

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 12.10.2026 16:48:36

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

«Информационных технологий»



 / Д.Г. Демидов /

« 26 » февраль 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Системы искусственного интеллекта**

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Информационные системы умных пространств»

Год начала обучения:

2026

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва – 2026

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана Московского политехнического университета по направлению (специальности) 09.03.01 Информатики и вычислительная техника, по профилю подготовки Информационные системы умных пространств.

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры



/ Т.Т. Идиатуллин /

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент



/ Е.В. Петрунина /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Структура и содержание дисциплины
 - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
 - 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)
 - 3.3 Содержание дисциплины
 - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий
 - 3.5 Тематика вопросов для самостоятельного изучения
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
 - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы
 - 4.2. Основная литература
 - 4.3 Дополнительная литература
 - 4.4 Электронные образовательные ресурсы
 - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
 - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
- 5 Материально-техническое обеспечение
- 6 Методические рекомендации
 - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения
 - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
 - 6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
- 7 Фонд оценочных средств
 - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения
 - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
- Приложение 1
- Приложение 2

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Системы искусственного интеллекта» следует отнести:

- формирование у обучающихся системного представления об искусственном интеллекте как научном направлении и о системах искусственного интеллекта как классе программно-аппаратных систем;
- ознакомление обучающихся с моделями представления знаний, методами поиска решений, машинного обучения и обработки данных, положенными в основу современных интеллектуальных систем;
- формирование навыков разработки, обучения, оценки качества и внедрения компонентов систем искусственного интеллекта для решения прикладных задач профессиональной деятельности.

К основным задачам освоения дисциплины «Системы искусственного интеллекта» следует отнести:

- анализ состояния, областей применения и тенденций развития технологий искусственного интеллекта, в том числе отечественных программных решений и наборов данных;
- изучение моделей представления знаний, механизмов логического вывода и принципов построения экспертных систем;
- изучение методов поиска решений в пространстве состояний, эвристических алгоритмов и методов принятия решений в условиях неопределенности;
- изучение математических основ и алгоритмов машинного обучения, методов подготовки данных и оценки качества моделей;
- изучение архитектур искусственных нейронных сетей и методов глубокого обучения, применяемых в задачах компьютерного зрения и обработки естественного языка;
- приобретение навыков разработки, обучения и внедрения моделей машинного обучения с применением современных программных библиотек и инструментальных средств;
- изучение требований к доверенным системам искусственного интеллекта, вопросов этики, безопасности и нормативного регулирования их применения.

Обучение по дисциплине «Системы искусственного интеллекта» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Знает математические методы и модели, положенные в основу методов искусственного интеллекта и машинного обучения. ИОПК-1.2. Умеет применять методы математического моделирования и статистического анализа при построении и исследовании интеллектуальных систем. ИОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования моделей искусственного интеллекта, оценки их адекватности и качества.
ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ИОПК-2.1. Знает современные информационные технологии, программные библиотеки и платформы искусственного интеллекта, в том числе отечественного производства. ИОПК-2.2. Умеет выбирать программные средства искусственного интеллекта, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности. ИОПК-2.3. Владеет навыками применения современных программных средств машинного обучения и анализа данных при решении прикладных задач.
ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ИОПК-8.1. Знает алгоритмы поиска решений, машинного обучения и обучения нейронных сетей, а также принципы построения программных компонентов интеллектуальных систем. ИОПК-8.2. Умеет разрабатывать и отлаживать программы, реализующие алгоритмы искусственного интеллекта, и проводить обучение моделей на подготовленных данных. ИОПК-8.3. Владеет навыками разработки, тестирования и внедрения программных компонентов систем искусственного интеллекта, пригодных для практического применения.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базового цикла (Б1.1) основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Информационные системы умных пространств».

