

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



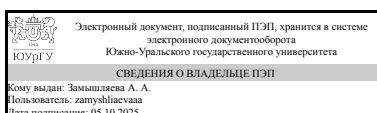
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Машинное обучение
для направления 09.03.03 Прикладная информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

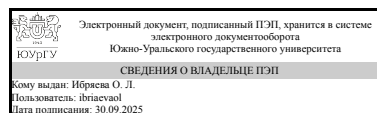
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 922

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



О. Л. Ибряева

1. Цели и задачи дисциплины

сформировать у студентов базовые теоретические знания и практические навыки по машинному обучению, необходимые для анализа данных и построения интеллектуальных систем. Студенты познакомятся с основными задачами машинного обучения, такими как классификация, регрессия, кластеризация и ранжирование. Освоят методы оценки качества моделей и принципы отбора признаков. Особое внимание в курсе уделяется борьбе с переобучением, регуляризации и автоматизации подбора гиперпараметров. Задача курса — подготовить студентов к решению прикладных задач с использованием современных инструментов машинного обучения.

Краткое содержание дисциплины

В рамках дисциплины изучаются основные задачи и подходы машинного обучения, включая обучение с учителем и без учителя. Рассматриваются алгоритмы классификации и регрессии, такие как метод ближайших соседей, наивный Байес, линейная и логистическая регрессия, метод опорных векторов, деревья решений и ансамблевые методы. Изучаются методы кластеризации, включая k-means, DBSCAN, иерархическую кластеризацию и байесовские модели на основе EM-алгоритма. Отдельное внимание уделяется методам понижения размерности, отбору и преобразованию признаков. Затрагиваются темы оценки качества моделей, переобучения, регуляризации и кросс-валидации. В завершение рассматриваются методы автоматизированного машинного обучения, включая подбор гиперпараметров и использование AutoML-систем. Практические занятия ориентированы на применение алгоритмов с использованием Python и библиотеки Scikit-learn.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 [LC-5] Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	Умеет: - [И-2, ПУ] выбирать и адаптировать оптимальный алгоритм машинного обучения для конкретной задачи Имеет практический опыт: - [И-3, ПУ] тестирования моделей перед развертыванием, оценки качества моделей машинного обучения
ПК-2 [MF-4] Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ	Знает: - [И-1, ПУ] основные методы статистического машинного обучения Имеет практический опыт: - [И-1, ПУ] адекватного выбора методов статистического машинного обучения с учётом особенностей данных и задачи
ПК-5 [ML-3] Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	Знает: - [И-2, ПУ] различные архитектуры ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование) Умеет: - [И-2, ПУ] применять методы байесовской классификации и ансамблевые методы МО (бэггинг, бустинг, стэкинг моделей),

	а также производных от них (случайные леса, градиентный бустинг на деревьях) Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] использования инструментов оценки качества моделей ранжирования и сравнения ранжирующих моделей между собой; применения методов обучения типа pairwise и listwise; использования различных архитектур ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование)
ПК-6 [ML-4] Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей	Знает: - [И-3, ПУ] базовые метрики качества обучения без учителя (silhouette score adjusted rand index) Умеет: - [И-1, ПУ] использовать инструменты очистки данных и предварительной подготовки данных методами понижения размерности и визуализации для анализа данных Имеет практический опыт: - [И-3, ПУ] использования готовых инструментов для оценки качества кластеризации и других моделей без учителя
ПК-8 [BD-1] Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	Умеет: - [И-1, ПУ] проводить одномерный и многомерный анализ признаков, в том числе с использованием средств визуализации [И-4, ПУ] применять стандартные методы отбора признаков и выбирать оптимальное подмножество признаков Имеет практический опыт: - [И-3, ПУ] использования методов понижения размерности и подбора оптимальной размерности в зависимости от необходимой доли объяснённой дисперсии
ПК-11 [ML-7] Способен применять автоматическое машинное обучение	Знает: - [И-1, ПУ] категории задач автоматического машинного обучения Умеет: - [И-1, ПУ] анализировать специфику задачи с учётом современных трендов (например, использование AutoML для обработки больших данных, интеграция с MLOps), выбирать подходящие AutoML-инструменты

