

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ПМИ

_____ М.В. Коломина

_____ М.В. Коломина

«8» сентября 2022 г.

«8» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Продвинутое машинное обучение»

Составитель	Гладилин П.Е., к.ф.-м.н., доцент ФЦТ, ИТМО
Направление подготовки / специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) ОПОП	Программирование и искусственный интеллект
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приёма	2023
Курс	4
Семестр(ы)	7

Астрахань – 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины «Продвинутое машинное обучение» является ознакомление студентов с современными алгоритмами построения глубоких нейронных сетей для решения прикладных задач, связанных с обработкой изображений и видео, анализом естественного языка, генерацией новых объектов, а также методами обучения с подкреплением.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- формирование представлений об архитектурах нейронных сетей, о прикладных задачах современного машинного обучения;
- сформировать способность проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения.
- углубление знаний в области машинного обучения,
- развитие практических навыков в области машинного обучения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Продвинутое машинное обучение» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (элективным дисциплинам) и осваивается в 7 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- Анализ данных
- Машинное обучение
- Теория вероятностей
- Дискретная математика
- Алгоритмы и структуры данных
- Технологии программирования
- Знания: основных определений и теорем алгебры и начала математического анализа, принципах работы компьютеров и программного обеспечения, библиотек для машинного обучения.
- Умения: решать типовые теоретические и вычислительные задачи, формулировать задачи машинного обучения и находить оптимальные решения, собирать, обрабатывать и анализировать данные, умение работать с большими объемами данных и использовать инструменты для их обработки.
- Навыки: решения типовых математических задач, навыки программирования, решения задач машинного обучения

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Автоматическое машинное обучение
- Технологии обучения глубоких сетей

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

а) общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-3.Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

б) профессиональных (ПК):

ПК-18. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач

ПК-19. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-3 ОПК-3.1. Выявляет и формулирует целевые характеристики описания объекта моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-3.2. Определяет методы описания объектов и соответствующие им модели в профессиональной деятельности. ОПК-3.3. Строит модели объектов и процессов профессиональной деятельности на базе знаний математики, программирования и унифицированных пакетов программ. ОПК-3.4. Апробирует и реализует модели в профессиональной деятельности и осуществляет их корректировку (при необходимости). ОПК-3.5. Применяет модели объектов и процессов, оценивает достижение целевых характеристик и показателей в профессиональной сфере ОПК-3.6. Интерпретирует и представляет результаты моделирования процессов и объектов профессиональной деятельности	ИОПК-3.1.1 основные методы машинного обучения и методы работы с большими объёмами слабоформализованных данных для использования в конкретной предметной области с учётом требований к метрикам качества и специфики данных.	ИОПК-3.2.1. использовать алгоритмы машинного обучения для создания моделей и реализации моделей на больших объёмах данных предметной области.	ИОПК-3.3.1. навыками оперирования методами машинного обучения для их эффективного использования в решении задач предметной области с использованием методов работы с большими объёмами данных.
ПК-18. ПК-18.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения	ИПК-18.1.1. принципы и методы машинного обучения, типы и классы задач машинного обучения, методологию ML Ops; статистические методы анализа данных	ИПК-18.1.2 сопоставить задачам предметной области классы задач машинного обучения	ИПК-18.1.3 методами машинного обучения и статистическими методами анализа данных

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-18. ПК-18.2. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения	ИПК-18.2.1 классические методы и алгоритмы машинного обучения: предиктивные - обучение с учителем, обучение без учителя	ИПК-18.2.2 проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения	ИПК-18.1.3 методами обучения с учителем, обучение без учителя
ПК-19. ПК-19.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи 19.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач	ИПК-19.1.1. возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения	ИПК-19.2.1. проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения	ИПК-19.3.1. инструментальными средствами и системами программирования в области создания моделей и методов машинного обучения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объём дисциплины (модуля) составляет 4 зачётных единиц, в том числе 45 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 15 часов – лекции, 30 часов – лабораторные работы), и 99 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Архитектуры нейронных сетей	7	7		15		49	лабораторная работа
Прикладные задачи современного машинного обучения	7	8		15		50	лабораторная работа
Итого		15		30		99	Диф. зачёт

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3 – Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции			Общее количество компетенций
		ОПК-3	ПК-18	ПК-19	
Архитектуры нейронных сетей	71	+	+	+	3
Прикладные задачи современного машинного обучения	73	+	+	+	3
Итого	144				3