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дискретная математика», «Программирование», «Алгоритмы и структуры данных», «Базы данных», «Методы оптимизации».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплины «Интеллектуальный анализ данных», выполнение выпускной квалификационной работы, прохождение производственной и преддипломной практик, а также применение интеллектуальных методов при разработке информационных систем умных пространств.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа, из них аудиторных — 54 часа, самостоятельная работа обучающихся — 90 часов. Форма промежуточной аттестации — экзамен в 7 семестре.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по очной форме обучения)

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 7
1	Аудиторные занятия	54	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	—	—
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	Самостоятельная работа	90	90
3	Промежуточная аттестация	экзамен	экзамен
	Итого:	144	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по очной форме обучения)

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего, час.	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Тема 1. Искусственный интеллект: основные понятия, направления и области применения	16	2	4	10
2	Тема 2. Представление знаний и модели рассуждений. Экспертные системы	16	2	4	10
3	Тема 3. Методы поиска решений в пространстве состояний и принятия решений	16	2	4	10
4	Тема 4. Машинное обучение с учителем. Подготовка данных	16	2	4	10

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего, час.	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	и оценка качества моделей				
5	Тема 5. Обучение без учителя, снижение размерности и ансамблевые методы	16	2	4	10
6	Тема 6. Искусственные нейронные сети: архитектуры и алгоритмы обучения	16	2	4	10
7	Тема 7. Глубокое обучение: сверточные, рекуррентные сети и архитектура «трансформер»	16	2	4	10
8	Тема 8. Компьютерное зрение, обработка естественного языка и большие языковые модели	16	2	4	10
9	Тема 9. Инженерия систем искусственного интеллекта. Доверенный ИИ и нормативное регулирование	16	2	4	10
	Итого	144	18	36	90

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1 Содержание лекционных занятий (18 часов)

Тема 1. Искусственный интеллект: основные понятия, направления и области применения (2 ч)

Определения искусственного интеллекта, интеллектуальной системы, системы искусственного интеллекта. История развития научного направления: символичный и коннекционистский подходы, периоды подъема и спада интереса. Тест Тьюринга и проблема оценки интеллектуальности. Классификация систем искусственного интеллекта: системы, основанные на знаниях, системы машинного обучения, гибридные системы. Понятия слабого и сильного искусственного интеллекта. Агентный подход: рациональный агент, среда, функция полезности. Архитектура интеллектуального агента. Области применения технологий искусственного интеллекта: промышленность, транспорт, медицина, образование, системы Интернета вещей и умных пространств. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта в Российской Федерации. Отечественные платформы, библиотеки и наборы данных. Терминология и классификация систем искусственного интеллекта по национальным стандартам.

Тема 2. Представление знаний и модели рассуждений. Экспертные системы (2 ч)

Данные, информация и знания. Свойства знаний, декларативные и процедурные знания. Модели представления знаний: продукционная, логическая, семантические сети, фреймы, онтологии. Языки описания онтологий и их применение. Логический вывод: прямой и обратный вывод, разрешение конфликтов правил. Исчисление высказываний и исчисление предикатов первого порядка, метод резолюций. Немонотонные рассуждения. Работа со знаниями в условиях неопределенности: коэффициенты уверенности, байесовский подход, нечеткие множества и нечеткий вывод. Экспертные системы: назначение, структура, база знаний, машина вывода, подсистема объяснений. Этапы разработки экспертных систем и роль инженера по знаниям. Извлечение и формализация знаний. Достоинства и ограничения систем, основанных на знаниях.

Тема 3. Методы поиска решений в пространстве состояний и принятия решений (2 ч)

Постановка задачи поиска решения: пространство состояний, начальное и целевое состояния, операторы перехода. Формализация задач в терминах поиска. Неинформированный поиск: в ширину, в глубину, с ограничением глубины, с итеративным углублением, поиск по критерию стоимости. Оценка алгоритмов по полноте, оптимальности, временной и пространственной сложности. Информированный (эвристический) поиск: жадный поиск по первому наилучшему совпадению, алгоритм A^* , свойства допустимости и

монотонности эвристики. Локальный поиск: восхождение к вершине, имитация отжига, генетические алгоритмы. Поиск в условиях противодействия: игровые деревья, минимаксный алгоритм, альфа-бета отсечение. Удовлетворение ограничений (CSP). Принятие решений в условиях неопределенности: марковские процессы принятия решений, основные понятия обучения с подкреплением.