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.10 Архитектура вычислительных систем, 1.Ф.01 Трек индустриального партнёра, 1.О.15 Компьютерные сети, 1.О.17 Сбор, анализ и предобработка данных в машинном обучении, 1.О.12 Операционные системы	1.О.38 Базы данных NoSQL, 1.О.34 Проектирование человеко-машинного интерфейса, 1.О.35 Основы распределённых и облачных вычислений, 1.О.33 Технологии и системы обработки больших данных, 1.О.25 Анализ временных рядов, 1.О.24 Основы DevOps, 1.О.23 Web-программирование для систем

	искусственного интеллекта, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр)
--	---

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.01 Трек индустриального партнёра	Знает: -[И-1, ПУ] современные технологии и инструменты, применяемые в индустрии информационных технологий (ИТ), включая новые версии популярных языков программирования, библиотек и фреймворков Умеет: -[И-4, ПУ] осуществлять интеграцию готовых программных модулей и подсистем в общую систему искусственного интеллекта, -[И-1, ПУ] ставить задачу разметки данных для машинного обучения и оценивать качество работы разметчиков, -[И-2, ПУ] использовать продвинутые методы повышения устойчивости моделей AutoML Имеет практический опыт: -[И-2, ПУ] развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде, -[И-2, ПУ] организации краудсорсинга разметки данных для машинного обучения, -[И-2, ПУ] использования базовых методов защиты от атак и искажений данных в области машинного обучения
1.О.15 Компьютерные сети	Знает: принципы работы с сетевым оборудованием, принципы построения и функционирования компьютерных сетей, методы и технологии сетевой безопасности Умеет: -[И-4, БУ] организовать сетевые взаимодействия и передачу данных в рамках создания систем искусственного интеллекта, настраивать сетевое оборудование для организации компьютерных сетей, проектировать и настраивать компьютерные сети, обеспечивать безопасность и защиту сетей Имеет практический опыт: -[И-4, БУ] работы с основными средствами и методами, используемыми в индустрии ИТ для поддержания сетевой инфраструктуры промышленных систем искусственного интеллекта, конфигурирования сетевого оборудования и организации компьютерных сетей
1.О.12 Операционные системы	Знает: основные концепции современных операционных систем, -[И-3, ПУ] основные средства мониторинга и диагностики ОС Умеет: использовать стандартные инструменты современных ОС при решении задач профессиональной деятельности, -[И-1, ПУ] выбирать операционную систему и ее параметры с учетом требований к развертыванию и

	сопровождению моделей искусственного интеллекта в среде эксплуатации, устанавливать и настраивать операционную систему, создавать прикладные программы в терминах API ОС Имеет практический опыт: работы с основными видами интерфейсов ОС - командным и API, -[И-2, БУ] реализации скриптов и настройки операционной системы для автоматизации запуска, мониторинга и устойчивой работы сервисов искусственного интеллекта в среде эксплуатации[И-3, ПУ] использования средств мониторинга и диагностики ОС для анализа стабильности и производительности сервисов искусственного интеллекта в среде эксплуатации, использования основных видов интерфейсов операционной системы Windows
1.О.10 Архитектура вычислительных систем	Знает: -[И-1, БУ] архитектуры вычислительных систем, необходимых для проектирования и реализации высокопроизводительных решений в сфере промышленного внедрения систем искусственного интеллекта, основные понятия и принципы построения вычислительных систем Умеет: -[И-1, БУ] подбирать инструменты и технологии для ресурсного обеспечения систем искусственного интеллекта различных масштабов согласно требованиям проекта, анализировать и выбирать подходящее аппаратное обеспечение для конкретной задачи Имеет практический опыт: монтажа и настройки серверного оборудования
1.О.17 Сбор, анализ и предобработка данных в машинном обучении	Знает: -[И-1, БУ] основные числовые характеристики статистических данных и методы их нахождения, -[И-1, БУ] основные требования к наборам данных для решения задач машинного обучения Умеет: -[И-1, БУ] вычислять числовые характеристики статистических данных, применять методы визуализации данных, -[И-2, ПУ] подбирать инструментарий разметки данных под условия задачи Имеет практический опыт: -[И-1, БУ] проверки данных на корректность, разметки данных