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1. Архитектуры нейронных сетей

Модель МакКаллока-Питтса. Перцептрон Розенблатта. Нейронная реализация логических функций. Функции активации и функции ошибок. Функции ошибок для задач классификации и регрессии. Постановка задачи оптимизации. Градиентные и неградиентные методы оптимизации. Градиентный спуск и его виды. Стахастический градиентный спуск и метод

мини-батчей. Модификации градиентного спуска: метод моментов, RMSProp алгоритм и алгоритм Adam. Методы инициализации весов нейронной сети. Многослойная нейронная сеть. Метод обратного распространения ошибки. Проблема затухающих и экспоненциально растущих градиентов. Обучение нейронной сети как задача оптимизации. Стохастический градиентный спуск с моментами, алгоритмы RMSProp и Adam. Данные для обучения: train, test, validation выборки. Мониторинг процесса обучения сети. Использование параллельных вычислений в глубоком обучении. Параллельная оптимизация гиперпараметров нейронной сети. Архитектура свёрточной нейронной сети. Принцип “shared weights”, свёртка, пулинг, пэддинг. Архитектура свёрточной нейронной сети. Карты признаков и связь с алгоритмами компьютерного зрения. Современные свёрточные сети. Модели VGG-16 и ResNet. Механизм внимания. Проблемы свёрточных сетей и капсульные сети. Задачи анализа последовательностей. Принцип построения рекуррентных нейронных сетей. Рекуррентные нейронные сети. Ячейки LSTM и GRU. Механизм внимания

Раздел 2. Прикладные задачи современного машинного обучения

Задачи обработки естественного языка. Подход на основе bag of words. Метод TF-IDF. Стэмминг. Лемматизация. Стоп-слова. Векторное представление слов и эмбединги. Модель word2vec. Методы тематического моделирования. Метод LDA. Визуализация результатов тематического моделирования. Прикладное тематическое моделирование. Оценка качества выделения тематик в корпусе документов. Архитектура автоэнкодера. Кодировщик и декодировщик. Автоэнкодеры и пространство кодов. Генерация новых объектов. Вариационные автоэнкодеры. Применение механизма внимания в нейронных сетях. «Multi-head attention». Архитектура Трансформеров («Attention is all you need»). Генеративные состязательные сети. Алгоритм обучения GAN. Перенос стиля. «Ошибка стиля» и «ошибка контента». Архитектура GAN с условием. Добавление условия на вход модели. Капсульные нейронные сети и «inverse graphics». Алгоритмы и архитектуры нейронных сетей для 3D детектирования объектов на изображении. Применения методов глубокого обучения в задаче разработки беспилотных автомобилей. Архитектуры GANs для генерации 3D объектов. Задача обучения с подкреплением. Марковский процесс принятия решений. Обучение с подкреплением и алгоритм Q-learning. Градиенты по стратегиям и REINFORCE алгоритм.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Основной формой реализации теоретического обучения является лекция, которая представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем-лектором учебного материала теоретического характера. Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Порядок подготовки лекционного занятия включает в себя выполнение следующих этапов:

- изучение требований программы дисциплины;
- определение целей и задач лекции;
- разработка плана проведения лекции;
- подбор литературы (ознакомление с методической литературой, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия);

- отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала;
- определение методов, приемов и средств поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов;
- написание конспекта лекции.

Лекция должна включать следующие разделы:

- формулировку темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
- изложение вводной части;
- изложение основной части лекции;
- краткие выводы по каждому из вопросов;
- заключение;
- рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Лабораторные занятия

Лабораторное занятие – целенаправленная форма организации педагогического процесса, направленная на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи.

Правильно организованные лабораторные занятия ориентированы на решение следующих задач:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе
- самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине (предмету);
- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для лабораторного занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством учащихся.

Лабораторные занятия должны так быть организованы, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, поисками правильных и точных решений.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, которую студент совершает в установленное время и в установленном объеме индивидуально или в группе, без непосредственной помощи преподавателя (но при его контроле), руководствуясь сформированными ранее представлениями о порядке и правильности выполнения действий.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию (выполнение самостоятельных работ; выполнение контрольных и практических работ; решение задач);

внеаудиторная – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия (подготовка к аудиторным занятиям; изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку; выполнение домашних заданий разнообразного характера; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы; подготовка к контрольной работе). Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по

заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Лекция

Лекция – основной вид обучения в вузе.