Тема 4. Машинное обучение с учителем. Подготовка данных и оценка качества моделей (2 ч)

Машинное обучение как направление искусственного интеллекта. Типы задач: обучение с учителем, без учителя, с подкреплением. Формальная постановка задачи обучения с учителем: объекты, признаки, целевая переменная, функция потерь, эмпирический риск. Задачи классификации и регрессии. Подготовка данных: сбор, очистка, обработка пропусков и выбросов, кодирование категориальных признаков, масштабирование, конструирование признаков. Линейная и полиномиальная регрессия, метод наименьших квадратов. Логистическая регрессия. Метод k ближайших соседей. Наивный байесовский классификатор. Деревья решений, критерии ветвления. Метод опорных векторов и понятие ядра. Обобщающая способность, недообучение и переобучение, компромисс между смещением и разбросом. Регуляризация. Разбиение выборки, кросс-валидация, подбор гиперпараметров. Метрики качества классификации и регрессии, матрица ошибок, ROC-кривая. Проблема несбалансированных данных.

Тема 5. Обучение без учителя, снижение размерности и ансамблевые методы (2 ч)

Постановка задач обучения без учителя. Кластеризация: метод k-средних, иерархическая кластеризация, плотностные алгоритмы, спектральная кластеризация. Меры расстояния и меры качества кластеризации, выбор числа кластеров. Поиск аномалий и его применение в задачах мониторинга. Ассоциативные правила и алгоритмы их поиска. Снижение размерности: метод главных компонент, сингулярное разложение, методы нелинейного снижения размерности и визуализации данных. Отбор признаков. Ансамблевые методы: бэггинг, случайный лес, бустинг, градиентный бустинг над решающими деревьями, стекинг. Отечественные реализации градиентного бустинга и библиотеки автоматизированного машинного обучения. Интерпретируемость моделей и оценка важности признаков.

Тема 6. Искусственные нейронные сети: архитектуры и алгоритмы обучения (2 ч)

Биологическая аналогия и формальная модель нейрона. Персептрон и его обучение, теорема о сходимости, ограничения однослойного персептрона. Многослойный персептрон, функции активации, их свойства и выбор. Прямое распространение сигнала. Функции потерь для задач классификации и регрессии. Алгоритм обратного распространения ошибки. Методы оптимизации: градиентный спуск и его модификации, стохастический градиентный спуск, метод импульсов, адаптивные методы. Проблемы затухающих и взрывающихся градиентов. Инициализация весов, нормализация по мини-батчам. Методы регуляризации нейронных сетей: прореживание (dropout), ранняя остановка, аугментация данных. Подбор архитектуры и гиперпараметров. Вычислительные особенности обучения нейронных сетей и применение графических ускорителей.

Тема 7. Глубокое обучение: сверточные, рекуррентные сети и архитектура «трансформер» (2 ч)

Понятие глубокого обучения и иерархического представления признаков. Сверточные нейронные сети: операция свертки, фильтры, шаг и дополнение, слои подвыборки, полносвязные слои. Типовые архитектуры сверточных сетей и их эволюция, остаточные связи. Рекуррентные нейронные сети: развертка по времени, обучение на последовательностях, архитектуры с долгой краткосрочной памятью и управляемыми рекуррентными блоками. Механизм внимания и архитектура «трансформер»: самовнимание, многоголовое внимание, позиционное кодирование. Автокодировщики и вариационные автокодировщики. Генеративно-сопоставительные сети. Диффузионные модели (обзорно). Перенос обучения и дообучение предобученных моделей. Форматы представления и оптимизация моделей для развертывания на устройствах с ограниченными ресурсами.

