

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: заочная

Год набора: 2024

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	9	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	4,25	4,25
Самостоятельная работа	172	172
Контроль	3,75	3,75
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

Доцент института цифровых технологий, канд. физ.-мат. наук Лелонд О.В.

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

(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 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании института цифровых технологий

(протокол заседания № 1 от «5» 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: 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

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		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)
Модуль 1. Основы оптимизации ML-моделей	СР	Работа с электронным учебником и учебной литературой по модулю «Основы оптимизации ML-моделей».	9	23	7	-	Практическое задание 1
	СР	Выполнение практического задания по теме «Реализация градиентного спуска для линейной регрессии».					

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек 1	Алгоритм градиентного спуска и выбор скорости обучения. Стохастический градиентный спуск и его преимущества.		2	-	-	
	СР	Выполнение практического задания по теме «Визуализация влияния скорости обучения на сходимость».		20	8	-	Практическое задание 2
	СР	Выполнение практического задания по теме «Сравнение полного и стохастического градиентного спуска».		23	7	-	Практическое задание 3

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	СР	Выполнение практического задания по теме «Применение SGDClassifier для задачи классификации».		20	8	-	Практическое задание 4
Модуль 2. Методы и средства разработки AI-решений	СР	Работа с электронным учебником и учебной литературой по модулю «Методы и средства разработки AI-решений».	9	23	8	-	Практическое задание 5
	СР	Выполнение практического задания по теме «Реализация и сравнение метода Momentum с SGD».					

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	СР	Выполнение практического задания по теме «Использование оптимизатора Adam в Scikit-learn».		20	7	-	Практическое задание 6
	Лек 2	Регуляризация для борьбы с переобучением. Обзор методов оптимизации в глубоком обучении.		2	-	-	
	СР	Выполнение практического задания по теме «Исследование влияния L2-регуляризации на обобщающую способность модели».		23	8	-	Практическое задание 7

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	СР	Выполнение практического задания по теме «Сравнение оптимизаторов при обучении нейронной сети на наборе данных MNIST».		20	7	-	Практическое задание 8
	ПА	Промежуточная аттестация.	9	0,25	-	-	
	Контроль	Зачет	9	3,75	40	-	Итоговый тест
Итого:				180			

Схема расчета итогового балла: Текущий рейтинг (все практические задания) + Результат итогового теста

5. Образовательные технологии

Технология дистанционного обучения: лекции 1-2.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Дистанционное обучение предполагает самостоятельное изучение учебной дисциплины с использованием электронного учебно-методического комплекса, размещенного в системе обучения, консультации преподавателя при подготовке к тестированию и по его итогам, при подготовке к зачету, а также участие в вебинарах.

Самостоятельная работа обучающихся проводится с целью углубления и расширения теоретических знаний; развития познавательных способностей и активности обучающихся, творческой инициативы; формирования самостоятельности мышления, ответственности, организованности, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Контроль выполненной самостоятельной работы осуществляется индивидуально.

6.1. Рекомендации по лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко усвоить предмет.

В ходе лекционных занятий обучающимся необходимо изучить наиболее значимые темы и вопросы учебной дисциплины. При изучении каждой темы обучающимся рекомендуется использовать не только лекционный материал, но и учебную литературу, указанную в библиографии курса (дисциплины). Обучающийся может дополнить список предложенной литературы другими источниками.

После изучения лекционного материала и учебной литературы обучающийся переходит к тестовому материалу, который состоит из заданий текущего контроля. Тесты текущего контроля размещены в конце каждой темы. Текущее тестирование является одним из элементов самоконтроля и способствует закреплению обучающимся пройденного учебного материала.

6.2. Рекомендации по выполнению практических заданий

Обучающимся необходимо выполнить практические задания и прикрепить отчеты по ним в курсе системы обучения. В случае затруднений обучающиеся могут обращаться к преподавателю с вопросами посредством сообщений.