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108

Аудиторные занятия:	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа (СРС)	37,5	37,5
Подготовка к зачету	10,5	10,5
Изучение темы "Байесовская оптимизация и применение в AutoML"	13	13
Изучение ноутбука "Отбор признаков"	4	4
Изучение и анализ статей уровня 1 Белого списка (статьи в свободном доступе)	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы машинного обучения и базовые модели	24	12	0	12
2	Модели и методы обучения с учителем	14	6	0	8
3	Обучение без учителя и уменьшение размерности	10	6	0	4
4	Продвинутое тематическое и автоматизация	16	8	0	8

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в машинное обучение Искусственный интеллект и машинное обучение. Задачи ML. Метод ближайших соседей для задач регрессии и классификации. Наивный Байес.	3
2	1	Метрики оценки качества моделей Accuracy, Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC. MSE, RMSE, MAE, MAPE, R ² , Adjusted R ² .	1
3	1	Линейная регрессия и ее вероятностная интерпретация Градиентный спуск, нормализация. Нормальное уравнение. Метод максимального правдоподобия в линейной регрессии. Байесовский вывод в линейной регрессии.	3
4	1	Логистическая регрессия Метод максимального правдоподобия в логистической регрессии. Сигмоида. Логистическая функция потерь. Байесовский вывод в логистической регрессии.	3
5	1	Инструменты ML-инженера Регуляризация (Lasso, Ridge, ElasticNet), переобучение, кросс-валидация, решетчатый поиск.	2
6	2	Метод опорных векторов (SVM) Линейный и нелинейный SVM, ядра, Hinge loss. RVM.	3
7	2	Деревья решений Индекс Джини, энтропия.	1
8	2	Ансамбли методов Бэггинг, случайный лес, градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM), стекинг.	2
9	3	Кластеризация k-means, Elbow method, Silhouette score, DBSCAN. Иерархическая кластеризация. Байесовский GMM, EM-алгоритм.	4

10	3	Методы понижения размерности PCA, t-SNE, UMAP, PACMAP.	2
11	4	Задача ранжирования (2 часа) Pointwise, Pairwise, Listwise, метрики ранжирования.	2
12	4	Отбор и преобразование признаков Методы отбора: статистические, модельные, итеративные..	4
13	4	Автоматизация ML и гиперпараметров (2 часа) Grid and Random Search, Bayesian Optimization (Optuna), AutoML-системы (LightAutoML).	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Задачи классификации и регрессии, метод ближайших соседей, наивного Байесовского классификатора. Оценка точности моделей	6
2	1	Метод линейной регрессии. Метод логистической регрессии	6
3	2	Метод опорных векторов	4
4	2	Деревья решений и их ансамбли	4
5	3	Методы кластеризации и понижения размерности	4
6	4	Задача ранжирования	4
7	4	Отбор признаков и автоматизация обучения	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Митяков, Е. С. Искусственный интеллект и машинное обучение : учебное пособие для вузов / Е. С. Митяков, А. Г. Шмелева, А. И. Ладынин. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 252 с. — ISBN 978-5-507-51465-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/450827 (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. С. 16-28, 78-90, 104-118, 136-150, 229-241.	4	10,5
Изучение темы "Байесовская оптимизация и применение в AutoML"	Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) : справочник / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен ; перевод с английского В. С. Яценкова.. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 256 с. — ISBN 978-5-93700-196-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/348104 (дата обращения: 26.07.2025). — Режим	4	13

	доступа: для авториз. пользователей. С. 18-43		
Изучение ноутбука "Отбор признаков"	Приложенный файл	4	4
Изучение и анализ статей уровня 1 Белого списка (статьи в свободном доступе)	1) Kim, S.-J.; Bae, S.-J.; Jang, M.-W. Linear Regression Machine Learning Algorithms for Estimating Reference Evapotranspiration Using Limited Climate Data. Sustainability 2022, 14, 11674. https://doi.org/10.3390/su141811674 2) Rymarczyk, T.; Kozłowski, E.; Kłosowski, G.; Niderla, K. Logistic Regression for Machine Learning in Process Tomography. Sensors 2019, 19, 3400. https://doi.org/10.3390/s19153400 3) Kim, S.; Ko, B.-C.; Nam, J. Model Simplification of Deep Random Forest for Real-Time Applications of Various Sensor Data. Sensors 2021, 21, 3004. https://doi.org/10.3390/s21093004	4	10

