

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский

« 01 » июня 2021 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Математические модели низкотемпературной плазмы

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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) профессор, д.н. (доцент) Желтухин В.С. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), VZheltuk@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
ОПК-6	способность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов
ПК-4	готовность решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- стратегию научного поиска;
- основные понятия, закономерности и физико-математические методы моделирования для решения практических задач физики процессов взаимодействия плазмы с веществом.

Должен уметь:

- выполнять расчеты основных свойств пылевой плазмы;
- обоснованно выбирать методы изучения явлений происходящих в процессах взаимодействия плазмы с веществом;
- пользоваться общенаучной и специальной литературой.

Должен владеть:

методами анализа разнообразных элементарных процессов происходящих при взаимодействии плазмы с веществом для научно обоснованного выбора соответствующей плазменной системы, наиболее подходящей для решения конкретной задачи; по исследованию процессов взаимодействия плазмы с веществом с использованием современных методов диагностики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

способностью разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.04.01 "Техническая физика (Техническая физика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 - 34 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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. Уравнения в частных производных	3	2	0	1	0	0	0	4
2.	Тема 2. Математическое моделирование процессов в плазме	3	2	0	2	0	0	0	5
3.	Тема 3. Метод Монте-Карло	3	2	0	2	0	0	0	5
4.	Тема 4. Моделирование прикатодных процессов.	3	1	0	2	0	0	0	6
5.	Тема 5. Уравнения гиперболического типа.	3	1	0	2	0	0	0	6
6.	Тема 6. Уравнения эллиптического типа	3	2	0	2	0	0	0	6
7.	Тема 7. Моделирование взаимодействия излучения с твердым телом	3	1	0	1	0	0	0	5
8.	Тема 8. Прикатодные процессы в реальных генераторах плазмы	3	1	0	2	0	0	0	6
9.	Тема 9. Задача о диссипации потоков плазмы умеренной интенсивности	3	1	0	1	0	0	0	3
10.	Тема 10. Метод частиц в ячейках	3	1	0	1	0	0	0	4
11.	Тема 11. Метод блочной и неполной блочной редукции	3	1	0	1	0	0	0	3
12.	Тема 12. Методы решения сеточных уравнений	3	1	0	1	0	0	0	3
	Итого		16	0	18	0	0	0	56

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Уравнения в частных производных

Численные методы решения уравнений в частных производных, используемых при описании процессов в низкотемпературной плазме. Классификация уравнений в частных производных и общие сведения о численных методах. Решение параболических уравнений. Моделирование тепловых процессов в твердом теле при воздействии потоков плазмы и пучков заряженных частиц на основе уравнения теплопроводности. теплопроводности.

Тема 2. Математическое моделирование процессов в плазме

Определение и назначение моделирования. Этапы построения математических моделей. Методы решения уравнений для полей. Численные методы решения эллиптических уравнений. Решение уравнений Максвелла. Уравнение Пуассона для задач о распределении электрического потенциала. Подходы к решению уравнений магнитной гидродинамики.

Тема 3. Метод Монте-Карло

Алгоритм метода Монте-Карло. Оптимизация метода Монте-Карло. Динамическая (кинетическая) формулировка метода Монте-Карло. Прямое моделирование методом Монте-Карло. Метод Монте-Карло и его использование для моделирования взаимодействия излучения с твердым телом. Пример реализации метода Монте-Карло (моделирование облучения твердых тел ионами в приближении бинарных столкновений).

Тема 4. Моделирование прикатодных процессов.

Основные принципы математического моделирования прикатодных процессов в реальных генераторах низкотемпературной плазмы. Расчет распределения напряженности электрического поля у катода в тлеющем разряде. Задача численного исследования течения низкотемпературной аргоновой плазмы с учетом прикатодных процессов в канале плазмогенератора.

Тема 5. Уравнения гиперболического типа.

Решение уравнений гиперболического типа. Решение задачи о диссипации энергии пучков

заряженных частиц и потоков плазмы умеренной интенсивности в твердом. Численные методы решения уравнений в частных производных, используемых при описании процессов в низкотемпературной плазме. Исследование процессов взаимодействия дисперсных частиц с потоками низкотемпературной электродуговой плазмы.

Тема 6. Уравнения эллиптического типа

Основные определения и постановка краевых задач. Численные методы решения эллиптических уравнений. Решение уравнения Пуассона для граничных условий Дирихле и Неймана. Уравнение Пуассона для задач о распределении электрического потенциала. Уравнение Лапласа для задач описания различных стационарных физических полей.