- В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.
- Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции (а также теорию по изучаемой теме в школьных учебниках геометрии, если эта тема была представлена в них), а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).

Лабораторное занятие

- Лабораторное занятие – наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.
- К каждому лабораторному занятию нужно готовиться. Подготовку следует начинать с повторения теории (по записям лекций или по учебному пособию). После этого нужно решать задачи из предложенного домашнего задания.

Организация самостоятельной работы

Самостоятельность в учебной работе способствует развитию заинтересованности студента в изучаемом материале, вырабатывает у него умение и потребность самостоятельно получать знания, что весьма важно для специалиста с высшим образованием. Самостоятельная работа студентов представлена в следующих формах:

- работа с учебной литературой и конспектом лекций с целью подготовки к лабораторным занятиям, составление конспектов тем, выносимых на самостоятельную проработку;
- систематическое выполнение домашних работ.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Архитектуры нейронных сетей	49	Изучение теоретического материала, просмотр видеолекций, подготовка к лабораторной работе
Прикладные задачи современного машинного обучения	50	Изучение теоретического материала, просмотр видеолекций, подготовка к лабораторной работе

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Отчет по лабораторной работе – оформляется и отчитывается в электронном виде: формат листа А4, книжная ориентация страницы. Отчеты по всем лабораторным работам имеют единый титульный лист, на котором указывается наименование дисциплины, ФИО и группа исполнителя, ФИО преподавателя, принимающего отчеты. В отчете по каждой лабораторной работе должно быть представлено наименование работы, цель, ход выполнения работы (скриншоты, краткое текстовое описание), выводы по результатам работы.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line или off-line в формах.

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Архитектуры нейронных сетей	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>
Прикладные задачи современного машинного обучения	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

- система управления обучением LMS Moodle;
- использование возможностей Интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;
- использование возможностей электронной почты;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий, применение новых технологий для проведения занятий с использованием презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс).

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Microsoft Visual Studio	Среда разработки
CodeBlocks	Среда разработки
Mingw	Компилятор
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Microsoft MPI	Среда выполнения параллельных процессов
Microsoft MPI SDK	Пакет разработчика для MPI
Intel SDK for OpenCL	Пакет разработчика OpenCL

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru
4. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Автоматическое машинное обучение» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Архитектуры нейронных сетей	ОПК-3, ПК-18, ПК-19	Лабораторная работа
Прикладные задачи современного машинного обучения	ОПК-3, ПК-18, ПК-19	Лабораторная работа

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Задача (задание)

Описание технологии применения задач/заданий:

Задача выполняется в рамках каждого раздела курса с целью усвоения прослушанного студентом теоретического материала. Задачи должны быть сданы до завершения курса. Сдача работы представляет собой предоставление отчёта в свободной форме в письменном или электронном виде и, в случае необходимости, устные ответы на уточняющие вопросы по отдельным задачам.

Комплект задач/заданий:

Задача 1. Реализация Q&A системы на основе модели BERT, дообученной на основе выделенного корпуса документов.

Задача 2. Реализация и сравнительный анализ показателей производительности и качества нейронной сети с использованием различных модификаций алгоритма градиентного спуска.

Задача 3. Реализация модели генеративной модели с условием.

Задача 4. Реализация модели Neural Style Transfer с регулируемыми параметрами настройки стиля и контента на основе глубокой свёрточной сети.

Задача 5. Реализация модели «transfer learning» для решения задачи бинарной классификации изображений.

Задача 6. Предсказание временного ряда с помощью рекуррентной нейронной сети.

Задача 7. Реализация свёрточного автоэнкодера для очистки изображения от шума.

Задача 8. Тематическое моделирование с помощью метода LDA для выделенного корпуса документов.

Требования к выполнению задач/заданий:

Требования	Максимальное количество баллов
1. Выполнены все задания	16
2. Обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями	2
3. Все отчеты предоставлены в письменном виде, оформлены аккуратно и разборчиво	1
4. Указаны все единицы измерения, присутствуют все необходимые пояснительные рисунки и пр.	1
Итого:	20

Каждая правильно решенная задача при общем количестве решенных задач 8 оценивается в 2 балла.