Тема 8. Компьютерное зрение, обработка естественного языка и большие языковые модели (2 ч)

Задачи компьютерного зрения: классификация изображений, детектирование и сегментация объектов, распознавание лиц, анализ видеопотока. Предобработка изображений и аугментация. Обзор моделей детектирования объектов и их применение в системах видеонаблюдения и умных пространств. Задачи обработки естественного языка: токенизация, лемматизация, векторные представления слов, классификация текстов, извлечение именованных сущностей, машинный перевод, вопросно-ответные системы. Языковые модели: от статистических моделей к нейросетевым. Большие языковые модели: принципы построения, предварительное обучение

и дообучение, обучение с обратной связью от человека. Проектирование запросов и генерация с опорой на поиск по документам. Ограничения больших языковых моделей: галлюцинации, устаревание знаний, чувствительность к формулировкам. Мультимодальные модели. Речевые технологии: распознавание и синтез речи.

Тема 9. Инженерия систем искусственного интеллекта. Доверенный ИИ и нормативное регулирование (2 ч)

Жизненный цикл системы искусственного интеллекта: постановка задачи, сбор и разметка данных, разработка и обучение модели, валидация, внедрение, эксплуатация и сопровождение. Архитектура промышленных систем искусственного интеллекта. Управление данными и версионирование моделей. Практики MLOps: воспроизводимость экспериментов, автоматизация обучения и развертывания, мониторинг качества моделей в эксплуатации, обнаружение дрейфа данных. Развертывание моделей в виде сервисов и на периферийных устройствах. Оценка вычислительных ресурсов и стоимости эксплуатации. Доверенный искусственный интеллект: требования к качеству, надежности, устойчивости и объяснимости. Методы объяснимого искусственного интеллекта. Состязательные атаки на модели и защита от них. Этические аспекты применения искусственного интеллекта, проблема смещения в данных. Нормативное регулирование и стандартизация в области искусственного интеллекта в Российской Федерации. Защита персональных данных при обработке обучающих выборок. Тенденции развития систем искусственного интеллекта.

3.3.2 Содержание лабораторных занятий (36 часов)

Лабораторная работа № 1. Инструментальные средства разработки систем искусственного интеллекта (4 ч)

Настройка рабочего окружения для разработки интеллектуальных систем: интерпретатор языка программирования, менеджер пакетов, интерактивная среда вычислений. Изучение библиотек обработки и визуализации данных. Загрузка учебного набора данных, первичный анализ, построение описательных статистик и графиков распределений. Оформление отчета в виде вычислительного документа.

Лабораторная работа № 2. Разработка экспертной системы на основе продукционной модели знаний (4 ч)

Формализация знаний выбранной предметной области в виде набора продукционных правил. Разработка базы знаний и механизма прямого и

обратного вывода. Реализация подсистемы объяснения полученного заключения. Тестирование системы на контрольных примерах и анализ конфликтов правил.

Лабораторная работа № 3. Реализация алгоритмов поиска решений в пространстве состояний (4 ч)

Формализация задачи в терминах пространства состояний. Программная реализация алгоритмов поиска в ширину, в глубину и алгоритма A^* с различными эвристическими функциями. Сравнительный анализ алгоритмов по числу раскрытых вершин, длине найденного решения и времени работы. Реализация минимаксного алгоритма с альфа-бета отсечением для игровой задачи.

Лабораторная работа № 4. Подготовка данных и построение моделей обучения с учителем (4 ч)

Очистка набора данных, обработка пропусков и выбросов, кодирование категориальных признаков и масштабирование. Разбиение выборки на обучающую и тестовую части. Построение моделей классификации и регрессии, подбор гиперпараметров с применением кросс-валидации. Расчет метрик качества, построение матрицы ошибок и ROC-кривой, интерпретация результатов.

