

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.18
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации в машинном обучении

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
09.03.04 Программная инженерия

направленность (профиль)
Программная инженерия с применением ИИ-технологий

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные		
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0.25	0.25
Контактная работа	48.25	48.25
Самостоятельная работа	131.75	131.75
Контроль		
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

доцент института цифровых технологий, доцент, канд. техн. наук Аникина О.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки

09.03.04 Программная инженерия

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2030 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании института цифровых технологий

(протокол заседания № 1 от «05» сентября 2025 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у обучающихся систематизированных знаний и практических навыков в области методов оптимизации, лежащих в основе обучения моделей искусственного интеллекта, и их применения для разработки эффективных, масштабируемых и надежных AI-решений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Системы искусственного интеллекта», «Большие данные и распределенные вычисления».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Практикум по машинному обучению и анализу данных», «Глубокое машинное обучение».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-12. Способен разрабатывать и применять модели искусственного интеллекта для обработки данных	ПК-12.1. Знает модели искусственного интеллекта и методы их разработки и применения для обработки данных	Знать: спектр методов ИИ от классического ML до глубокого обучения и области их применения. Уметь: анализировать задачу и определять, применимы ли методы ИИ для ее решения. Владеть: навыками критической оценки применимости различных методов ИИ.
	ПК-12.2. Умеет применять модели искусственного интеллекта для обработки данных	Знать: особенности обработки разных типов данных (текст, изображение, звук) с помощью ИИ. Уметь: интегрировать готовые ML/DL модели в программные продукты; создавать API для моделей. Владеть: навыками end-to-end разработки AI-решений от прототипа до продакшена.
	ПК-12.3. Владеет навыками разработки моделей искусственного интеллекта и применения их для обработки данных	Знать: полный цикл разработки AI-продукта, включая MLOps-практики. Уметь: разрабатывать комплексные системы, ядром которых является модель ИИ. Владеть: навыками создания масштабируемых и надежных AI-сервисов, интегрированных в бизнес-процессы.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль1. Основы оптимизации ML-моделей	Лек 1	Тема 1. Задача оптимизации в машинном обучении и функция потерь.	7	2	-	-	
	Лек 2	Тема 2. Понятие градиента и его роль в оптимизации.	7	2	-	-	
	Лек 3	Тема 3. Алгоритм градиентного спуска и выбор скорости обучения.	7	2	-	-	
	Лек 4	Тема 4. Стохастический градиентный спуск и его преимущества.	7	2	-	-	
	Ср	Самостоятельное изучение методических рекомендаций при подготовке к практическим работам.	7	60	-	-	
	Пр 1	ПР1. Реализация градиентного спуска для линейной регрессии (часть 1)	7	2	-	-	Отчет по практической работе 1
	Пр 2	ПР1. Реализация градиентного спуска для линейной регрессии (часть 2)	7	2	-	-	
	Пр 3	ПР2. Визуализация влияния скорости обучения на сходимость (часть 1)	7	2	-	-	Отчет по практической работе 2
	Пр 4	ПР2. Визуализация влияния скорости обучения на сходимость (часть 2)	7	2	-	-	
	Пр 5	ПР3. Сравнение полного и стохастического градиентного спуска (часть 1)	7	2	-	-	Отчет по практической работе 3