Основаниями для снижения количества баллов за одну задачу в диапазоне от 1 до 2 являются:

- небрежное выполнение,
- отсутствие указания единиц измерения, не указано направление осей системы координат, если требуется, нет пояснительного рисунка, если он требуется,

В случае, если обучающийся правильно выполнил менее 8 задач, допустил существенные ошибки в вычислении и последовательности решения, оформление работы неудовлетворительное, ему присваивается 0 баллов.

**Перечень вопросов и заданий,
выносимых на дифференцированный зачёт
Описание технологии проведения:**

- формат: устный зачет в формате ответов на вопросы
- порядок выбора вопросов из общего перечня, их количество для каждого обучающегося: обучающемуся предлагается ответить на два вопроса, по одному вопросу из первой и второй части перечня вопросов к дифференцированному зачету.

Примерный перечень вопросов:

Часть 1

- (1) Модель МакКаллока-Питтса. Перцептрон Розенблатта. Нейронная реализация логических функций.
- (2) Функции активации и функции ошибок. Функции ошибок для задач классификации и регрессии.
- (3) Постановка задачи оптимизации. Градиентные и неградиентные методы оптимизации.
- (4) Градиентный спуск и его виды. Стохастический градиентный спуск и метод мини-батчей.
- (5) Модификации градиентного спуска: метод моментов, RMSProp алгоритм и алгоритм Adam.
- (6) Методы инициализации весов нейронной сети.
- (8) Многослойная нейронная сеть. Метод обратного распространения ошибки. Проблема затухающих и экспоненциально растущих градиентов.
- (9) Обучение нейронной сети как задача оптимизации. Стохастический градиентный спуск с моментами, алгоритмы RMSProp и Adam.
- (10) Данные для обучения: train, test, validation выборки. Мониторинг процесса обучения сети.
- (11) Использование параллельных вычислений в глубоком обучении.
- (12) Параллельная оптимизация гиперпараметров нейронной сети.
- (13) Архитектура свёрточной нейронной сети. Принцип “shared weights”, свёртка, пулинг, пэддинг.
- (14) Архитектура свёрточной нейронной сети. Карты признаков и связь с алгоритмами компьютерного зрения.
- (15) Современные свёрточные сети. Модели VGG-16 и ResNet. Механизм внимания. Проблемы свёрточных сетей и капсульные сети.
- (16) Задачи анализа последовательностей. Принцип построения рекуррентных нейронных сетей.
- (17) Рекуррентные нейронные сети. Ячейки LSTM и GRU. Механизм внимания.

Часть 2

- (17) Задачи обработки естественного языка. Подход на основе bag of words. Метод TF-IDF. Стэмминг. Лемматизация. Стоп-слова.
- (18) Векторное представление слов и эмбединги. Модель word2vec.

- (19) Методы тематического моделирования. Метод LDA. Визуализация результатов тематического моделирования.
- (20) Прикладное тематическое моделирование. Оценка качества выделения тематик в корпусе документов.
- (21) Архитектура автоэнкодера. Кодировщик и декодировщик.
- (22) Автоэнкодеры и пространство кодов. Генерация новых объектов. Вариационные автоэнкодеры.
- (23) Применение механизма внимания в нейронных сетях. «Multi-head attention».
- (24) Архитектура Трансформеров («Attention is all you need»).
- (25) Генеративные состязательные сети. Алгоритм обучения GAN.
- (26) Перенос стиля. «Ошибка стиля» и «ошибка контента».
- (27) Архитектура GAN с условием. Добавление условия на вход модели.
- (28) Капсульные нейронные сети и «inverse graphics».
- (29) Алгоритмы и архитектуры нейронных сетей для 3D детектирования объектов на изображении.
- (30) Применения методов глубокого обучения в задаче разработки беспилотных автомобилей.
- (31) Архитектуры GANs для генерации 3D объектов.
- (32) Задача обучения с подкреплением. Марковский процесс принятия решений.
- (33) Обучение с подкреплением и алгоритм Q-learning.
- (34) Градиенты по стратегиям и REINFORCE алгоритм.

Порядок формирования билета

1-й вопрос – из 1 части, 2-й вопрос – 2 части.

Пример билета:

- Архитектура свёрточной нейронной сети. Принцип “shared weights”, свёртка, пулинг, пэddдинг.
- Задача обучения с подкреплением. Марковский процесс принятия решений.

Знания, умения и навыки обучающихся при промежуточной аттестации **в форме зачета** определяются «зачтено», «не зачтено».