Лабораторная работа № 5. Кластеризация, снижение размерности и ансамблевые методы (4 ч)

Кластеризация набора данных методом k-средних и иерархическим методом, обоснование выбора числа кластеров. Снижение размерности методом главных компонент и визуализация структуры данных. Построение ансамблевых моделей на основе случайного леса и градиентного бустинга. Оценка важности признаков и сравнение качества моделей с базовыми алгоритмами.

Лабораторная работа № 6. Разработка и обучение искусственной нейронной сети (4 ч)

Построение многослойной нейронной сети средствами библиотеки глубокого обучения. Выбор функций активации, функции потерь и метода оптимизации. Обучение сети, контроль кривых обучения, диагностика переобучения. Применение методов регуляризации и нормализации, сравнение результатов при различных значениях гиперпараметров.

Лабораторная работа № 7. Сверточные нейронные сети в задачах компьютерного зрения (4 ч)

Подготовка и аугментация набора изображений. Построение и обучение сверточной нейронной сети для задачи классификации изображений. Применение переноса обучения на основе предобученной модели и сравнение результатов с сетью, обученной с нуля. Анализ ошибок классификации и визуализация признаков, выделяемых сетью.

Лабораторная работа № 8. Обработка естественного языка и применение предобученных языковых моделей (4 ч)

Предобработка текстового корпуса: токенизация, нормализация, построение векторных представлений. Решение задачи классификации текстов классическими методами и с применением предобученной языковой модели. Извлечение именованных сущностей. Исследование влияния формулировки запроса на результат работы генеративной языковой модели, оценка достоверности полученных ответов.

Лабораторная работа № 9. Развертывание и сопровождение модели машинного обучения (4 ч)

Сохранение и версионирование обученной модели. Разработка программного интерфейса для доступа к модели и развертывание ее в виде сервиса, в том числе с применением контейнеризации. Организация журналирования запросов и мониторинга качества предсказаний. Моделирование дрейфа данных и оценка деградации качества модели, планирование ее переобучения.

3.3.3 Содержание самостоятельной работы обучающихся (90 часов)

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды деятельности:

- проработка конспектов лекций и изучение разделов дисциплины, вынесенных на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе и электронным образовательным ресурсам;
- изучение документации на программные библиотеки машинного обучения и глубокого обучения, в том числе документации на английском языке;
- изучение национальных стандартов в области систем искусственного интеллекта и документов, определяющих требования к доверенным интеллектуальным системам;

- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, оформление отчетов;
- выполнение индивидуального задания по разработке модели машинного обучения для заданной прикладной задачи;
- изучение и реферирование научных публикаций по современным методам искусственного интеллекта;
- подготовка обзора (реферата) по одному из направлений применения технологий искусственного интеллекта;
- подготовка к тестированию и к экзамену.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
3. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных».
4. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года).
5. Приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника» (Зарегистрировано в Минюсте России 10 октября 2017 г. № 48489).
6. Академический учебный план. Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Информационные системы умных пространств. Форма обучения: очная.
7. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (утверждено приказом Московского Политеха от 01.12.2022 № 1375ОД).

8. ГОСТ Р 59276-2020. Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения.
9. ГОСТ Р 59277-2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта.
10. ГОСТ Р 59898-2021. Оценка качества систем искусственного интеллекта. Общие положения.
11. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств.

4.2 Основная литература

1. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг ; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва : Вильямс, 2018. — 1408 с.
2. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с.
3. Николенко, С. И. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / С. И. Николенко, А. А. Кадурын, Е. О. Архангельская. — Санкт-Петербург : Питер, 2018. — 480 с.
4. Ясницкий, Л. Н. Интеллектуальные системы : учебник / Л. Н. Ясницкий. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 221 с.
5. Осипов, Г. С. Методы искусственного интеллекта / Г. С. Осипов. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 296 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Хайкин, С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин ; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва : Вильямс, 2016. — 1104 с.
2. Мюллер, А. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными / А. Мюллер, С. Гвидо ; пер. с англ. — Москва : Вильямс, 2017. — 480 с.
3. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах ; пер. с англ. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с.
4. Бурков, А. Машинное обучение без лишних слов / А. Бурков ; пер. с англ. — Санкт-Петербург : Питер, 2020. — 192 с.
5. Джулли, А. Библиотека Keras — инструмент глубокого обучения / А. Джулли, С. Пал ; пер. с англ. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 294 с.