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 6	ПР3. Сравнение полного и стохастического градиентного спуска (часть 2)	7	2	-	-	Отчет по практической работе 4
	Пр 7	ПР4. Применение SGDClassifier для задачи классификации (часть 1)	7	2	-	-	
	Пр 8	ПР4. Применение SGDClassifier для задачи классификации (часть 2)	7	2	-	-	
Модуль2. Методы и средства разработки AI- решений	Лек 5	Тема 5. Метод Momentum для ускорения сходимости	7	2	-	-	
	Лек 6	Тема 6. Принцип работы адаптивных методов оптимизации на примере Adam	7	2	-	-	
	Лек 7	Тема 7. Регуляризация для борьбы с переобучением.	7	2	-	-	
	Лек 8	Тема 8. Обзор методов оптимизации в глубоком обучении.	7	2	-	-	
	Ср	Самостоятельное изучение методических рекомендаций при подготовке к практическим работам.	7	71,75	-	-	
	Пр 9	ПР5. Реализация и сравнение метода Momentum с SGD (часть 1)	7	2	-	-	Отчет по практической работе 5
	Пр 10	ПР5. Реализация и сравнение метода Momentum с SGD (часть 2)	7	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 11	ПР6. Использование оптимизатора Adam в Scikit-learn (часть 1)	7	2	-	-	Отчет по практической работе 6
	Пр 12	ПР6. Использование оптимизатора Adam в Scikit-learn (часть 2)	7	2	-	-	
	Пр 13	ПР7. Исследование влияния L2-регуляризации на обобщающую способность модели (часть 1)	7	2	-	-	Отчет по практической работе 7
	Пр 14	ПР7. Исследование влияния L2-регуляризации на обобщающую способность модели (часть 2)	7	2	-	-	
	Пр 15	ПР8. Сравнение оптимизаторов при обучении нейронной сети на наборе данных MNIST (часть 1)	7	2	-	-	Отчет по практической работе 8
	ПА	Промежуточная аттестация	7	0,25	-	-	
	Пр16	Зачет	7	2		-	Вопросы к зачету
Итого:				180			

5. Образовательные технологии

В рамках учебного курса предусмотрены следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций, практических работ и самостоятельной работы обучающихся.
- технология проектного обучения: реализация и защита отчетов по практическим работам.

Технологии традиционного обучения - организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционных и практических формах обучения: объяснительно-иллюстративное обучение. Данная технология применяется во всех модулях курса.

Технология проектного обучения - организация учебного процесса, которая предполагает максимальную активность обучающихся в процессе формирования ключевых компетенций. На практическом занятии обучающиеся представляют результат выполнения заданной работы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Обучающимся следует:

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и другие источники;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по рассмотренному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться обучающимся на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если обучающихся видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

6.2. Рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете обучающийся демонстрирует знания, которые он приобрел в процессе обучения по учебной дисциплине.

На консультации перед зачетом обучающиеся должны быть ознакомлены с основными требованиями и получить ответы на возникающие в процессе подготовки вопросы.

Необходимо ориентировать обучающихся на систематическую подготовку к занятиям в течение семестра, что позволит использовать время зачетной сессии для систематизации знаний.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-12	Вопросы к зачету 1-70 Отчеты по практическим работам 1-8

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект отчетов по практическим работам

Практическая работа 1.

Реализация градиентного спуска для линейной регрессии.

Цель работы: освоить принцип работы градиентного спуска на простейшем примере.

Задание. Реализовать алгоритм градиентного спуска для подбора весов линейной регрессии на синтетических данных.

Методические указания

1. Сгенерируйте линейную зависимость с шумом.
2. Реализуйте функции для расчета прогноза, среднеквадратической ошибки и градиента.
3. Напишите цикл градиентного спуска для обновления весов.
4. Визуализируйте исходные данные и полученную линию регрессии.
5. Представьте отчет, который включает результат выполнения всех пунктов.

Практическая работа 2.

Визуализация влияния скорости обучения на сходимость.

Цель работы: исследовать влияние скорости обучения на сходимость алгоритма.

Задание. Визуализировать процесс сходимости градиентного спуска при разных значениях learning rate.

Методические указания

1. Возьмите реализацию из предыдущей работы.
2. Запустите алгоритм для нескольких значений скорости обучения (очень малой, нормальной, очень большой).
3. Для каждого случая постройте график изменения функции потерь по итерациям.
4. Сделайте вывод о влиянии параметра.
5. Представьте отчет, который включает результат выполнения всех пунктов.

Практическая работа 3.

Сравнение полного и стохастического градиентного спуска.

Цель работы: сравнить эффективность полного и стохастического градиентного спуска.

Задание. Провести сравнительный анализ времени сходимости и стабильности GD и SGD.

Методические указания

1. Используйте датасет Boston Housing из `sklearn.datasets`.
2. Реализуйте или используйте готовые реализации GD и SGD.
3. Зафиксируйте функцию потерь и скорость обучения.
4. Замерьте количество итераций и время, необходимое для сходимости каждого метода.
5. Постройте на одном графике кривые обучения для обоих методов.
6. Представьте отчет, который включает результат выполнения всех пунктов.

