

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Глубокое обучение

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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): Абдуллин А.И. ; доцент, к.н. Арабов М.К. (кафедра анализа данных и технологий программирования, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), MKAraбов@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	Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности в задачах анализа данных и машинного обучения

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- Основные концепции и определения глубокого обучения и нейронных сетей.
- Исторический обзор развития глубокого обучения и ключевые достижения.
- Различия между глубоким обучением, машинным обучением и другими подходами.
- Основные архитектуры нейронных сетей (CNN, RNN, GAN, VAE, трансформеры и др.) и их применения.
- Методы обучения нейронных сетей, включая градиентный спуск и регуляризацию.
- Основные библиотеки и фреймворки (TensorFlow, PyTorch) для реализации моделей глубокого обучения.
- Этические аспекты и вызовы, связанные с применением глубокого обучения.

Должен уметь:

- Применять различные типы нейронных сетей для решения практических задач.
- Оценивать и настраивать параметры и гиперпараметры моделей.
- Использовать методы кросс-валидации и метрики для оценки качества моделей.
- Применять трансферное обучение и предобученные модели для улучшения результатов.
- Разрабатывать и реализовывать генеративные модели для создания новых данных.
- Использовать нейронные сети для обработки естественного языка и работы с последовательными данными.

Должен владеть:

- Навыками программирования на Python и использования библиотек для глубокого обучения.
- Способностью анализировать и интерпретировать результаты работы моделей.
- Умением работать с большими данными и применять методы их обработки и анализа.
- Знаниями о современных методах и инструментах для сбора, обработки и анализа данных.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- Разрабатывать и реализовывать проекты в области глубокого обучения.
- Участвовать в научных исследованиях и проектах, связанных с анализом данных и машинным обучением.
- Применять полученные знания для стратегического планирования и принятия решений в профессиональной деятельности.
- Оценивать влияние вычислительных мощностей на развитие и применение глубокого обучения.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 "Прикладная математика и информатика (Анализ данных и его приложения)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 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 - 32 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 40 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 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. Тема 1. Введение в глубокое обучение	2	2	0	0	0	2	0	5
2.	Тема 2. Тема 2. Нейронные сети	2	2	0	0	0	2	0	5
3.	Тема 3. Тема 3. Обучение нейронных сетей	2	2	0	0	0	2	0	5
4.	Тема 4. Тема 4. Сверточные нейронные сети (CNN)	2	2	0	0	0	2	0	5
5.	Тема 5. Тема 5. Рекуррентные нейронные сети (RNN)	2	2	0	0	0	2	0	5
6.	Тема 6. Тема 6. Нейронные сети для обработки естественного языка (NLP)	2	2	0	0	0	2	0	5
7.	Тема 7. Тема 7. Генеративные модели	2	2	0	0	0	2	0	5
8.	Тема 8. Тема 8. Диффузионные модели	2	2	0	0	0	2	0	5
	Итого		16	0	0	0	16	0	40

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Введение в глубокое обучение

1. Определение глубокого обучения.
2. Исторический обзор: от первых нейронных сетей до современных подходов.
3. Основные достижения в области глубокого обучения.
4. Различия между глубоким обучением и машинным обучением.
5. Применения глубокого обучения в различных областях.
6. Влияние вычислительных мощностей на развитие глубокого обучения.
7. Основные библиотеки и фреймворки (TensorFlow, PyTorch).
8. Этические аспекты и вызовы глубокого обучения.

Тема 2. Тема 2. Нейронные сети

1. Основные типы нейронных сетей.
2. Структура нейронов и их функции.
3. Различие между полносвязными и сверточными слоями.
4. Активационные функции: ReLU, Sigmoid, Tanh.
5. Обратное распространение ошибки.
6. Инициализация весов и её влияние на обучение.
7. Параметры и гиперпараметры нейронных сетей.

8. Примеры успешных применений нейронных сетей.

Тема 3. Тема 3. Обучение нейронных сетей

1. Процесс обучения: этапы и методы.
2. Градиентный спуск: принципы и алгоритмы.
3. Вариации градиентного спуска (SGD, Adam, RMSprop).
4. Переобучение: причины и признаки.
5. Регуляризация: L1, L2, Dropout.
6. Кросс-валидация и её роль в обучении.
7. Метрики оценки качества модели.
8. Подбор гиперпараметров: методы и инструменты.

Тема 4. Тема 4. Сверточные нейронные сети (CNN)

1. Основные компоненты CNN: свёрточные и подвыборочные слои.
2. Применение CNN для обработки изображений.
3. Архитектура LeNet и её особенности.
4. Архитектура AlexNet и её влияние на развитие CNN.
5. Архитектура VGG и её преимущества.
6. Архитектура ResNet и концепция остаточных связей.
7. Применение CNN в задачах распознавания объектов.
8. Трансферное обучение с использованием предобученных моделей.

Тема 5. Тема 5. Рекуррентные нейронные сети (RNN)

1. Основная структура RNN и её особенности.
2. Применение RNN для работы с последовательными данными.
3. Проблема затухающего градиента в RNN.
4. Долгосрочная краткосрочная память (LSTM): архитектура и преимущества.
5. Gated Recurrent Units (GRU): отличие от LSTM.
6. Применение RNN в задачах обработки текста и временных рядов.
7. Обучение RNN: методы и техники.
8. Примеры успешных приложений RNN.