6.3. Рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету способствует закреплению и систематизации знаний, полученных в процессе обучения. На зачете обучающийся демонстрирует уровень своих знаний по учебной дисциплине.

После изучения лекционного материала и учебной литературы, а также выполнения практических заданий обучающийся переходит к тестовому материалу, который состоит из заданий промежуточной аттестации.

Перед тестированием обучающийся имеет возможность получить консультацию преподавателя по наиболее сложным для него вопросам в формате переписки.

Тестовые задания промежуточной аттестации произвольно формируются из вопросов по всем темам учебной дисциплины. Это позволяет преподавателю получить объективную оценку уровня знаний, умений и навыков, освоенных обучающимся.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
9	ПК-12	Тест Вопросы к зачету Практические задания

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

7.2.1. Практические задания по курсу «Методы оптимизации в машинном обучении» (наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Практическое задание 1

Тема. 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.

Краткое описание и регламент выполнения

После выполнения практического задания отчет по нему прикрепляется обучающимися в системе «Росдистант».

Критерии оценки:

Практическое задание оценивается баллами от 0 до 7 пропорционально количеству процентов выполненных требований.

Практическое задание 2

Тема. 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.

Краткое описание и регламент выполнения

После выполнения практического задания отчет по нему прикрепляется обучающимися в системе «Росдистант».

Критерии оценки:

Практическое задание оценивается баллами от 0 до 8 пропорционально количеству процентов выполненных требований.

Практическая задание 3

Тема. 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.

Краткое описание и регламент выполнения

После выполнения практического задания отчет по нему прикрепляется обучающимися в системе «Росдистант».

Критерии оценки:

Практическое задание оценивается баллами от 0 до 7 пропорционально количеству процентов выполненных требований.

Практическое задание 4

Тема. 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.

Краткое описание и регламент выполнения

После выполнения практического задания отчет по нему прикрепляется обучающимися в системе «Росдистант».

Критерии оценки:

Практическое задание оценивается баллами от 0 до 8 пропорционально количеству процентов выполненных требований.

Практическое задание 5

Тема. 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.

Краткое описание и регламент выполнения

После выполнения практического задания отчет по нему прикрепляется обучающимися в системе «Росдистант».

Критерии оценки:

Практическое задание оценивается баллами от 0 до 8 пропорционально количеству процентов выполненных требований.

Практическое задание 6

Тема. 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.

Краткое описание и регламент выполнения

После выполнения практического задания отчет по нему прикрепляется обучающимися в системе «Росдистант».

Критерии оценки:

Практическое задание оценивается баллами от 0 до 7 пропорционально количеству процентов выполненных требований.

Практическое задание 7

Тема. 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.

Краткое описание и регламент выполнения

После выполнения практического задания отчет по нему прикрепляется обучающимися в системе «Росдистант».

Критерии оценки:

Практическое задание оценивается баллами от 0 до 8 пропорционально количеству процентов выполненных требований.

Практическое задание 8

Тема. 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.

Краткое описание и регламент выполнения

После выполнения практического задания отчет по нему прикрепляется обучающимися в системе «Росдистант».

Критерии оценки:

Практическое задание оценивается баллами от 0 до 7 пропорционально количеству процентов выполненных требований.

Требования к оформлению отчетов

Отчет должен содержать подробное описание (включая иллюстрации). Отчёт по практическому заданию 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:

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

Требования к содержанию отчетов

1. Точность и полнота предоставляемых сведений.
2. Непротиворечивость приводимой информации.
3. Правильность интерпретаций и выводов, которые сделаны по результатам работы.
4. Грамотность (содержательная) используемых формулировок.
5. Последовательность и логичность изложения.
6. Применение соответствующих теме инструментов и библиотек.
7. Обоснованность выводов и подтвержденность результатами экспериментов.
8. Наличие анализа поведения алгоритмов оптимизации.

