

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)

«Технологии обучения глубоких сетей»

Составитель	Азаров А.А., к.т.н., 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 курс
Семестр(ы)	8 семестр

Астрахань – 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины «Технологии обучения глубоких сетей» является углубление у студентов умений и навыков в области машинного обучения.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- формирование знаний об основных понятиях и методах программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей;
- формирование умений проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей, инструментальных средств для решения задач машинного обучения;
- приобретение навыков применения алгоритмов автоматического машинного обучения
- формирование практических навыков в области технологий обучения глубоких сетей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Технологии обучения глубоких сетей» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (элективным дисциплинам) и осваивается в 8 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:

- Преддипломная практика,
- ВКР.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

а) профессиональных (ПК):

ПК-20. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов.

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-20 ПК-20.1 Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи	ПК-20.1. базовые архитектуры и модели искусственных нейронных сетей; функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей	ПК-20.1. проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения; применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей	ПК-20.1. базовыми архитектурами и моделями искусственных нейронных сетей

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объём дисциплины (модуля) составляет 2 зачётные единицы, в том числе 22 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 22 часа – лабораторные работы), и 50 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	
Фреймворки для глубокого обучения TensorFlow и PyTorch	8			11		25	лабораторная работа
Фреймворки для распределенного обучения нейронных сетей	8			11		25	лабораторная работа
Итого				22		50	Зачёт

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

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-20	
Фреймворки для глубокого обучения TensorFlow и PyTorch	36	+	1
Фреймворки для распределенного обучения нейронных сетей	36	+	1
Итого	72		

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1. Фреймворки для глубокого обучения tensorflow и pytorch

Введение в Tensorflow. Написание логистической и линейной регрессии на Tensorflow. Обучаем классификатор на сверточных сетях. Обучаем автоэнкодер на Tensorflow. Задача переноса обучения с использованием Tensorflow. Введение в Pytorch. Написание логистической и линейной регрессии на Pytorch. Задача переноса обучения с использованием Pytorch. Даталоадеры, Оптимизаторы и Нормализация по выборкам в Pytorch. Tensorboard. Изучение возможностей Tensorboard. Обучение классификатора твитов с использованием Pytorch

Раздел 2. Фреймворки для распределенного обучения нейронных сетей

Распределенное обучение с использованием фреймворка Hogovod. Распределенное обучение с использованием фреймворка MXNET

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

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

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)

Лабораторное занятие

- Наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.
- К каждому 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
Фреймворки для глубокого обучения tensorflow и pytorch	25	Изучение теоретического материала, просмотр видеолекций, подготовка к лабораторной работе
Фреймворки для распределенного обучения нейронных сетей	25	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 работе – оформляется и отчитывается в электронном виде: формат листа А4, книжная ориентация страницы. Отчеты по всем работам имеют единый титульный лист, на котором указывается наименование дисциплины, ФИО и группа исполнителя, ФИО преподавателя, принимающего отчеты.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные 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
Фреймворки для глубокого обучения TensorFlow и PyTorch	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>
Фреймворки для распределенного обучения нейронных сетей	<i>Не предусмотрено</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
OpenOffice	Пакет офисных программ

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 «Технологии обучения глубоких сетей» 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
Фреймворки для глубокого обучения tensorflow и pytorch	ПК-20	Практическая работа
Фреймворки для распределенного обучения нейронных сетей	ПК-20	Практическая 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 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении 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)

Лабораторная работа

Пример задания лабораторной работы

Лабораторная работа. Мета-признаковое описание наборов данных

Цель: научиться работать с мета-признаковым описанием наборов данных.

Порядок выполнения работы:

1. Скачайте архив с наборами данных для задачи классификации или изучите API сайта OpenML.
2. Реализуйте несколько мета-признаков из каждой группы: базовые, статистические и структурные.
3. Выберите один набор данных. Измените в нём порядок строк, столбцов и категорий. Убедитесь, что мета-признаки от этого не изменились.

