жидкостей. Фильтрация вязко-пластических жидкостей в пористых средах. Прямолинейно-параллельный и плоско-радиальный поток вязко-пластических жидкостей.

Неустановившаяся фильтрация вязко-пластических жидкостей. Образование застойных зон при вытеснении нефти водой. Особенности фильтрации вязко-пластических жидкостей в анизотропных пористых средах.

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)

Георесурсы. - Научно-технический журнал - <http://www.georesources.ksu.ru>

Каневская Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта - http://eknigi.org/estestvennye_nauki/164150-matematicheskoe-modelirovanie-razrabotki.htm

Моделирование нефтяных и газовых месторождений - http://www.twirpx.com/files/geologic/mmethods/oil_gas/

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

Нефть.Газ.Новации. - Научно-технический журнал - <http://www.neft-gaz-novacii.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студентам необходимо посещать лекции, вести конспект лекций вслед за изложением материала преподавателем. Рекомендуется прорабатывать конспект в течение дня после лекции и просматривать его вновь накануне следующей лекции. В случае обнаружения ошибок или возникновения вопросов по предыдущему материалу необходимо обратиться к преподавателю.
практические занятия	Для подготовки к практическим занятиям студенту рекомендуется предварительно прорабатывать как лекционный материал, так и материал предыдущих практических занятий. Основой для подготовки служит добросовестное выполнение домашнего задания. Для успешного решения задач первой части курса студентам рекомендуется вспомнить материал, освоенный в предыдущих семестрах в рамках базовых математических дисциплин.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов состоит из двух основных частей - проработка лекционного материала и выполнения домашних заданий. Для освоения теоретического и практического материала, в случае, когда конспекты оказываются недостаточным, или для более детальной проработки отдельных тем рекомендуется использовать литературу, указанную в соответствующем разделе. Все возникающие вопросы рекомендуется заранее четко сформулировать и впоследствии обсудить с преподавателем.
экзамен	Подготовку к экзамену рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все экзаменационные вопросы и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем экзаменационным вопросам.

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 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки "Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Основная литература:

1. Даутов Р.З., Карчевский М.М. Введение в теорию метода конечных элементов: учебное пособие. - Казань: Казанский университет, 2012. - 240 с. URL: http://kpfu.ru/publication?p_id=47325
2. Высоцкий, Л.И. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости: учебное пособие / Л.И. Высоцкий, Г.Р. Коперник, И.С. Высоцкий. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 64 с. - ISBN 978-5-8114-1554-0.- Текст: электронный// Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/44842>
3. Марон, В.И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах: учебное пособие / В.И. Марон. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 256 с. - ISBN 978-5-8114-1235-8.- Текст: электронный// Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3189>

Дополнительная литература:

1. Нигматулин Р.И., Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика [Электронный ресурс] / Нигматулин Р. И. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 640 с. - ISBN 978-5-9704-2898-6 - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428986.html>
2. Новиков, И.И. Термодинамика: учебное пособие / И.И. Новиков. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-0987-7.- Текст: электронный// Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/286>
3. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Подземная гидромеханика: пособие для семинарских занятий. - М.: Интерконтакт Наука, 2008. - 174 с. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/345214>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.01 Подземная гидромеханика

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

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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.