Практическая работа 4.

Применение `SGDClassifier` для задачи классификации.

Цель работы: получить навык применения SGD для решения задачи классификации с помощью библиотеки Scikit-learn.

Задание. Обучить модель `SGDClassifier` для классификации ирисов Фишера.

Методические указания

1. Загрузите датасет `load_iris`.
2. Разделите данные на обучающую и тестовую выборки.
3. Создайте экземпляр `SGDClassifier` и обучите его на тренировочных данных.
4. Оцените точность модели на тестовой выборке.
5. Сравните результат с моделью `LogisticRegression`.
6. Представьте отчет, который включает результат выполнения всех пунктов.

Практическая работа 5.

Реализация и сравнение метода Momentum с SGD.

Цель работы: понять принцип ускорения сходимости с помощью момента.

Задание. Реализовать метод Momentum и сравнить его с SGD.

Методические указания

1. Модифицируйте код реализации SGD, добавив коэффициент момента.
2. Добавьте в цикл обучения правило обновления весов с учетом накопленной скорости.
3. Проведите эксперимент на данных с двумя признаками для наглядности.
4. Визуализируйте траекторию движения к минимуму для SGD и SGD с моментом.
5. Представьте отчет, который включает результат выполнения всех пунктов.

Практическая работа 6.

Использование оптимизатора Adam в Scikit-learn.

Цель работы: научиться применять адаптивный оптимизатор Adam на практике.

Задание. Обучить простую нейронную сеть с использованием оптимизатора Adam.

Методические указания

1. Используйте класс `MLPClassifier` из `sklearn.neural_network`.
2. Установите параметр `solver='adam'`.
3. Обучите модель на датасете для бинарной классификации.
4. Проведите подбор `learning rate` для Adam и проанализируйте, как он влияет на результат.
5. Представьте отчет, который включает результат выполнения всех пунктов.

Практическая работа 7.

Исследование влияния L2-регуляризации на обобщающую способность модели.

Цель работы: исследовать эффект L2-регуляризации для предотвращения переобучения.

Задание. Продемонстрировать, как L2-регуляризация улучшает обобщающую способность модели.

Методические указания

1. Сгенерируйте синтетические данные, склонные к переобучению (мало данных, много полиномиальных признаков).
2. Обучите линейную модель без регуляризации и с сильной L2-регуляризацией.
3. Сравните качество моделей на тренировочной и тестовой выборках.
4. Сравните величину весов у обеих моделей.
5. Представьте отчет, который включает результат выполнения всех пунктов.

Практическая работа 8.

Сравнение оптимизаторов при обучении нейронной сети на наборе данных MNIST.

Цель работы: закрепить навыки выбора и сравнения оптимизаторов на комплексной задаче.

Задание. Обучить нейронную сеть на наборе данных MNIST с оптимизаторами SGD и Adam.

Методические указания

1. Загрузите датасет MNIST с помощью `tensorflow.keras.datasets`.
2. Создайте последовательную модель с несколькими полносвязными слоями.
3. Обучите одну и ту же модель с оптимизаторами SGD и Adam со стандартными параметрами.
4. Постройте графики обучения (loss и accuracy) для обоих оптимизаторов.
5. Сравните итоговую точность и скорость сходимости.
6. Представьте отчет, который включает результат выполнения всех пунктов.

Требования к оформлению

Отчет должен содержать подробное описание (включая иллюстрации). Отчёт по практическому занятию выполняется на страницах формата А4 в электронном виде.

При оформлении отчёта используется сквозная нумерация страниц, при этом титульный лист считается первой страницей. Номер страницы на титульном листе не ставится. Номера страницы ставятся по центру сверху.

При оформлении отчёта соблюдать следующие требования:

- Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный.
- Для основного текста: нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине.
- Во всех случаях тип шрифта – Times New Roman, отступ абзаца 1.25 см, полуторный междустрочный интервал.
- Поля: левое – 2 см, правое, верхнее и нижнее – 1 см.

