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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Е.А. Турилова
17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Устойчивость и предсказуемость крупномасштабных атмосферных процессов

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология
Профиль подготовки: Моделирование атмосферных процессов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. (доцент) Елисеев А.В. (кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, отделение природопользования), AVEliseev@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-1	Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин
ПК-5	Понимание принципов, определяющих разномасштабные процессы и явления в атмосфере, океане и водах суши, умение применять методы и технологии гидрометеорологического прогнозирования, основанных на эмпирических, статистических аналоговых и динамических подходах для анализа и прогнозирования их состояния

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основы методологии научного познания, базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности в области гидрометеорологии;

- методологии проведения научных исследований объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем изменений климата, геоэкологии и охраны окружающей среды, а также разработки прогноза (погоды, состояния климата и гидрологических объектов) различной заблаговременности;

- фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, связанные с гидрометеорологией;

- современные методы обработки, интерпретации гидрометеорологической информации и методы разработки прогностической метеорологической продукции при проведении научных и производственных исследований;

- основы разработки физико-математических моделей циркуляции атмосферы, гидрологических процессов вод суши и океана, а также методы гидрометеорологических расчетов и прогнозов.

Должен уметь:

- творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания, относящихся к базовым знаниям в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности в области гидрометеорологии;

- проводить научные исследование объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем изменений климата, геоэкологии и охраны окружающей среды, а также разрабатывать прогноз (погоды, состояния климата и гидрологических объектов) различной заблаговременности;

- навыками применения комплекса от-носящихся к гидрометеорологии фундаментальных и прикладных разделов дисциплин;

- использовать современные методы обработки, интерпретации гидрометеорологической информации и методы разработки прогностической метеорологической продукции при проведении научных и производственных исследований;

- навыками физико-математического моделирования в задачах циркуляции атмосферы, гидрологических процессов вод суши и океана, а также в задачах гидрометеорологических расчетов и прогнозов.

Должен владеть:

- навыками использования в научной и производственно-технологической деятельности знания, относящихся к базовым знаниям в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности в области гидрометеорологии;

- навыками проведения научных исследований объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем изменений климата, геоэкологии и охраны окружающей среды, а также разработки прогноза (погоды, состояния климата и гидрологических объектов) различной заблаговременности;

- фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, связанные с гидрометеорологией;

- навыками применения современных методов обработки, интерпретации гидрометеорологической информации и методов разработки прогностической метеорологической продукции при проведении научных и производственных исследований;

- основные модели, используемые в задачах циркуляции атмосферы, гидрологических процессов вод суши и океана, а также в задачах гидрометеорологических расчетов и прогнозов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.04 "Гидрометеорология (Моделирование атмосферных процессов)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 4 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 23 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 22 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 49 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 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, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Вводная часть.	4	0	0	0	0	0	0	4
2.	Тема 2. Устойчивость потоков в гидродинамике.	4	0	0	5	0	0	0	9
3.	Тема 3. Устойчивость движений в атмосфере.	4	0	0	5	0	0	0	9
4.	Тема 4. Предсказуемость крупномасштабных атмосферных процессов.	4	0	0	5	0	0	0	9
5.	Тема 5. Предсказуемость погодных процессов.	4	0	0	5	0	0	0	9
6.	Тема 6. Предсказуемость изменений климата.	4	0	0	2	0	0	0	9
	Итого		0	0	22	0	0	0	49

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Вводная часть.

Понятие устойчивости процессов и их предсказуемости. Показатели Ляпунова. Движения на аттракторе. Локальная и глобальная устойчивость. Примеры применения понятия устойчивости в механике, гидродинамике и физике. Иллюстративная трёхмодовая модель Лоренца. Аттрактор Лоренца. Численное решение модели Лоренца для разных значений управляющих параметров модели и начальных условий (по группам). Понятие потенциальной предсказуемости первого и второго рода.

Тема 2. Устойчивость потоков в гидродинамике.

Неустойчивость Кельвина и Гельмгольца. Устойчивость двумерного течения жидкости. Критерии устойчивости движения жидкости Куо, Рэлея, Майлса-Говарда и ФьортофтаСтатическая неустойчивость, баротропная неустойчивость и бароклинная неустойчивость, их связь с неустойчивостью Кельвина и Гельмгольца. Анализ особенностей движения жидкой частицы при развитии бароклинного возмущения.

Тема 3. Устойчивость движений в атмосфере.

Сведение задачи развития бароклинного возмущения к задаче термической конвекции. Методы теоретического анализа бароклинной неустойчивости (метод нормальных мод, метод начальных возмущений). Задача Иди. Понятие f-плоскости. Подробное решение задачи развития бароклинных возмущений для несжимаемой атмосферы на f-плоскости в случае ветрового потока с постоянным по высоте сдвигом. Сведение этой задачи к дисперсионному соотношению для развивающихся бароклинных мод. Понятие наиболее неустойчивой моды. Задача Филипса. Подробный анализ задачи развития бароклинных возмущений на f-плоскости для двуслойной атмосферы. Введение вертикальной дискретизации. Выделение "динамических" и "термодинамических" вертикальных уровней. Понятие "баротропного контролёра".