7.2.2. Тест итоговый по курсу «Методы оптимизации в машинном обучении» (наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Модуль I. Основы оптимизации ML-моделей

Задание №1

Градиентом функции $u(x_1, x_2, \dots, x_n)$ в точке $M(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ называется вектор

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|--|
| 1) | + | $\left\{ \frac{\partial u}{\partial x_1}(M), \frac{\partial u}{\partial x_2}(M), \dots, \frac{\partial u}{\partial x_n}(M) \right\}$ |
|----|---|--|

2)	-	$\left\{ \left \frac{\partial u}{\partial x_1} (M) \right , \left \frac{\partial u}{\partial x_2} (M) \right , \dots, \left \frac{\partial u}{\partial x_n} (M) \right \right\}$
3)	-	$\left\{ \frac{\partial u}{\partial x_n} (M), \frac{\partial u}{\partial x_{n-1}} (M), \dots, \frac{\partial u}{\partial x_1} (M) \right\}$
4)	-	$\left\{ \left \frac{\partial u}{\partial x_n} (M) \right , \left \frac{\partial u}{\partial x_{n-1}} (M) \right , \dots, \left \frac{\partial u}{\partial x_1} (M) \right \right\}$

Задание №2

Градиент функции $u = \frac{xy}{z}$ в точке $M(1; -1; 2)$ равен

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	$\{-1/2; 1/2; 1/4\}$
2)	-	$\{-1/2; 1/2; -1/4\}$
3)	-	$\{1/2; -1/2; -1/4\}$
4)	-	$\{1/2; -1/2; 1/4\}$

Задание №3

Модуль градиента функции $u = \frac{x-y^2}{2}$ в точке $M(2; 4)$ равен

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	$\sqrt{65}/2$
2)	-	$\sqrt{65}/4$
3)	-	$\sqrt{63}/2$
4)	-	$\sqrt{63}/4$

Задание №4

Градиент функции $u = x^2 + y^2 - 2xy$ равен нулю в точках

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	$(-1; -1)$
2)	+	$(2; 2)$
3)	-	$(1; -1)$
4)	-	$(-2; 2)$

Задание №5

Градиент функции $u = x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz$ перпендикулярен оси Oz в точках

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	$(1; 1; 1)$
2)	+	$(-1; -1; 1)$
3)	-	$(-1; 1; 1)$
4)	-	$(1; -1; 1)$

Задание №6

Угол между градиентами функции $u = \frac{x}{x^2+y^2+z^2}$ в точках $M(1; 2; 2)$ и $N(-3; 1; 0)$ равен

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|-----------------|
| 1) | + | $\arccos(-8/9)$ |
| 2) | - | $\arccos(7/9)$ |
| 3) | - | $\arccos(-7/9)$ |
| 4) | - | $\arccos(8/9)$ |

Задание №7

Особенности квадратичной функции потерь:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|--|
| 1) | + | функция является гладкой (непрерывной и дифференцируемой) |
| 2) | + | решение может быть получено в явном виде |
| 3) | + | существует простая вероятностная интерпретация прогноза и функции потерь |
| 4) | - | функция применима к задачам классификации |
| 5) | - | решение устойчиво относительно любого количества выбросов |

Задание №8

Особенности метода покоординатного спуска:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|---|
| 1) | + | простота вычислений направлений оптимизации |
| 2) | + | отсутствие требований вычисления производных оптимизируемой функции |
| 3) | + | возможность застревания в промежуточной точке для негладких функций |
| 4) | + | возможность совершать большое количество очень маленьких шагов даже при оптимизации строго выпуклых функций |
| 5) | - | требование вычисления производных оптимизируемой функции |

Задание №9

В методе градиентного спуска выделяют следующие подходы к одномерной оптимизации по длине шага на каждой итерации:

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|---|
| 1) | + | точная оптимизация (метод наискорейшего спуска) |
| 2) | + | метод Флетчера |
| 3) | + | backtracking |
| 4) | + | фиксированный шаг |
| 5) | + | уменьшающийся шаг |
| 6) | - | метод Ньютона |

Задание №10

Вектор $h \in R^n$ задаёт направление убывания функции f в точке $x^* \in R^n$, если

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	$f(x^* + \alpha h) < f(x^*)$ при всех достаточно малых $\alpha > 0$
2)	-	$f(x^* + \alpha h) < f(x^*)$ при всех $\alpha > 0$
3)	-	$f(x^* + \alpha h) \leq f(x^*)$ при всех $\alpha > 0$
4)	-	$f(x^* + \alpha h) \leq f(x^*)$ при всех достаточно малых $\alpha > 0$

Задание №11

В методах спуска последовательность приближений $x^0, x^1, x^2, \dots$ к точке минимума функции f выбирается по правилу $x^{k+1} = x^k + \alpha_k h^k$, где $h^k - \dots$, а α_k – параметр, регулирующий длину шага вдоль h^k .

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	направление убывания
2)	-	направление возрастания
3)	-	допустимое направление
4)	-	направление субградиента

Задание №12

При реализации градиентного метода с выбором длины шага путём дробления уменьшение длины шага осуществляется до тех пор, пока не выполнится неравенство

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	$f(x^k - \alpha f'(x^k)) - f(x^k) \leq -\varepsilon \alpha \ f'(x^k)\ ^2$, где $\alpha > 0$, а ε – фиксированное число из интервала $(0,1)$
2)	-	$f(x^k + \alpha f'(x^k)) - f(x^k) \leq -\varepsilon \alpha \ f'(x^k)\ ^2$, где $\alpha > 0$, а ε – фиксированное число из интервала $(0,1)$
3)	-	$f(x^k + \alpha f'(x^k)) - f(x^k) \leq \varepsilon \alpha \ f'(x^k)\ ^2$, где $\alpha > 0$, а ε – фиксированное число из интервала $(0,1)$
4)	-	$f(x^k - \alpha f'(x^k)) - f(x^k) \leq \varepsilon \alpha \ f'(x^k)\ ^2$, где $\alpha > 0$, а ε – фиксированное число из интервала $(0,1)$

Задание №13

При минимизации функции f градиентным методом используются формулы

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	$x^{k+1} = x^k - \alpha_k h^k$, где $\alpha_k > 0$, $h^k = f'(x^k)$, $k = 0, 1, 2, \dots$
2)	-	$x^{k+1} = x^k + \alpha_k h^k$, где $\alpha_k > 0$, $h^k = f'(x^k)$, $k = 0, 1, 2, \dots$
3)	-	$x^{k+1} = x^k + \alpha_k h^k$, где $\alpha_k < 0$, $h^k = -f'(x^k)$, $k = 0, 1, 2, \dots$
4)	-	$x^{k+1} = x^k - \alpha_k h^k$, где $\alpha_k < 0$, $h^k = f'(x^k)$, $k = 0, 1, 2, \dots$

Задание №14

Если в градиентном методе длина шага выбирается из условия минимизации функции вдоль направления антиградиента, то получаем вариант градиентного метода, называемый методом

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|----------------------|
| 1) | + | наискорейшего спуска |
| 2) | - | условного градиента |
| 3) | - | проекции градиента |
| 4) | - | субградиента |

Задание №15

Машинное обучение (ML) содержательно включает в себя следующие компоненты:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|---------------|
| 1) | + | представление |
| 2) | + | оценка |
| 3) | + | оптимизация |
| 4) | - | модификация |

Задание №16

Машинное обучение разделяется на несколько основных подходов:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|---|
| 1) | + | обучение с учителем |
| 2) | + | обучение без учителя |
| 3) | + | обучение с частичным привлечением учителя |
| 4) | + | обучение с подкреплением |