Тема 7. Моделирование взаимодействия излучения с твердым телом

Математическое моделирование взаимодействия излучения с твердым телом. Метод Монте-Карло и его использование для моделирования взаимодействия излучения с твердым телом. Прохождение электронов средних энергий через вещество и методы расчета интенсивности первичного рентгеновского излучения. Модель имитации поведения электронного пучка в твердом теле методом Монте-Карло.

Тема 8. Прикатодные процессы в реальных генераторах плазмы

Математическое моделирование прикатодных процессов в реальных генераторах низкотемпературной плазмы. Основные принципы математического моделирования прикатодных процессов в реальных генераторах низкотемпературной плазмы. Тепломассоперенос и динамика катодных и прикатодных процессов средне и сильноточных плазменных систем.

Тема 9. Задача о диссипации потоков плазмы умеренной интенсивности

Решение уравнений гиперболического типа. Решение задачи о диссипации энергии пучков заряженных частиц и потоков плазмы умеренной интенсивности в твердом теле. Численные методы решения уравнений в частных производных, используемых при описании процессов в низкотемпературной плазме. Математическое моделирование взаимодействия атомных частиц с твердым телом и диссипации энергии пучков заряженных частиц в веществе.

Тема 10. Метод частиц в ячейках

Методы частиц-в-ячейках. Методы частиц-в-ячейках на неструктурированных сетках. Метод частиц-в-ячейках в газовой динамике. Методы частиц в ячейках в динамике бесстолкновительной плазмы. Уравнение Пуассона для задач о распределении электрического потенциала. Математическое моделирование процессов в плазме в рамках метода частиц в ячейке.

Тема 11. Метод блочной и неполной блочной редукции

Метод блочной и неполной блочной редукции для решения систем с матрицами специальной структуры. Классификация алгебраических систем, а также сравнительный анализ ресурсоемкости прямых, итерационных и комбинированных методов их решения, с учетом различных структур и способов хранения матричных данных.

Тема 12. Методы решения сеточных уравнений

Сеточные уравнения. Основные понятия. Метод прогонки. Метод полной редукции. Метод разделения переменных. Двухслойные итерационные методы. Трехслойные итерационные методы. Итерационные методы вариационного типа. Быстрые прямые методы решения сеточных уравнений, использующие спектральное разложение матриц.

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)

Интернет университет - <http://www.intuit.ru>

НОЦ "Плазма" - plasma.karelia.ru

Сайт Объединенного института высоких температур - http://jiht.ru/science/topics/topic3_2.php

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретического обучения. Поэтому в ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Лекционный материал и предлагаемая преподавателем литература даст систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, раскроет состояния и перспективы развития рассматриваемых вопросов, сконцентрирует внимание студентов на наиболее сложных узловых вопросах, будет стимулировать их активную познавательную деятельность, формировать творческое мышление.
практические занятия	Практические занятия по курсу имеют цель развития у студентов алгоритмического мышления в степени, необходимой для быстрого и полного освоения компьютерных технологий, применяемых в различных предметных областях, а также способности видеть и формулировать задачи новых применений компьютера в будущей профессиональной деятельности.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Наряду с чтением лекций профессорско-преподавательским составом кафедры, изучением основной и дополнительной литературы по курсу студентам рекомендуется проведение самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью учебной работы и предназначена для достижения следующих целей: - закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков; - подготовка к предстоящим занятиям, зачетам; - формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний. Формами самостоятельной работы студентов являются изучение соответствующей научно-технической литературы, рекомендуемых преподавателями кафедры.
экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

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 16.04.01 "Техническая физика" и магистерской программе "Техническая физика".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.02 Математические модели низкотемпературной
плазмы

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Казарян М.Л. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ [Электронный ресурс]: Сборник научных трудов / М.Л. Казарян, И.Д. Музаев, Е.Г. Гюева - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 150 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-106772-7 (online) - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/972756>
2. Коломейченко А.С. Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин ; под ред. А.С. Коломейченко. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 181 с. - (Высшее образование: Магистратура). - www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59688803c3cb35.15568286. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/884599>
3. Материалы: XXVI Международная конференция 'Электромагнитное поле и материалы (фундаментальные физические исследования)' [Электронный ресурс]. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 768 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1004654>

Дополнительная литература:

1. Безруков А.И. Математическое и имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 227 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/944595>
2. Савенкова Н.П. Численные методы в математическом моделировании [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 176 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/774278>
3. Дмитриев Н.М. Лекции по подземной гидромеханике. [Электронный ресурс]/Н.М. Дмитриев, В.В. Кадет - Выпуск 2. М: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2005. - 109 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/344958>
4. Материалы: XXV Международная конференция 'Электромагнитное поле и материалы (фундаментальные физические исследования)' [Электронный ресурс]. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 820 с. : ил. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/948665>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.02 Математические модели низкотемпературной
плазмы

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

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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 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.