«Зачтено» – обучающийся знает курс на уровне лекционного материала, базового учебника, дополнительной учебной, научной и методологической литературы, умеет привести разные точки зрения по излагаемому вопросу.

«Не зачтено» – обучающийся имеет пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-3				
	Задание закрытого типа	<i>Выберите верный ответ.</i> Что такое метод ранней остановки и как он может быть использован для оптимизации модели? а. метод, который выбирает оптимальное количество эпох для обучения модели б. метод, который оптими-	г	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		зирует гиперпараметры модели в. метод, который применяет штрафы за большие веса модели г. метод, который останавливает обучение модели, если ошибка на валидационном наборе начинает увеличиваться		
		<i>Выберите верный ответ.</i> Что такое регуляризация модели? а. метод, который применяет штрафы за большие веса модели б. метод, который оптимизирует гиперпараметры модели в. метод, который добавляет шум в обучающие данные для улучшения обобщающей способности модели г. метод, который выбирает оптимальное количество эпох для обучения модели	а	1-3
		<i>Выберите верный ответ.</i> Какой метод оптимизации традиционно используется для настройки весов в нейронных сетях? а. метод оптимизации генетических алгоритмов б. метод оптимизации градиентного спуска в. метод оптимизации случайного поиска г. метод оптимизации Гаусса	б	1-3
		<i>Выберите верный ответ.</i> Что является ключевыми компонентами в работе методов машинного обучения? а. входные данные, выходные данные, функция потерь б. веса, параметры, функция потерь в. алгоритмы подбора данных, функция потерь, тело модели г. тело модели, функция потерь, оптимизатор	г	1-3
		<i>Выберите верный ответ.</i>	а	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		Какая метрика наиболее часто используется для оценки качества бинарной классификации и оценивается в процентах? а. Accuracy б. Precision в. MSE г. R2		
	Задание открытого типа	Какое устройство имеет модель МакКаллока-Питтса?	Пусть имеется n входных величин $x_1, \dots, x_n$ бинарных признаков, описывающих объект $\mathcal{X}$. Значения этих признаков будем трактовать как величины импульсов, поступающих на вход нейрона через n входных синапсов. Будем считать, что, попадая в нейрон, импульсы складываются с весами $\omega_1, \dots, \omega_n$. Если вес положительный, то соответствующий синапс возбуждающий, если отрицательный, то тормозящий. Если суммарный импульс превышает заданный порог активации ω_0, то нейрон возбуждается и выдаёт на выходе 1, иначе выдаётся 0. Таким образом, нейрон вычисляет парную булеву функцию $a(x) = \varphi\left(\sum_{j=1}^n \omega_j x^j - \omega_0\right)$ Где $\varphi(z) = [z \geq 0]$ - ступенчатая функция Хевисайда. В теории нейронных сетей функцию φ, преобразующую значение суммарного импульса в выходное значение нейрона, принято называть функцией активации. Таким образом, модель МакКаллока-Питтса эквивалентна пороговому линейному классификатору.	8-10
		Расскажите об устройстве, которое получило название перцептрон.	Перцептрон — устройство МАРК-1, а также соответствующая ему математическая модель, созданная Фрэнком Розенблаттом с целью построения модели мозга. Под «моделью мозга» понимается любая теоретическая система, которая стремится объяснить физиологические функции мозга с помощью известных законов физики и математики, а также известных фактов нейроанатомии и нейрофизиологии. Перцептрон (строгое определение которого будет дано ниже) представляет собой передающую сеть, состоящую из генераторов сигнала трёх типов: сенсорных элементов, ассоциативных элементов и реагирующих элементов. Производящие функции этих элементов зависят от сигналов, возникающих либо где-то внутри передающей сети, либо, для внешних элементов, от сигналов, поступающих из	8-10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			внешней среды. Но, как правило, когда говорится "перцептрон Розенблатта", имеется в виду частный случай — т. н. элементарный перцептрон, который упрощён по сравнению с общим видом перцептрона по ряду параметров	
		Дайте определение понятию искусственные нейронные сети.	Искусственная нейронная сеть (artificial neural network, ANN), или просто нейронная сеть — это математическая модель, а также ее программные или аппаратные реализации, построенная в некотором смысле по образу и подобию сетей нервных клеток живого организма. Нейронные сети — один из наиболее известных и старых методов машинного обучения.	5-8
		Дайте определение линейному классификатору в случае двух классов.	Пусть объекты описываются n числовыми признаками $f_j: X \rightarrow \mathbb{R}, j = 1, \dots, n$. Тогда пространство признаков описаний объектов есть $X = \mathbb{R}^n$. Пусть Y — конечное множество номеров (имён, меток) классов. Случай двух классов Положим $Y = \{-1, +1\}$. Линейным классификатором называется алгоритм классификации $a: X \rightarrow Y$ вида $a(x, w) = \text{sign} \left(\sum_{j=1}^n w_j f_j(x) - w_0 \right) = \text{sign} \langle x, w \rangle,$ где w_j — вес j -го признака, w_0 — порог принятия решения, $w = (w_0, w_1, \dots, w_n)$ — вектор весов, $\langle x, w \rangle$ — скалярное произведение признакового описания объекта на вектор весов. Предполагается, что искусственно введён «константный» нулевой признак: $f_0(x) = -1$.	8-10