Задание №17

При машинном обучении с учителем может использоваться

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|---------------|
| 1) | + | классификация |
| 2) | + | регрессия |
| 3) | + | ранжирование |
| 4) | - | кластеризация |

Задание №18

При машинном обучении без учителя может использоваться

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|------------------------|
| 1) | - | классификация |
| 2) | - | регрессия |
| 3) | + | уменьшение размерности |
| 4) | + | кластеризация |

Задание №19

К методам классификации относятся

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	логистическая регрессия
2)	+	машина опорных векторов
3)	+	наивный Байес
4)	+	деревья решений

Задание №20

К методам классификации относятся

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	нейросети
2)	+	ансамбли
3)	+	k-NN
4)	-	нормальная регрессия

Задание №21

Справедливы следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Регрессия — это метод обучения с учителем.
2)	+	Для регрессии требуется размеченная выборка.
3)	+	Нелинейную регрессию часто можно получить с помощью генерации новых признаков из старых.
4)	-	Регрессия не чувствительна к выбросам.

Задание №22

К методам регрессии относятся

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	линейная регрессия
2)	+	регрессионные деревья
3)	+	регрессия через SVM
4)	+	нейросети

Задание №23

В задачах классификации используются следующие методы:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	метод k ближайших соседей (kNN)
2)	+	метод k ближайших соседей с весами
3)	+	метод парзенковского окна
4)	+	метод потенциальных функций
5)	-	метод логарифмических функций

Задание №24

Для минимизации функционала качества используются следующие методы 1-го порядка:

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

1)	+	метод градиентного спуска
2)	+	метод стохастического градиентного спуска
3)	+	метод стохастического усредненного градиентного спуска
4)	+	метод импульса
5)	+	метод Нестерова
6)	-	метод Ньютона

Задание №25

Стохастический градиентный спуск – реализация градиентного спуска, в которой на каждой итерации алгоритма из обучающей выборки случайным образом выбирается

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	один объект
2)	-	два объекта
3)	-	три объекта
4)	-	четыре объекта

Задание №26

Существуют следующие типы градиентного спуска:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	с постоянным шагом
2)	+	с дроблением шага
3)	+	наискорейшего спуска
4)	+	стохастический
5)	-	динамический

Задание №27

Функции потерь относятся к

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	метрикам обучения
2)	-	бизнес-метрикам
3)	-	офлайн-метрикам
4)	-	онлайн-метрикам

Модуль II. Методы и средства разработки AI-решений**Задание №28**

Данные для машинного обучения должны быть

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	доступными
----	---	------------

2)	+	точными
3)	-	стохастическими
4)	+	определенными
5)	+	релевантными

Задание №29

Данные для машинного обучения должны быть

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	когерентными
2)	+	полными
3)	-	частично определенными
4)	+	консистентными
5)	+	актуальными

Задание №30

Для признаков объектов в машинном обучении справедливы следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Признаки (features) — необходимое “топливо” для работы алгоритмов машинного обучения.
2)	+	Признаки могут быть извлечены из данных “как есть”.
3)	+	Признаки могут быть “придуманы” исходя из опыта и интуиции.
4)	+	Для сложных объектов (изображения, звук) есть уже придуманные учёными признаки.

Задание №31

Справедливы следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Нейросети – это иерархический классификатор, способный самостоятельно выделять признаки в исходном сигнале.
2)	-	Нейросети хорошо работают для текстов, но не очень качественно работают для изображений, видео, звука.
3)	+	Нейросети хорошо работают для изображений, видео, звука.
4)	+	Нейросети хорошо работают для текстов.

Задание №32

Справедливо следующее утверждение.

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	Для обучения нейросетей используется метод обратного распространения ошибки.
2)	-	Для обучения нейросетей используется метод прямого распространения ошибки.
3)	-	Для обучения нейросетей используется метод глобального распространения ошибки.