Процедура оценивания

Оценка выполненной практической работы проводится по следующим критериям:

1. Наличие всей существенной информации по работе
2. Точность и полнота предоставляемых сведений
3. Непротиворечивость приводимой информации
4. Правильность интерпретаций и выводов, которые сделаны по результатам работы
5. Степень достижения обучающимся поставленной цели
6. Обоснованность применяемого решения
7. Грамотность (содержательная) используемых формулировок

Критерии оценки за отчеты по практическим работам:

Формы текущего контроля	Критерии и нормы оценки
Отчет по практической работе 1-8	<p>«Зачтено» выставляется, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Работа выполнена полностью в соответствии с заданием. • Отчет оформлен аккуратно и содержит все необходимые элементы. • Ход решения изложен последовательно и логично. • Код реализован корректно и демонстрирует понимание методов оптимизации. • Применены соответствующие теме инструменты и библиотеки. • Выводы обоснованы и подтверждены результатами экспериментов. • Проявлено умение анализировать поведение алгоритмов оптимизации. <p>«Не зачтено» выставляется, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Задание выполнено не полностью или с существенными пробелами. • Нарушена структура отчета, отсутствуют ключевые разделы. • В логике решения присутствуют существенные ошибки. • Код содержит критические ошибки или не соответствует заданию. • Методы оптимизации применены неверно или необоснованно. • Выводы отсутствуют либо противоречат полученным результатам. • Отсутствует связь между теоретическими положениями и практической реализацией.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

Вопросы к зачету

№	Вопросы к зачету
1	Что такое функция потерь в машинном обучении?
2	Какова цель задачи оптимизации в контексте обучения модели?
3	Дайте определение градиента функции многих переменных.
4	Как геометрически интерпретируется градиент?
5	В чем заключается основная идея градиентного спуска?
6	Как скорость обучения влияет на процесс градиентного спуска?
7	Что произойдет, если скорость обучения будет слишком большой?
8	Что такое эпоха в контексте стохастического градиентного спуска?

№	Вопросы к зачету
9	Дайте определение мини-батчу.
10	В чем основное различие между градиентным спуском (GD) и стохастическим градиентным спуском (SGD)?
11	Назовите преимущества SGD перед GD.
12	Какие недостатки присущи SGD?
13	Опишите проблему "зигзагообразного" движения SGD.
14	В чем заключается идея метода Momentum?
15	Как параметр момента влияет на обновление весов?
16	Что такое затухание градиента и в каких архитектурах это проблема проявляется?
17	Что такое взрыв градиента?
18	Как метод Nesterov Momentum отличается от классического Momentum?
19	Что такое адаптивная скорость обучения?
20	Сравните условия сходимости GD и SGD.
21	В чем основной недостаток методов типа SGD и Momentum, который решают адаптивные алгоритмы?
22	Как работает алгоритм AdaGrad?
23	В чем заключается проблема AdaGrad при большом количестве итераций?
24	Как алгоритм RMSProp решает проблему затухания learning rate в AdaGrad?
25	Опишите механизм работы оптимизатора Adam.
26	Назовите гиперпараметры оптимизатора Adam и их назначение.
27	Почему Adam является одним из самых популярных оптимизаторов?
28	В каких случаях SGD с Momentum может быть предпочтительнее Adam?
29	Что такое весовая декорреляция (weight decay)?
30	Чем оптимизатор AdamW отличается от Adam?
31	Что такое контрольные точки (checkpoints) в процессе обучения?
32	Как визуализация кривой обучения помогает в диагностике?
33	Что такое планировщик скорости обучения (learning rate scheduler)?
34	Для чего используется метод "теплого запуска" (warm-up)?
35	Как ранняя остановка (early stopping) связана с оптимизацией?
36	Что такое режим "плато" на кривой обучения?
37	Какие эвристики используются для выбора начальной скорости обучения?
38	Как обработка данных (нормализация, стандартизация) влияет на процесс оптимизации?
39	Почему важно инициализировать веса модели, а не обнулять их?
40	Как метод Batch Normalization косвенно влияет на процесс оптимизации?
41	Что такое переобучение (overfitting)?

