

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д. А. Гаюровский
01 » июня 2021 г.



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины Нейронные сети и их приложения

Направление подготовки: 09.03.02 - Информационные системы и технологии

Профиль подготовки: Информационные системы и технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

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): заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Гафаров Ф.М. (Кафедра информационных систем, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Fail.Gafarov@kpfu.ru ; старший преподаватель, б/с Гилемзянов А.Ф. (Кафедра информационных систем, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), AIFGilemzyanov@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-8	Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.
ПК-7	Способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

современные модели биологических и искусственных нейронных сетей, способы их применения для обработки информации и распознавания образов архитектуру классических нейросетевых моделей алгоритмы обучения нейронных сетей модели биологических нейронных сетей модели искусственных нейронных сетей способы применения нейронных сетей для решения различных прикладных задач.

Должен уметь:

конструировать нейронные сети обучать нейронные сети применять нейронные сети для решения прикладных задач

Должен владеть:

навыками моделирования нейронных сетей на основе фреймворка PyTorch. технологиями применения математических методов и практическими навыками нейросетевой обработки больших объемов пространственно-временных данных

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять нейронный сети на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.02 "Информационные системы и технологии (Информационные системы и технологии)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Введение в искусственные нейронные сети. Основы и работа с тензорами в PyTorch	5	3	3	0	0	5	0	5
2.	Тема 2. Тема 2. Вычислительные графы. Автоматическое вычисление градиентов	5	3	3	0	0	5	0	5
3.	Тема 3. Тема 3. Однослойные и многослойные нейронные сети в PyTorch.	5	2	2	0	0	5	0	5
4.	Тема 4. Тема 4. Подготовка данных и организация процесса обучения нейронной сети. Рекуррентные нейронные сети	5	2	2	0	0	5	0	5
5.	Тема 5. Тема 5. Прогнозирование временных рядов с помощью рекуррентных нейронных сетей	5	2	2	0	0	4	0	4
6.	Тема 6. Тема 6. Свёрточные нейронные сети и их приложения	5	2	2	0	0	4	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. Графовые нейронные сети и их приложения	5	2	2	0	0	4	0	4
8.	Тема 8. Тема 8. Нейросетевые архитектуры на основе Transformer.	5	2	2	0	0	4	0	4
	Итого		18	18	0	0	36	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Введение в искусственные нейронные сети. Основы и работа с тензорами в PyTorch

История искусственных нейронных сетей. Классификация нейронных сетей. Процесс обучения НС. Этапы нейросетевого проекта. Особенности и основные возможности библиотеки PyTorch. Основные составляющие и модули библиотеки PyTorch. Тензоры PyTorch. Инициализация тензоров, операции с тензорами. Использование CUDA.

Тема 2. Тема 2. Вычислительные графы. Автоматическое вычисление градиентов

Понятие вычислительного графа. Вычисление градиентов с помощью Autograd. Вычисление градиентов для не скалярного результирующего тензора. Отключение отслеживания операций с тензорами. Очистка вычисленных градиентов. Линейная регрессия без использования autograd. Линейная регрессия с использованием autograd

Тема 3. Тема 3. Однослойные и многослойные нейронные сети в PyTorch.

Математические основы искусственных нейронных сетей. Формальный нейрон. Функция активации. Однослойная нейронная сеть. Обучение однослойной нейронной сети (алгоритм Уидроу-Хоффа). Многослойные нейронные сети. Создание однослойных и многослойных НС в PyTorch. Оптимизаторы и функции потерь PyTorch. Обучение модели нейронной сети в PyTorch

Тема 4. Тема 4. Подготовка данных и организация процесса обучения нейронной сети. Рекуррентные нейронные сети

Подключение модулей Python. Загрузка и подготовка данных. Создание модели нейронной сети. Обучение модели нейронной сети. Оценка качества модели нейронной сети. Основные особенности и применение рекуррентных нейронных сетей. Алгоритм работы обычной рекуррентной нейронной сети (RNN). Обучение рекуррентных нейронных сетей. LSTM нейронные сети

RNN и LSTM слои в PyTorch. Режимы работы рекуррентной нейронной сети (RNN)

Тема 5. Тема 5. Прогнозирование временных рядов с помощью рекуррентных нейронных сетей

Временные ряды. Генерация данных и подготовка для обучения нейронных сетей. Создание рекуррентной нейронной сети на основе RNN слоев. Создание рекуррентной нейронной сети на основе LSTM слоев. Обучение нейронной сети RNN. Обучение нейронной сети LSTM. Графическое отображение результатов. Прогнозирование временных рядов с помощью рекуррентных нейронных сетей

Тема 6. Тема 6. Свёрточные нейронные сети и их приложения

Биологические основы свёрточных нейронных сетей. Архитектура и принцип работы. Операция свертки, принцип работы. Пулинг или слой субдискретизации. Архитектура свёрточных нейронных сетей для задачи классификации. Реализация свёрточных нейронных сетей в Pytorch. Преимущества и недостатки свёрточных нейронных сетей

Тема 7. Тема 7. Графовые нейронные сети и их приложения

Основные задачи, решаемые графовыми нейронными сетями. Описание графовых данных. Представление вершин и ребер в графовых нейронных сетях. Операции обобщения агрегации. Парадигмы построения графовых сверток. Основные типы графовых нейронных сетей. Реализация графовых нейронных сетей в Pytorch. Графовые нейронные сети.