6. Гэрон, О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow / О. Гэрон ; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва : Диалектика, 2020. — 1040 с.
7. Джарратано, Дж. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Дж. Джарратано, Г. Райли ; пер. с англ. — 4-е изд. — Москва : Вильямс, 2007. — 1152 с.
8. Люгер, Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Дж. Ф. Люгер ; пер. с англ. — 4-е изд. — Москва : Вильямс, 2005. — 864 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс в ЛМС Московского политехнического университета. — <https://lms.mospolytech.ru/>
2. Официальная документация библиотеки scikit-learn. — <https://scikit-learn.org/stable/documentation.html>
3. Официальная документация библиотеки PyTorch. — <https://pytorch.org/docs/>
4. Официальная документация библиотеки TensorFlow. — https://www.tensorflow.org/api_docs
5. Официальная документация библиотеки OpenCV. — <https://docs.opencv.org/>
6. Портал «Технический комитет по стандартизации № 164 “Искусственный интеллект”». — <https://www.tc164.ru/>
7. Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта. — <https://ethics.a-ai.ru/>
8. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. — <https://reestr.digital.gov.ru/>
9. Электронно-библиотечная система «Лань». — <https://e.lanbook.com/>
10. Электронно-библиотечная система «Юрайт». — <https://urait.ru/>

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 10 (или выше) — Microsoft Open License.
2. Офисные приложения Microsoft Office 2016 (или выше) — Microsoft Open License.
3. Интерпретатор языка программирования Python — свободно распространяемое ПО (лицензия PSF).

4. Интерактивная среда вычислений Jupyter Notebook (JupyterLab) — свободно распространяемое ПО (лицензия BSD).
5. Библиотеки обработки и анализа данных NumPy, pandas, Matplotlib — свободно распространяемое ПО (лицензия BSD).
6. Библиотека машинного обучения scikit-learn — свободно распространяемое ПО (лицензия BSD).
7. Библиотеки глубокого обучения PyTorch и TensorFlow (Keras) — свободно распространяемое ПО (лицензии BSD и Apache 2.0).
8. Библиотека компьютерного зрения OpenCV — свободно распространяемое ПО (лицензия Apache 2.0).
9. Библиотека градиентного бустинга CatBoost — отечественное свободно распространяемое ПО (лицензия Apache 2.0).
10. Библиотека обработки естественного языка DeepPavlov — отечественное свободно распространяемое ПО (лицензия Apache 2.0).
11. Средства контейнеризации Docker — свободно распространяемое ПО (лицензия Apache 2.0).
12. Редактор Visual Studio Code и система контроля версий Git — свободно распространяемое ПО.

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения всех видов занятий необходимо презентационное оборудование (мультимедийный проектор, компьютер, экран) — 1 комплект.

Для проведения лабораторных занятий необходимо наличие компьютерного класса, оборудованного современной вычислительной техникой из расчета одно рабочее место на одного обучающегося, а также следующего материально-технического обеспечения:

- персональные компьютеры с объемом оперативной памяти не менее 16 ГБ и установленным программным обеспечением для разработки систем искусственного интеллекта — из расчета одно рабочее место на одного обучающегося;
- вычислительный сервер с графическими ускорителями (или доступ к вычислительным ресурсам центра обработки данных университета) для обучения моделей глубокого обучения;
- локальная вычислительная сеть с доступом к вычислительному серверу и к сети Интернет;

- доступ к электронной информационно-образовательной среде университета, электронно-библиотечным системам и открытым наборам данных;
- веб-камеры и наборы изображений для выполнения заданий по компьютерному зрению — не менее одного комплекта на два рабочих места.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы — теоретические сведения, примеры программного кода, наборы данных и задания для лабораторных работ, а также заранее проверить работоспособность программного обеспечения и доступность вычислительных ресурсов, необходимых для обучения моделей.