4)	-	Для обучения нейросетей используется метод волнообразного распространения ошибки.
----	---	---

Задание №33

Для кластеризации справедливы следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Каждый объект представляется в виде многомерного вектора.
2)	-	Каждый объект представляется в виде скаляра.
3)	+	Объекты группируются так, чтобы объекты внутри одной группы были более похожи друг на друга, чем на объекты из любой другой группы.
4)	+	Количество групп может как задаваться изначально, так и определяться в процессе кластеризации.

Задание №34

Для кластеризации справедливы следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Близость объектов обычно определяется через расстояние в многомерном пространстве признаков.
2)	-	Результат легко визуализировать при любом числе измерений.
3)	+	Результат можно использовать для классификации как новый признак.
4)	+	Результат можно использовать для регрессии как новый признак.

Задание №35

К методам кластеризации относятся

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

1)	+	k-means
2)	-	скалярная кластеризация
3)	+	иерархическая кластеризация
4)	+	кластеризация на основе распределений
5)	+	кластеризация на основе плотности
6)	+	графовая кластеризация

Задание №36

Справедливы следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Существует метод кластеризации, при котором каждый объект относится только к одному кластеру.
2)	-	При любом методе кластеризации каждый объект относится хотя бы к одному кластеру.
3)	+	Существует метод кластеризации, при котором каждый объект может относиться к нескольким кластерам.
4)	+	Некоторые методы кластеризации позволяют не относить объект ни к одному кластеру (например, считать его выбросом).

Задание №37

Метод k-means характеризуется следующими свойствами:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	имеет простой и легкий для вычисления алгоритм
2)	-	дает хороший результат для кластеров любой формы
3)	+	количество кластеров (k) задаётся изначально
4)	+	для кластеров сложной формы может давать плохой результат

Задание №38

Иерархическая кластеризация характеризуется следующими свойствами:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	имеет простой, но вычислительно сложный алгоритм
2)	+	имеет проблемы с отображением при большом числе объектов
3)	+	использует идею последовательного объединения самых похожих объектов
4)	+	результатом является дендрограмма
5)	-	имеет простой и легкий для вычисления алгоритм

Задание №39

Метод DBSCAN характеризуется следующими свойствами:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	имеет плотностный алгоритм
2)	+	может находить кластеры очень сложной формы
3)	+	часть точек не относится никуда и считается шумом
4)	+	имеются проблемы при кластеризации данных с сильно различающейся плотностью
5)	-	может находить кластеры только простой формы

Задание №40

Вид обучения «Уменьшение размерности»

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	относится к обучению без учителя
2)	+	удобно использовать для визуализации, когда многомерный набор данных сводится к 2-3 измерениям, на которых могут быть видны закономерности
3)	+	удобно использовать для разведочного анализа
4)	-	характеризуется наличием размеченной выборки

Задание №41

Вид обучения «Уменьшение размерности»

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	уменьшает размер датасета и требуемое для хранения место
2)	+	уменьшает время для обработки

3)	+	уменьшает размер датасета, требуемое для хранения место и время для обработки
4)	-	уменьшает размер датасета, требуемое для хранения место, но не уменьшает время для обработки

Задание №42

К методам «Уменьшения размерности» относятся

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	метод главных компонент
2)	+	метод независимых компонент
3)	+	многомерное шкалирование
4)	-	метод второстепенных компонент
5)	+	автоэнкодеры

Задание №43

Метод PCA характеризуется следующими свойствами:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	преобразует данные (возможно, коррелированные) в набор линейно независимых компонент (главных компонент)
2)	+	первая компонента имеет максимальную дисперсию, вторая следующую по величине и т.д.
3)	+	фактически находим базис в пространстве меньшей размерности
4)	-	редко применяется на практике
5)	+	широко применяется на практике