Тема 8. Тема 8. Нейросетевые архитектуры на основе Transformer.

Архитектура сети Transformer. Принципы работы нейронных сетей Transformer. Кодирование позиций. Внимание на основе скалярного произведения. Особенности слоя внимания в энкодере и декодере. Принцип Multi-head attention. Реализация архитектуры на основе Transformer в Pytorch. Применение нейронных сетей Transformer.

Список прикрепленных к данной дисциплине (модулю) электронных курсов и сторонних ресурсов

• LMS Moodle: https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=5988 (5988)	5-й семестр
--	-------------

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

Нейронные сети - <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stneunet.html>

Нейронные сети - <http://algolist.manual.ru/ai/neuro/index.php>

Портал искусственного интеллекта - <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/neural-networks.html>

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)

Нейронные сети - <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stneunet.html>

Нейронные сети - <http://algotlist.manual.ru/ai/neuro/index.php>

Портал искусственного интеллекта - <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/neural-networks.html>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса дается целостное представление о курсе. Записи лекций в конспектах должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к семинарам, при подготовке к экзамену, при выполнении самостоятельных заданий и домашних работ.
лабораторные работы	Лабораторные работы 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 лабораторным работам студент должен самостоятельно повторить теоретический материал. По результатам работы необходимо предоставить отчет в виде электронного документа. Отчет должен содержать: - титульный лист - постановку задачи - описание последовательности действий, произведенных при выполнении работы (ход работы) -Результаты работы -Список используемых источников.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Во время самостоятельной работы рекомендуется изучить литературу, сетевые источники. Чтобы лучше подготовиться к лабораторным работам, также необходимо повторить выполненные задания предыдущих лабораторных работ. В списке Интернет ресурсов для изучения данной дисциплины приведен материал, который помогает закрепить знания, полученные в ходе лабораторных работ. Самостоятельное изучение данного материала позволит повысить уровень знаний по дисциплине
экзамен	В ходе подготовки к экзамену по дисциплине обучающемуся рекомендуется повторить весь ранее изученный материал, как теоретического характера, так и практические (лабораторные) работы, изучить рекомендуемую преподавателем литературу, определить возможные проблемные места усвоения материала и провести дополнительные образовательные действия для разрешения выявленных ранее пробелов

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 09.03.02 "Информационные системы и технологии" и профилю подготовки "Информационные системы и технологии".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.02 - Информационные системы и технологии

Профиль подготовки: Информационные системы и технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Барский А.Б., Искусственный интеллект и логические нейронные сети : учебное пособие / Барский А.Б. - Санкт-Петербург: ИЦ Интермедия, 2019. - 360 с. - ISBN 978-5-4383-0155-4 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785438301554.html> (дата обращения: 11.02.2021). - Режим доступа : по подписке.
2. Галушкин А.И., Нейронные сети: основы теории / Галушкин А.И. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2012. - 496 с. - ISBN 978-5-9912-0082-0 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200820.html> (дата обращения: 11.02.2021). - Режим доступа : по подписке.
3. Рутковская Д., Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. ; Пер. с польского И.Д. Рудинского. - 2-е изд., стереотип. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2012. - 384 с. - ISBN 978-5-9912-0320-3 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203203.html> (дата обращения: 11.02.2021). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Максимов, Н. В. Компьютерные сети : учебное пособие / Н.В. Максимов, И.И. Попов. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. - 464 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-454-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1714105> (дата обращения: 11.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Шаньгин, В. Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей : учебное пособие / В.Ф. Шаньгин. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. - 416 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0754-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1910870> (дата обращения: 11.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
3. Барский, А. Б. Планирование виртуальных вычислений : учеб. пособие / А.Б. Барский. - М. : ИД 'ФОРУМ' : ИНФРА-М, 2018. - 200 с. - (Высшее образование). - www.dx.doi.org/10.12737/19901. - ISBN 978-5-8199-0655-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/966062> (дата обращения: 11.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
4. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab : учебное пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/14347. - ISBN 978-5-16-010185-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1515059> (дата обращения: 11.02.2021). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.01 Нейронные сети и их приложения

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

Направление подготовки: 09.03.02 - Информационные системы и технологии

Профиль подготовки: Информационные системы и технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

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 "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.