		Дайте определение линейному классификатору в случае произвольного числа классов.	Линейный классификатор определяется выражением $a(x, w) = \arg \max_{y \in Y} \sum_{j=0}^n w_{yj} f_j(x) = \arg \max_{y \in Y} \langle x, w_y \rangle,$ где каждому классу соответствует свой вектор весов $w_y = (w_{y0}, w_{y1}, \dots, w_{yn})$.	5-8
	Задание комбинированного типа	Верно ли утверждение: Функция активации в нейронных сетях представляет собой веса, применяемые к данным. Ответ объясните.	Утверждение неверно, поскольку функция активации в нейронных сетях представляет собой нелинейное преобразование выхода нейрона	1-3
ПК-18				
	Задание закрытого типа	Выберите верный ответ. Что делает оптимизатор в машинном обучении? а. используется для мини-	а	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		мизации функции потерь. б. определяет взаимосвязь между входными данными и выходными данными. в. используется для оценки качества модели. г. определяет сложность задачи, которую необходимо решить.		
		<i>Выберите верный ответ.</i> Что такое гиперпараметры модели? а. параметры модели, которые оптимизируются в процессе обучения б. параметры модели, которые не могут никак повлиять на процесс обучения модели в. параметры модели, которые определяют ее архитектуру и настройки и не могут быть изменены в процессе обучения г. параметры модели, которые используются для оценки ее качества	в	1-3
		<i>Выберите верный ответ.</i> Какая компонента модели машинного обучения определяет взаимосвязь между входными и выходными данными? а. тело модели б. оптимизатор в. функция потерь г. ни один из вариантов ответа не подходит	а	1-3
		<i>Выберите верный ответ.</i> Что такое функция потерь в машинном обучении? а. это функция, которая используется для оценки качества модели во время обучения б. это функция, которая определяет сложность задачи, которую необходимо решить в. это алгоритм, который используется для минимизации функции потерь г. это интерпретируемая функция, которая использу-	а	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		ется для оценки качества модели и понятная бизнесу		
		<i>Выберите верный ответ.</i> Какое из следующих утверждений о нейронных сетях верно? а. нейронные сети моделируют структуру мозга и работают точно так же б. нейронные сети используют только один слой для обработки данных в. нейронные сети не могут обучаться на небольших объемах данных г. нейронные сети применяются только в области изображений и распознавания речи	а	1-3
	Задание открытого типа	Дайте определение понятию <i>метод наименьших квадратов</i> .	Метод наименьших квадратов — метод нахождения оптимальных параметров линейной регрессии, таких, что сумма квадратов ошибок (регрессионных остатков) минимальна. Метод заключается в минимизации евклидова расстояния $ Aw - y $ между двумя векторами — вектором восстановленных значений зависимой переменной и вектором фактических значений зависимой переменной.	3-5
		Каков геометрический смысл сингулярного разложения?	Пусть матрице A поставлен в соответствие линейный оператор. Сингулярное разложение можно переформулировать в геометрических терминах. Линейный оператор, отображающий элементы пространства $\mathbb{R}^n$ в себя представим в виде последовательно выполняемых линейных операторов вращения, растяжения и вращения. Поэтому компоненты сингулярного разложения наглядно показывают геометрические изменения при отображении линейным оператором A множества векторов из векторного пространства в себя или в векторное пространство другой размерности.	5-8
		Какова структура сверточной нейронной сети?	В сверточной нейронной сети выходы промежуточных слоев образуют матрицу (изображение) или набор матриц (несколько слоёв изображения). Так, например, на вход сверточной нейронной сети можно подавать три слоя изображения (R-, G-, B-каналы изображения). Основными видами слоев в сверточной нейронной сети являются сверточные слои (англ. convolutional layer), пулинговые слои (англ. pooling layer) и полносвязные слои (англ. fully-connected layer).	5-8
		Дайте определение термину	Рекуррентные нейронные сети — сети с	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<i>рекуррентные нейронные сети.</i>	циклами, которые хорошо подходят для обработки последовательностей. Обучение RNN аналогично обучению обычной нейронной сети. Мы также используем алгоритм обратного распространения ошибки (англ. Backpropagation), но с небольшим изменением. Поскольку одни и те же параметры используются на всех временных этапах в сети, градиент на каждом выходе зависит не только от расчетов текущего шага, но и от предыдущих временных шагов. Например, чтобы вычислить градиент для четвертого элемента последовательности, нам нужно было бы «распространить ошибку» на 3 шага и суммировать градиенты. Этот алгоритм называется «алгоритмом обратного распространения ошибки сквозь время» (англ. Backpropagation Through Time, BPTT).	