Задание №44

Существуют следующие классы метрик качества:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	+	бизнес-метрики
2)	+	онлайн-метрики
3)	+	офлайн-метрики
4)	-	смешанные метрики
5)	+	метрики обучения

Задание №45

Можно выделить следующие типы моделей, описывающих сложные системы:

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

1)	+	полиномиальная
2)	+	циклическая
3)	+	модель скользящего среднего
4)	-	полурегрессионная модель
5)	+	авторегрессионная модель
6)	+	модель гауссовского процесса

Задание №46

Существуют следующие эмпирические способы разбиения обучающей выборки:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Hold-Out
2)	+	Leave-One-Out
3)	+	Cross-Validation
4)	-	Hold- One-Out

Задание №47

Метод “Momentum” также называют методом

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	импульса
2)	-	стохастического градиентного спуска
3)	-	стохастического усредненного градиентного спуска
4)	-	Нестерова

Задание №48

К методам адаптивных градиентов относятся

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

1)	+	Adaptive Gradient
2)	+	Running Mean Square
3)	+	Adaptive Delta
4)	+	Adaptive Momentum
5)	+	Nesterov Adaptive Momentum
6)	-	Nesterov Adaptive Delta

Задание №49

К методам минимизации функционала качества 2-го порядка относится метод

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	касательных
2)	-	стохастического градиентного спуска
3)	-	стохастического усредненного градиентного спуска
4)	-	Нестерова

Задание №50

При обучении нейронных сетей возможны следующие проблемы:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	переобучение
2)	+	медленная сходимость
3)	+	локальные минимумы
4)	+	затухание и взрыв градиента

Задание №51

К функциям активации относятся

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|-------------------------|
| 1) | + | пороговая функция |
| 2) | + | линейная функция |
| 3) | + | сигмоидная функция |
| 4) | + | гиперболический тангенс |
| 5) | - | гиперболический косинус |

Задание №52

Признаки объектов в задачах машинного обучения могут быть

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|-----------------------------|
| 1) | + | бинарными |
| 2) | + | номинальными |
| 3) | + | номинальными упорядоченными |
| 4) | + | количественными |
| 5) | - | качественными |
| 6) | - | упорядоченными |

Задание №53

В машинном обучении можно выделить следующие типы входных данных:

Выберите несколько из 7 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|--|
| 1) | + | координаты объектов в пространстве признаков |
| 2) | + | временной ряд |
| 3) | + | сигнал |
| 4) | + | изображение |
| 5) | + | описание взаимоотношений между объектами |
| 6) | - | числовой ряд |
| 7) | + | видеоряд |

Задание №54

Существуют следующие обобщенные типы задач машинного обучения:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|---------------|
| 1) | + | регрессия |
| 2) | + | классификация |
| 3) | + | кластеризация |
| 4) | - | унификация |

Задание №55

В машинном обучении используются следующие способы нормализации данных:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- | | | |
|----|---|-----------|
| 1) | + | тах норма |
|----|---|-----------|

2)	-	min норма
3)	+	L1 норма
4)	+	L2 норма

Задание №56

С переобучением метода минимизации эмпирического риска связаны следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Минимизация эмпирического риска не является гарантией малой вероятности ошибки на тестовых данных.
2)	-	Минимизация эмпирического риска гарантирует малую вероятность ошибки на тестовых данных.
3)	+	Переобучение появляется вследствие минимизации эмпирического риска.
4)	+	Переобучение появляется в связи с избыточной сложностью модели.

Задание №57

С L1- и L2-регуляризацией связаны следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	Применение L1-регуляризации иногда может давать полезный побочный эффект, вызывающий стремление одного или более весовых значений к 0.
2)	+	L2-регуляризация ограничивает весовые значения модели, но обычно не приводит к полному обнулению этих значений.
3)	-	Применение L2-регуляризации иногда может давать полезный побочный эффект, вызывающий стремление одного или более весовых значений к 0.
4)	-	L1-регуляризация ограничивает весовые значения модели, но обычно не приводит к полному обнулению этих значений.