4. Выберите не менее трёх алгоритмов обучения с учителем и меру оценки алгоритма обучения (валидацию).
5. Постройте мета-набор данных. Для каждого набора данных определите наилучший алгоритм для него. Используйте небольшие наборы данных, чтобы этот не занял слишком много времени. Но в итоге должно быть использовано не менее 300 наборов данных. Если мета-набор данных получился сильно несбалансированным, попробуйте использовать другие алгоритмы или гиперпараметры алгоритмов обучения. Но не стоит пытаться настраивать гиперпараметры под каждый набор данных.
6. Визуализируйте мета-набор данных проекцией на двумерном графике. Используйте разные цвета для разных мета-классов.
7. Протестируйте несколько алгоритмов обучения с учителем (включая наивный алгоритм) на полученном наборе данных. Алгоритмы обучения могут отличаться от используемых на 5-м шаге алгоритмов. Также можно использовать другие гиперпараметры для них.

Пример задания для зачета

Описание технологии проведения:

Обучающемуся предлагается рассмотреть один из наборов данных, предложенных преподавателем. Набор данных и задачи к нему будут взяты из репозитория Kaggle (например: <https://www.kaggle.com/c/herbarium-2022-fgvc9/data>). Далее, при помощи технологий, рассмотренных в рамках курса, студенту предлагается реализовать модель глубокого обучения, которая должна превосходить референсные значения (baseline). Во время защиты проекта студент должен объяснить принципы работы используемых им технологий и алгоритмов.

Отчет по практической работе

1. Отчёт должен быть выполнен на листе размером А4 с использованием Microsoft Word, Libre Office и т.п.
2. Отчёт должен начинаться с титульного листа с названием вуза и факультета, номером и названием работы, вариантом, ФИО студента, Но группы, ФИО преподавателя, городом и годом.
3. Отчет должен содержать оглавление (обязательные разделы – Задание, Основные этапы вычисления, Вывод).
4. Отчет должен содержать изображения, подписанные в соответствии с ГОСТ 2.307-68 (если в рамках отчета необходимы изображения), и список литературы со ссылками на источники (если для выполнения работы Вам потребовалось обращаться к исследованиям).
5. В отчёте нужно кратко описать задание, показать основные этапы выполнения всех операций, сформулировать выводы.
6. Рекомендовано представлять отчёт в электронном виде.

Перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Введение в Tensorflow. Написание логистической и линейной регрессии на Tensorflow.
2. Классификатор на сверточных сетях.
3. Автоэнкодер на Tensorflow. Задача переноса обучения с использованием Tensorflow.
4. Введение в Pytorch. Написание логистической и линейной регрессии на Pytorch.
5. Задача переноса обучения с использованием Pytorch.
6. Даталоадеры, Оптимизаторы и Нормализация по выборкам в Pytorch.
7. Tensorboard. Изучение возможностей Tensorboard.
8. Обучение классификатора твитов с использованием Pytorch
9. Распределенное обучение с использованием фреймворка Horovod.
10. Распределенное обучение с использованием фреймворка MXNET