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Контрольная работа 1	1	4	Вариант контрольной работы содержит 3 задания. Первое задание нужно выполнить, используя Наивный Байесовский классификатор и метод kNN. Наивный Байес: правильно найден выход классификатора - 1 балл. kNN: правильно решена задача с использованием данного метода - 1 балл. За правильное решение второго и третьего задания также по 1 баллу. Максимальный балл - 4.	дифференцированный зачет
2	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 1	1	10	Задание и количество баллов - в приложенном файле. Максимальный балл - 10.	дифференцированный зачет
3	4	Текущий контроль	Контрольная работа 2	1	4	Верно составлено и решено нормальное уравнение - 1 балл.	дифференцированный зачет

						Верно найден выход построенной модели для входных данных - 1 балл. Верно найдена оценка MSE модели - 1 балл. Верно решена задача 2 - 1 балл. Максимальный балл - 4.	
4	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 2	1	10	Задание - в приложенном файле. В файле 20 вопросов по 0.5 балла. Максимальный балл - 10.	дифференцированный зачет
5	4	Текущий контроль	Контрольная работа 3	1	2	Вариант контрольной работы состоит из двух заданий. Первое задание: верно записана система для нахождения модели - 1 балл. Верно найдены параметры - 1 балл. Верно найдены опорные векторы - 1 балл.. Верно сделано второе задание - 1 балл. Максимальный балл - 4.	дифференцированный зачет
6	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 3	1	10	Кейс от индустриального партнёра. Решение задачи классификации спама с использованием метода опорных векторов (SVM). В почтовых сервисах и корпоративных системах защиты от киберугроз требуется высокоточный спам-фильтр, способный отличать важные письма от фишинговых и рекламных рассылок. Вы решаете реальную задачу бинарной классификации: по тексту электронного письма определить, является ли оно спамом, используя метод опорных векторов и преобразование текста в вектор признаков. Задание - в приложенном файле. В файле 20 вопросов по 0.5 балла. Максимальный балл - 10.	дифференцированный зачет
7	4	Текущий контроль	Контрольная работа 4	1	4	Вариант контрольной работы содержит 2 задания. Первое задание: Верно найдена глубина и количество точек - 1 балл. Верно найден Information Gain - 1 балл. Второе задание:	дифференцированный зачет

						Верно определены информативные признаки для разделения - 1 балл. Верно найден выход построенной модели - 1 балл. Максимальный балл - 4	
8	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 4	1	10	Кейс от индустриального партнера. Решение задачи коррекции показаний кориолисового расходомера на основе ансамблей деревьев решений. В нефтегазовой отрасли кориолисовы расходомеры используются для учёта объёмов добычи, но их точность падает при наличии газа в жидкости. Вы разрабатываете модель машинного обучения, которая корректирует погрешность измерений массового расхода на основе данных о влажности, плотности и наблюдаемом расходе — задача, востребованная в системах промышленной автоматизации и учёта ресурсов. Задание - в приложенном файле. В файле 20 вопросов по 0.5 балла. Максимальный балл - 10.	дифференцированный зачет
9	4	Текущий контроль	Контрольная работа 5	1	4	Вариант контрольной работы содержит три задания. Первое задание: Верно использован метод иерархической кластеризации - 1 балл Построена дендрограмма - 1 балл Второе и третье задание - по 1 баллу Максимальный балл - 4.	дифференцированный зачет
10	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 5	1	10	Кейс от индустриального партнера. Решение задачи определения эффективности когнитивно-поведенческой терапии у пациентов с депрессией с использованием кластерного подхода. В персонализированной медицине важно прогнозировать, какие пациенты с депрессией будут хорошо реагировать на	дифференцированный зачет