Тема 6. Тема 6. Нейронные сети для обработки естественного языка (NLP)

1. Основные задачи в NLP: классификация, генерация, перевод.
2. Трансформеры: архитектура и принципы работы.
3. Word2Vec: векторизация слов и её применение.
4. BERT: контекстуальное представление слов.
5. GPT: генерация текста и диалоговые системы.
6. Применение нейронных сетей в чат-ботах и виртуальных помощниках.
7. Оценка качества моделей NLP.
8. Будущее NLP и новые подходы.

Тема 7. Тема 7. Генеративные модели

1. Определение генеративных моделей и их применение.
2. Генеративные состязательные сети (GAN): принципы работы.
3. Архитектура GAN и её компоненты.
4. Вариационные автокодеры (VAE): концепция и применение.
5. Применение GAN в генерации изображений и видео.
6. Применение VAE в обработке данных и генерации.
7. Сравнение GAN и VAE: плюсы и минусы.
8. Будущее генеративных моделей и их применение в искусстве.

Тема 8. Тема 8. Диффузионные модели

1. Определение диффузионных моделей и их особенности.
2. Принципы работы диффузионных моделей.
3. Применение диффузионных моделей в генерации изображений.
4. Сравнение с другими генеративными моделями.

5. Эффективность и производительность диффузионных моделей.
6. Примеры успешных приложений диффузионных моделей.
7. Текущие исследования и разработки в области диффузионных моделей.
8. Будущее и перспективы диффузионных моделей в глубокое обучение.

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)

Coursera - Deep Learning Specialization by Andrew Ng - <https://www.coursera.org/specializations/deep-learning>
 edX - MIT OpenCourseWare: Deep Learning for Self-Driving Cars - <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-864-deep-learning-for-self-driving-cars-fall-2018/>
 Google AI - Machine Learning Crash Course - <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course?hl=ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студенту рекомендуется внимательно слушать лектора, следить за тем, что написано на доске или представлено на слайдах презентации, анализировать получаемую им информацию. В случае, если материал лекции непонятен, следует задать вопрос в отведенное для вопросов время. Студенту также рекомендуется конспектировать материал лекции в тетради, что улучшает запоминание.
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ студенту рекомендуется внимательно анализировать поставленную задачу, уделяя особенное внимание критериям оценки точности решения задачи. Программный код должен быть объектно-ориентированным, чистым, с поясняющими комментариями. Особенное внимание следует уделить методологическим аспектам решения задачи, на корректное разделение выборки на обучающую, валидационную и тестовую. Результаты работы программы должны быть оформлены в виде таблиц и графиков.
самостоятельная работа	При ведении самостоятельной работы студенту рекомендуется внимательно подходить к изучению научных статей, обращать внимание на значимость полученного результата, на требования к обучающей выборке, на скорость работы предлагаемых алгоритмов, на результаты их сравнения с существующими. В случае, если изучаемый материал понятен не до конца, рекомендуется обращение к дополнительной литературе.
экзамен	Студенту рекомендуется внимательно анализировать вопросы в экзаменационном билете. Ответ на экзаменационный билет должен быть подробным и четким, все релевантные формулы должны быть приведены и пояснены. При ответе на вопрос студент должен проявить не столько умение запомнить материал, сколько глубокое его понимание. Рекомендуется избегать приведения в ответе материала, не относящегося к билету.

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.

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 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе "Анализ данных и его приложения".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 216 с. - ISBN 978-5-507-50568-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/447392> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Математические и программные методы построения моделей глубокого обучения : учебное пособие / А. В. Протодяконов, А. В. Дягилева, П. А. Пылов, Р. В. Майтак. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 176 с. - ISBN 978-5-9729-1484-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2094440> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Малов Д. А. Глубокое обучение и анализ данных. Практическое руководство / Д.А. Малов. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 272 с. - ISBN 978-5-9775-1172-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/389629> (дата обращения: 10.01.2025). - Текст: электронный.
4. Шолле Франсуа. Глубокое обучение на Python. - 2-е межд. издание. - (Серия 'Библиотека программиста'). - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 576 с. - ISBN 978-5-4461-1909-7. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/386793> (дата обращения: 10.01.2025). - Текст: электронный.

Дополнительная литература:

1. Данилов, В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов. - Донецк : ДонНУ, 2020. - 158 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/179953> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Птицына, Л. К. Интеллектуальные системы и технологии : учебное пособие / Л. К. Птицына. - Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. - 231 с. - ISBN 978-5-89160-183-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/180054> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Милютина, Е. М. Интеллектуальные информационные системы: курс лекций для обучающихся направления подготовки 09.03.03 'Прикладная информатика' : учебное пособие / Е. М. Милютина. - Брянск : Брянский ГАУ, 2022 - Часть 1 - 2022. - 40 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/304886> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Сириченко, А. В. Искусственные нейронные сети. Практикум : учебное пособие / А. В. Сириченко. - Москва : МИСИС, 2022. - 26 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/305447> (дата обращения: 10.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.05 Глубокое обучение*

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

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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.