Тема 4. Предсказуемость крупномасштабных атмосферных процессов.

Введение операторных свойств гидродинамических уравнений. Понятие сопряжённого оператора и нормального оператора, их математические свойства. Анализ нормальности гидродинамического оператора, получение утверждения о том, что такой оператор не является нормальным. Анализ следствий из этого утверждения, введение понятия взаимодействия между модами. Иллюстраций важности такого взаимодействия для задачи Иди. Понятие немодального анализа. Понятие оптимальности начальных условий для развития возмущения. Природа низкочастотной изменчивости атмосферной циркуляции. Начальный рост ошибок. Предсказуемость режимов атмосферной циркуляции.

Тема 5. Предсказуемость погодных процессов.

Современные методы прогноза погоды. Методы ассимиляции данных наблюдений (3D-Var, 4D-Var, наджинг, одномерный фильтр Калмана, ансамблевый фильтр Калмана). Построение "нулевого приближения". Построение краткосрочного прогноза погоды. Предел предсказуемости, его физические причины. Характеристики качества прогнозов погоды. Улучшение качества прогноза погоды в мировых центрах в последние десятилетия. Ансамблевый прогноз погоды, его преимущества. Методы построения отдельных реализаций в ансамблевом прогнозе погоды. Оценка необходимого размера ансамбля для прогноза разных погодных характеристик (средних, экстремальных событий). Сезонный прогноз погоды за "пределом предсказуемости".

Тема 6. Предсказуемость изменений климата.

Глобальные и региональные модели климата. Связь изменений климата с внешними (естественными и антропогенными) воздействиями на Земную систему. Связь с задачей предсказуемости 2-го рода. Роль естественной изменчивости. Сценарии будущих изменений внешнего воздействия на систему. Неопределённость прогнозов изменения климата, её причины (естественная изменчивость, недостаточность знаний об управляющих законах, неопределённость сценариев будущего воздействия), их вклад на различных временных горизонтах. Ансамблевый прогноз климата, его преимущества. Методы построения и анализа ансамблевых прогнозов климата.

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 №14-55-996ин/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)

Гидрометцентр России - http://www.meteoinfo.ru

Институт вычислительной математики РАН - http://www.inm.ras.ru

Институт океанологии РАН - http://www.ocean.ru

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН - http://www.ifaran.ru

Кафедра метеорологии и климатологии МГУ имени М.В. Ломоносова - - http://meteo-geofak.narod.ru/

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

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Практические занятия составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для закрепления теоретического материала, полученного на лекциях и практических занятиях, и приобретения студентами способности самостоятельно решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий. При подготовке к практическим занятиям студент должен самостоятельно повторить теоретический материал. По результатам работы необходимо предоставить отчет в виде электронного документа.
самостоя-тельная работа	Самостоятельную работу по теме следует начинать с составления плана занятия. Затем следует найти в конспектах лекций, учебных пособиях и другой рекомендованной литературе соответствующие разделы. Освоение материала должно сопровождаться его конспектированием. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю.
экзамен	Подготовку к экзамену следует начинать с систематизации полученного материала. Необходимо построение соответствия вопросов билетов по курсу разделам лекционных занятий, учебных пособий и другой рекомендованной литературы. При сдаче экзамена следует по возможности подробно изложить ответы на вопросы билетов в письменной форме. При подготовке целесообразно конспектировать ответ на вопрос. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю.

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.

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 05.04.04 "Гидрометеорология" и магистерской программе "Моделирование атмосферных процессов".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.02.02 Устойчивость и предсказуемость крупномасштабных атмосферных процессов

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Моделирование атмосферных процессов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Основная литература:

1. Метеорология и климатология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 51140 'География и картография' и специальностям 012500 'География' и 013700 'Картография' / С.П. Хромов, М.А. Петросянц; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - Москва: Издательство Московского университета, 2013. - 581 с.

2. Пиловец, Г. И. Метеорология и климатология: учебное пособие / Г.И. Пиловец. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2022. - 399 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006463-5. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1860852 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

3. Должанский, Ф.В. Основы геофизической гидродинамики: монография / Ф.В. Должанский. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-1336-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/59593 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под редакцией Л. П. Питаевского. - 6-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Том 6 : Гидродинамика - 2021. - 728 с. - ISBN 978-5-9221-1625-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/185671 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Аналитические решения для задач стационарного ветрового движения жидкости / Л. А. Компаниец, Т. В. Якубайлик, Л. В. Гаврилова и др. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. - 112 с. - ISBN 978-5-7638-2531-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/491942 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.02.02 Устойчивость и предсказуемость
крупномасштабных атмосферных процессов

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

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Моделирование атмосферных процессов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

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.