						психотерапию, а кому потребуется медикаментозная поддержка. Вы применяете кластерный подход для выявления скрытых подгрупп пациентов и построения индивидуальных моделей прогнозирования эффективности лечения — задача, аналогичная реальным кейсам в клинической практике и биомедицинских исследованиях. Задание - в приложенном файле. В файле 10 вопросов по 1 баллу. Максимальный балл - 10.	
11	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 6	1	10	Задание и количество баллов - в приложенном файле. Максимальный балл - 10.	дифференцированный зачет
12	4	Текущий контроль	Лабораторная работа 7	1	10	Кейс от индустриального партнёра. Решение задачи классификации и регрессии с использованием LightAutoML и анализа важности признаков. В банковской сфере, страховании и HR-аналитике требуются быстрые и точные модели для принятия решений: от оценки рисков до подбора кандидатов. Вы решаете реальную задачу (классификация транзакций, предсказание стоимости страховки и др.) с помощью современных AutoML-технологий, автоматически подбирая модели и анализируя, какие признаки наиболее важны для принятия решения. Задание - в приложенном файле. В файле 10 вопросов по 1 баллу. Максимальный балл - 10.	дифференцированный зачет
13	4	Текущий контроль	Командный мини-проект	1	10	Командный мини проект. Проанализирован датасет, проведен отбор признаков - 1 балл, понижена размерность и визуализированы данные - 1 балл. Проведен анализ решений этой задачи другими исследователями, обзор аналогов - 1 балл.	дифференцированный зачет

						Применены три метода машинного обучения для решения задачи, с настройкой гиперпараметров - 3 балла. Применен AutoML - 1 балл. Проведена защита в виде научного доклада с ответами на вопросы - 3 балла. Максимальный балл - 10.	
14	4	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	-	5	В билете 5 заданий (каждое по 1 баллу).	дифференцированный зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Письменно, по билетам. Время подготовки - 1 час, далее защита, ответы на вопросы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ПК-1	Умеет: - [И-2, ПУ] выбирать и адаптировать оптимальный алгоритм машинного обучения для конкретной задачи			++	++			++					+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: - [И-3, ПУ] тестирования моделей перед развертыванием, оценки качества моделей машинного обучения		+	+	+	+	+	+		+			+	+	+
ПК-2	Знает: - [И-1, ПУ] основные методы статистического машинного обучения	++												+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: - [И-1, ПУ] адекватного выбора методов статистического машинного обучения с учетом особенностей данных и задачи	++												+	+
ПК-5	Знает: - [И-2, ПУ] различные архитектуры ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование)											+		+	+
ПК-5	Умеет: - [И-2, ПУ] применять методы байесовской классификации и ансамблевые методы МО (бэггинг, бустинг, стэкинг моделей), а также производных от них (случайные леса, градиентный бустинг на деревьях)	+				+		++						+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] использования инструментов оценки качества моделей ранжирования и сравнения ранжирующих моделей между собой; применения методов обучения типа pairwise и listwise; использования различных архитектур ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование)											+		+	+
ПК-6	Знает: - [И-3, ПУ] базовые метрики качества обучения без учителя (silhouette score adjusted rand index)									++				+	
ПК-6	Умеет: - [И-1, ПУ] использовать инструменты очистки данных и предварительной подготовки данных методами понижения размерности и визуализации для анализа данных										+			+	

		Лань	Х. Ваншорен ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 256 с. — ISBN 978-5-93700-196-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/348104 (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Митяков, Е. С. Искусственный интеллект и машинное обучение : учебное пособие для вузов / Е. С. Митяков, А. Г. Шмелева, А. И. Ладынин. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 252 с. — ISBN 978-5-507-51465-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/450827 (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-97060-273-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69955 (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Введение / К. П. Мэрфи ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 940 с. — ISBN 978-5-93700-119-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/314891 (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	336 (3б)	Доска, компьютер, проектор
Дифференцированный зачет	333 (3б)	Доска, компьютеры, проектор
Лабораторные занятия	333 (3б)	Доска, компьютеры, проектор