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ПК-20.</i> Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов.				
1.	Задание закрытого типа	<p><i>Выберите верный ответ.</i></p> <p>К какому подходу создания систем искусственного интеллекта относятся глубокие нейронные сети?</p> <p>а. восходящий б. нисходящий в. распределенный г. биологический</p>	а	1-3
2.		<p><i>Выберите верный ответ.</i></p> <p>Для какой цели используются онтологии?</p> <p>а. для создания символьных систем б. для представления знаний в. для реализации логических вычислений г. для реализации машинного обучения</p>	б	1-3
3.		<p><i>Выберите верный ответ.</i></p> <p>Что такое переобучение?</p> <p>а. способность модели хорошо работать с данными, которые она не видела в процессе обучения б. алгоритм машинного обучения, связанный с переносом знаний от одной задачи к другой в. адаптация модели машинного обучения к особенностям обучающего набора данных г. повторный запуск обучения модели</p>	в	1-3
4.		<p><i>Выберите верный ответ.</i></p> <p>В каких типах алгоритмах машинного обучения используется размеченный набор данных?</p> <p>а. обучение с подкреплением б. обучением с учителем в. обучение без учителя г. обучение с подкреплением</p>	б	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		ем		
5.		<p><i>Выберите верные ответы.</i></p> <p>Для решения каких задач может использоваться машинное обучение?</p> <p>а. классификация б. детализация в. регрессия г. прогрессия</p>	а, в	1-3
6.	Задание открытого типа	Для чего используется библиотека TensorFlow?	TensorFlow — открытая программная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов, достигая качества человеческого восприятия[4]. Применяется как для исследований, так и для разработки собственных продуктов Google. Основной API для работы с библиотекой реализован для Python, также существуют реализации для R, C#, C++, Haskell, Java, Go, JavaScript и Swift.	5-8
7.		Для чего используется фреймворк Pytorch?	<p>PyTorch — фреймворк машинного обучения для языка Python с открытым исходным кодом, созданный на базе Torch. Используется для решения различных задач: компьютерное зрение, обработка естественного языка. Разрабатывается преимущественно группой искусственного интеллекта Facebook. Также вокруг этого фреймворка выстроена экосистема, состоящая из различных библиотек, разрабатываемых сторонними командами: PyTorch Lightning и Fast.ai, упрощающие процесс обучения моделей, Pyro от Uber, Flair для обработки естественного языка и Catalyst для обучения DL- и RL-моделей.</p> <p>PyTorch предоставляет две основные высокоуровневые модели:</p> <p>Тензорные вычисления (по аналогии с NumPy) с развитой поддержкой ускорения на GPU;</p> <p>Глубокие нейронные сети на базе системы autodiff.</p>	8-10
8.		Что понимают под обучением с учителем?	Обучение с учителем — один из способов машинного обучения, в ходе которого испытуемая система принудительно обучается с помощью примеров «стимул-реакция». С точки зрения кибернетики, является одним из видов кибернетического эксперимента. Между входами и эталонными выходами (стимул-реакция) может существо-	8-10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			вать некоторая зависимость, но она неизвестна. Известна только конечная совокупность прецедентов — пар «стимул-реакция», называемая обучающей выборкой. На основе этих данных требуется восстановить зависимость (построить модель отношений стимул-реакция, пригодных для прогнозирования), то есть построить алгоритм, способный для любого объекта выдать достаточно точный ответ. Для измерения точности ответов, так же как и в обучении на примерах, может вводиться функционал качества.	
9.		Для чего используется фреймворк Apache MXNet?	Apache MXNet — фреймворк машинного обучения с открытым исходным кодом, используемый для обучения и развертывания сетей глубокого обучения. Он масштабируем, что позволяет проводить быстрое обучение модели, а также поддерживает гибкие модели программирования и множественные языки программирования (включая C++, Python, Java, Julia, MATLAB, JavaScript, Go, R, Scala, Perl, и Wolfram). Библиотека MXNet портируема и может масштабироваться с использованием множества графических процессоров, а также с использованием множества компьютеров. MXNet был разработан совместно с Карлосом Гестрином в Университете Вашингтона (вместе с GraphLab)	8-10
10.		Для чего используется фреймворк Horovod?	Horovod — это фреймворк для распределенного глубокого обучения, изначально разработанный в Uber. Он позволяет масштабировать обучение моделей на сотни и тысячи GPU, сокращая время тренировки с недель до часов. Horovod поддерживает такие фреймворки, как TensorFlow, Keras, PyTorch и Apache MXNet, и легко интегрируется с существующими кодовыми базами, требуя минимум изменений.	8-10
11.	Задание комбинированного типа	Верно ли следующее утверждение: Автором модели искусственного нейрона является Алан Тьюринг. Поясните ответ.	Утверждение неверно, поскольку авторами модели искусственного нейрона являются Уоррен Маккаллоу и Уолтер Питтс.	1-3

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

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество Мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	<i>Лабораторные работы</i>	6/15	90	
Всего			90	-

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество Мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Блок бонусов				
2.	<i>Посещение занятий</i>		5	
3.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>		5	
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 10. 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	3 (удовлетворительно)	
60–64	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
Ниже 60		

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. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107901>
2. Паттерсон, Д. Глубокое обучение с точки зрения практика / Д. Паттерсон, А. Гибсон. — Москва: ДМК Пресс, 2018. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-481-6. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116122>
3. Теофили, Т. Глубокое обучение для поисковых систем : руководство / Т. Теофили ; перевод с английского Д. А. Беликова. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 318 с. — ISBN 978-5-97060-776-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140574>
4. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных : учебное пособие / Флах П. - Москва : ДМК Пресс, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-97060-273-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей - СПб - Питер, 2017. - 480 с.
2. Chollet, F. Deep Learning with Python, - Manning Publications – 2017. – 384 p.
3. 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).