		Дайте определение понятию <i>эхо-сеть</i> .	Эхо-сеть (англ. Echo State Network, ESN) характеризуется одним скрытым слоем (который называется резервуаром) со случайными редкими связями между нейронами. При этом связи внутри резервуара фиксированы, но связи с выходным слоем подлежат обучению. Состояние резервуара (state) вычисляется через предыдущие состояния резервуара, а также предыдущие состояния входного и выходного сигналов. Так как эхо-сети обладают только одним скрытым слоем, они обладают достаточно низкой вычислительной сложностью.	5-8
ПК-19				
	Задание закрытого типа	<i>Выберите верный ответ.</i> Как называется функция активации, используемая для преобразования выхода нейрона в диапазон от 0 до 1? а. ReLU б. Сигмоид в. TanH г. Softmax	б	1-3
		<i>Выберите верный ответ.</i> Что такое «вес» нейрона в нейронной сети? а. скорость обучения нейрона б. число нейронов в слое в. выходной сигнал нейрона г. коэффициент, определяющий важность входных данных для выхода нейрона	г	1-3
		<i>Выберите верный ответ.</i> Что такое «функция потерь»	г	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		в контексте обучения нейронных сетей? а. скорость обучения нейронной сети б. количество нейронов в выходном слое в. выходной сигнал нейрона г. мера расхождения между предсказанными значениями и фактическими значениями.		
		<i>Выберите верный ответ.</i> Какой из следующих методов оптимизации часто используется для обучения нейронных сетей? а. метод случайного поиска б. градиентный спуск в. Adam г. метод касательных плоскостей	в	1-3
		<i>Выберите верный ответ.</i> Какая из перечисленных функций обычно используется для вычисления ошибки в процессе обучения нейронных сетей? а. синусоида б. тангенс в. экспоненциальная функция г. функция потерь	г	1-3
	Задание открытого типа	Что понимают под автокодировщиком?	Автокодировщик (англ. autoencoder) — специальная архитектура искусственных нейронных сетей, позволяющая применять обучение без учителя при использовании метода с обратного распространения ошибки. Простейшая архитектура автокодировщика — сеть прямого распространения, без обратных связей, наиболее схожая с перцептроном и содержащая входной слой, промежуточный слой и выходной слой. В отличие от перцептрона, выходной слой автокодировщика должен содержать столько же нейронов, сколько и входной слой..	5-8
		Для чего может использоваться автокодировщик? Приведите не менее трех примеров.	Нелинейное уменьшения размерности. Кодирование в скрытом слое с меньшей размерностью по сравнению с входным измерением. Скрытый слой позже декодируется как выходной. Автоэнкодер уменьшает размерность линейных и нелинейных данных, следовательно, он более мощный, чем метод главных компонент. Рекомендации пользователям. При этом	8-10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			используются глубокие кодеры, чтобы понять пользовательские предпочтения, порекомендовать фильмы, книги или предметы Извлечения зависимостей в данных: автоэнкодеры пытаются минимизировать ошибку восстановления. В процессе уменьшения ошибки он изучает некоторые важные зависимости, присутствующие во входных данных. Он восстанавливает входные данные из кодированного состояния. Кодирование генерирует новый набор функций, который представляет собой комбинацию оригинальных зависимостей. Кодирование в автоэнкодерах помогает идентифицировать скрытые зависимости, присутствующие во входных данных. Распознавание изображений: для распознавания изображений используется сложный автоэнкодер. Можно использовать несколько совмещенных кодировщиков, что помогает изучить различные функции изображения.	
		Опишите автокодировщик Undercomplete Autoencoders.	меню меньший размер скрытого слоя по сравнению с входным слоем. Это помогает выделить зависимости из данных. Undercomplete Autoencoders минимизируют функцию потерь, штрафую за отклонения от входных данных x. Так же не нуждаются в регуляризации, поскольку максимизируют вероятность данных, а не копируют входные данные в выходные. $L = x - f(g(x)) $	5-8
		Опишите автокодировщик Contractive Autoencoders.	Целью САЕ является получение надежного представления данных, которое менее чувствительно к небольшим изменениям. Надежность представления данных достигается путем регуляризации. Наказание в САЕ это норма Фробениуса матрицы Якоби, которая вычисляется для скрытого слоя относительно входных данных. Фробениусовой нормой матрицы Якоби является сумма квадратов всех элементов. $L = x - f(g(x)) + \lambda * J_f(x) _F^2$ $ J_f(x) _F^2 = \sum_{i,j} (\partial h_j(x) / \partial x_i)^2$	5-8
		Опишите автокодировщик Stacked Denoising Autoencoders.	Stacked Autoencoders — это нейронная сеть с несколькими слоями Sparse Autoencoders. Когда мы добавляем в автоэнкодер больше скрытых слоев, это помогает уменьшить объемные код, получаемый кодировщиком. Restricted Boltzmann Machine (RBM) является основной частью сети глубокого убеждения.	5-8