№	Вопросы к зачету
42	Какова цель регуляризации?
43	В чем разница между L1 и L2-регуляризацией?
44	Как L1-регуляризация влияет на веса модели (с точки зрения разреженности)?
45	Как коэффициент регуляризации влияет на модель?
46	Что такое Dropout и как он работает?
47	Как Dropout влияет на процесс обучения с точки зрения оптимизации?
48	Что такое пакетная нормализация (Batch Normalization)?
49	Как Batch Normalization стабилизирует обучение?
50	В чем разница между Fine-Tuning и Transfer Learning?
51	Почему для тонкой настройки часто используют меньший learning rate?
52	Что такое задача условной оптимизации?
53	Что такое функции активации и как их выбор влияет на градиент?
54	Что такое метод обратного распространения ошибки (Backpropagation)?
55	Какова связь между Backpropagation и градиентным спуском?
56	Для чего используется библиотека NumPy в контексте реализации оптимизаторов?
57	Как в Scikit-learn задается тип оптимизатора для линейных моделей?
58	В чем преимущество использования встроенных оптимизаторов в Scikit-learn/TensorFlow/PyTorch?
59	Какой оптимизатор используется по умолчанию в keras.optimizers?
60	Как визуализировать график сходимости модели в TensorBoard?
61	Что такое функция потерь Huber Loss и в чем ее преимущество?
62	В чем разница между оптимизацией параметров модели и гиперпараметров?
63	Что такое метод случайного поиска для подбора гиперпараметров?
64	Что такое метод градиентного спуска для подбора гиперпараметров?
65	Сравните задачу классификации и регрессии с точки зрения функции потерь.
66	Как выбрать оптимизатор для конкретной задачи?
67	Опишите шаги диагностики проблемы, если модель не сходится.
68	Что такое норма градиента (gradient norm) и зачем ее отслеживать?
69	Какие современные альтернативы Adam вы знаете?
70	Сформулируйте ключевой вывод о роли методов оптимизации в машинном обучении.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Зачет (в устной форме)	«зачтено»	выставляется обучающемуся, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике (вовремя выполненные практические работы)
		«не зачтено»	выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, а также не умеющему применять полученные знания на практике (вовремя выполненные практические работы)

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. О. Подкопаев	Системы искусственного интеллекта и машинное обучение	Учебное пособие	2024	ЭБС «IPRBooks»
2	П. Флах	Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных	Учебник	2023	ЭБС «ZNANIUM»
3	А. Н. Целых, Э. М. Котов	Извлечение знаний методами машинного обучения	Учебное пособие	2022	ЭБС «IPRBooks»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
4	А. А. Ракитский, К. И. Дементьева	Методы машинного обучения	Учебно-методическое пособие	2023	ЭБС «IPRBooks»
5	Р. Ю. Царев, А. В. Прокопенко, А. Н. Князьков	Программные и аппаратные средства информатики	Учебник	2015	ЭБС «IPRBooks»
6	В. В. Воронина, А. В. Михеев, Н. Г. Ярушкина, К. В. Святков	Теория и практика машинного обучения	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRBooks»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ пп	Наименование	Ссылка
1	Springer Nature (Полнотекстовая коллекция журналов)	https://www.springernature.com/gp/products
2	Springer eBooks (Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Springer Nature)	https://link.springer.com/
3	«Кодекс»	https://kodeks.ru/
4	ELIBRARY.RU (электронная библиотека научных публикаций)	http://elibrary.ru
5	"Гарант"	https://www.garant.ru/
6	"КонсультантПлюс"	https://www.consultant.ru/
7	Техэксперт	https://cntd.ru/

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	Договор № 757 от 04.07.2018, срок действия - бессрочно; Контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	Контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия - бессрочно)
3	TensorFlow	Лицензия: Apache License 2.0
4	PyTorch	Лицензия: BSD License (Open Source).
5	Scikit-learn	Лицензия: BSD License (Open Source).

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий	Компьютер (монитор 19", системный блок Pentium (R) Dual-Core E5500 2,8 GHz / 4 Gb / 500 Gb), столы ученические, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (меловая).

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-401).	
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (УЛК-105).	Столы, стулья, стеллажи (в т.ч. выставочные) с книгами, компьютеры, мобильные рабочие места.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (УЛК-406).	Столы компьютерные, стулья, микрокомпьютеры raspberry pi 32 bit.