Задание №58

С L1- и L2-регуляризацией связаны следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	L1-регуляризацию не рекомендуется применять с алгоритмами машинного обучения, в которых используется численные методы для вычисления градиента.
2)	+	L2-регуляризацию можно использовать с любым типом алгоритма обучения.
3)	-	L2-регуляризацию не рекомендуется применять с алгоритмами машинного обучения, в которых используется численные методы для вычисления градиента.
4)	-	L1-регуляризацию можно использовать с любым типом алгоритма обучения.

Задание №59

Модель дерева решений обладает следующими свойствами:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	простота понимания и интерпретации
2)	+	минимальные требования к подготовке данных

3)	+	способность работы с большими объемами данных
4)	-	возможность получения решения удовлетворительного качества для всех задач

Задание №60

Для модели дерева решений справедливы следующие утверждения.

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	-	Достаточно легко построить оптимальное дерево решений.
2)	-	Модель не подвержена переобучению.
3)	+	Модель дает одинаково хорошие результаты для разных видов признаков.
4)	+	Модель характеризуется надежностью и возможностью оценки статистическими тестами.

Задание №61

Искусственная нейронная сеть обладает следующими свойствами:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	нелинейность модели
2)	+	локальность восприятия
3)	+	наличие каскада слоев
4)	+	возможность хорошей работы с мультиколлинеарностью и комбинациями признаков

Задание №62

Искусственная нейронная сеть обладает следующими свойствами:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	наличие нескольких механизмов для контроля переобучения
2)	+	способность дообучаться при непротиворечивости новых образов
3)	-	интерпретируемость
4)	-	возможность получения аналитического решения

Задание №63

Выделяют следующие способы борьбы с переобучением искусственных нейронных сетей:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	кросс-валидация
2)	+	уменьшение числа слоев/нейронов
3)	+	добавление L2-регуляризации
4)	+	локальность восприятия

Задание №64

Искусственные нейронные сети могут быть следующих типов:

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

1)	+	автокодировщик
2)	+	когнитрон

3)	+	сверточная
4)	+	рекуррентная
5)	+	импульсная
6)	-	аддитивная

Задание №65

Метрика, показывающая процент верных предсказаний, это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	+	точность (Accuracy)
2)	-	точность/прецизионность (Precision)
3)	-	специфичность (Specificity)
4)	-	полнота (Recall)

Задание №66

К методам оптимизации гиперпараметров относятся

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

1)	+	поиск по сетке
2)	-	поиск по матрице
3)	+	случайный поиск
4)	+	байесовская оптимизация
5)	+	градиентные методы
6)	+	методы эволюционной оптимизации

Задание №67

Метод опорных векторов используется для задач

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	+	классификации
2)	+	регрессии
3)	+	поиска выбросов
4)	-	кластеризации

Задание №68

Особенности метода опорных векторов:

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

1)	+	высокое качество распознавания за счет построения нелинейных разделяющих поверхностей, максимизирующих зазор
2)	+	глобальность и в ряде случаев единственность получаемого решения
3)	+	низкая скорость обучения
4)	+	большие требования к памяти для задач больших размерностей
5)	+	необходимость грамотного выбора штрафного коэффициента и параметров ядровой функции
6)	-	высокая скорость обучения

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 9

№ п/п	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?
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?

№ п/п	Вопросы к зачету
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)?
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

Семе стр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
9	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	Оценка «зачтено» ставится при наборе от 55 до 100 итоговых баллов.
		«не зачтено»	Оценка «не зачтено» ставится при наборе менее 55 итоговых баллов.

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	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 234/10/21-К от 19.10.2021, срок действия – до 01.03.2022

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	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-807)	Экран телевизионный, ширмы, проектор на штативе. Стол преподавательский, стулья преподавательские. Транспарант-перетяжка, системный блок