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- вопросы к экзамену;
- комплект заданий к лабораторным работам.

Оценка качества освоения программы дисциплины включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, итоговую аттестацию

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Выполнение лабораторных работ	2/2	70	Сроки указаны в Moodle
Всего			70	-
Блок бонусов				
2.	Посещение занятий		10	
3.	...			
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
4.	Диф.зачет		20	
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Рашка, С. Python и машинное обучение [Электронный ресурс]: рук. / С. Рашка ; пер. с англ. Логунова А.В.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100905>
2. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; пер. с англ. А. В. Логунова. —

Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105836>

3. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые увлекают знания из данных [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69955>

4. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей - СПб - Питер, 2017. - 480 с.

5. Chollet, F. Deep Learning with Python, - Manning Publications – 2017. – 384 p.

6. Vapnik V. N. An overview of statistical learning theory //IEEE transactions on neural networks. – 1999. – V. 10. – №. 5. – P. 988-999.

7. Бенджио Йошуа, Гудфеллоу Ян, Курвилль Аарон. Глубокое обучение – Москва - ДМК-Пресс, 2018. – 652 с.

8. Митяков, Е. С. Искусственный интеллект и машинное обучение : учебное пособие для вузов / Е. С. Митяков, А. Г. Шмелева, А. И. Ладынин. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 252 с. — ISBN 978-5-507-51465-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/450827>

8.2. Дополнительная литература.

9. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей - СПб - Питер, 2017. - 480 с.

10. Chollet, F. Deep Learning with Python, - Manning Publications – 2017. – 384 p.

11. Vapnik V. N. An overview of statistical learning theory //IEEE transactions on neural networks. – 1999. – V. 10. – №. 5. – P. 988-999.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru.

2. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». <https://urait.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения **лекционных занятий**:

1. Используется аудитория, оборудованная необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.

2. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности

- СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».

3. Электронная доска должна быть подключена к сети Интернет.

Для проведения **лабораторных занятий**:

1. Лабораторные занятия проводятся с группами или подгруппами не более 15 человек.

2. Аудитория должна быть оснащена необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.

4. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности

- СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.

- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».

5. В аудитории должно быть не менее 15 компьютеров, находящихся в исправном состоянии.

6. Расположение компьютеров в аудитории должно позволять преподавателю подойти к рабочему месту студента.

7. Компьютеры должны быть соединены локальной сетью со скоростью не менее 1 Гбит/с и подключены к сети Интернет.

8. Компьютеры должны обладать минимальными характеристиками:

- Объем оперативной памяти 16 Гб
- Накопитель SDD 500 Гб
- Процессор 12th Gen Intel(R) Core(TM) i3-12100
- Видеоадаптер Intel(R) UHD Graphics 730

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).