При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия. Лабораторные работы целесообразно выстраивать по принципу последовательного усложнения: от классических методов представления знаний и поиска решений к моделям машинного и глубокого обучения и далее к вопросам развертывания и сопровождения моделей, что формирует у обучающихся представление о полном жизненном цикле системы искусственного интеллекта.

При проверке работ и отчетов следует учитывать не только достигнутые значения метрик качества, но и корректность постановки эксперимента, обоснованность выбора модели и метода подготовки данных, отсутствие утечки данных между обучающей и тестовой выборками, а также способность обучающегося интерпретировать полученные результаты и оценить ограничения построенной модели.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи с учебным планом. Основой теоретической подготовки обучающихся являются лекции.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты лекций, изучают документацию на применяемые программные библиотеки и научные публикации, готовятся к защите лабораторных работ и к экзамену, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

Особое внимание при подготовке следует уделять практической работе с данными и моделями: самостоятельному воспроизведению учебных примеров, исследованию влияния гиперпараметров на качество обучения, анализу ошибок моделей, а также критической оценке результатов, получаемых с применением генеративных моделей.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

- подготовка к решению прикладных задач;
- выполнение и защита лабораторных работ, оформление отчетов;
- выполнение индивидуального задания по разработке модели машинного обучения;
- подготовка домашних работ и их защита;
- подготовка обзора (реферата) по направлениям применения технологий искусственного интеллекта;
- тест;
- экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

Показатель	2	3	4	5
знать: основные понятия и направления искусственного интеллекта, модели представления знаний, методы поиска решений, математические основы и алгоритмы машинного обучения, архитектуры нейронных сетей, требования к доверенным системам искусственного интеллекта	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие указанных знаний	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие указанных знаний, освещена основная, наиболее важная часть материала, допущена одна значительная ошибка или неточность	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных знаний, допускаются 2—3 несущественные ошибки и неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных знаний, свободно оперирует материалом дисциплины
уметь: формализовать прикладную задачу в терминах методов искусственного интеллекта, подготавливать данные, выбирать, обучать и настраивать модели, оценивать качество полученных решений и интерпретировать результаты	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять указанные действия	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие указанных умений, испытывает значительные затруднения при переносе умений на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных умений, допускает незначительные ошибки и неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных умений, уверенно применяет их в нестандартных ситуациях
владеть: навыками разработки программных компонентов систем	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет	Обучающийся владеет указанными навыками, но допускаются значительные	Обучающийся частично владеет указанными навыками, допускаются	Обучающийся в полном объеме владеет указанными навыками, свободно

Показатель	2	3	4	5
искусственного интеллекта с применением современных библиотек, проведения вычислительных экспериментов, развертывания и сопровождения обученных моделей	указанными навыками	ошибки, проявляется недостаточность навыков по ряду показателей	незначительные ошибки и затруднения при аналитических операциях	оперирует приобретенным и знаниями

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю), методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Описание
отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Все лабораторные работы выполнены и защищены, индивидуальное задание выполнено в полном объеме. Присутствовал более чем на $\frac{3}{4}$ занятий по дисциплине.
хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное, но правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо при

Шкала оценивания	Описание
	этом были допущены 2—3 несущественные ошибки. Присутствовал более чем на $\frac{3}{4}$ занятий по дисциплине.
удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. Присутствовал более чем на $\frac{1}{2}$ занятий по дисциплине.
неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Список вопросов для экзамена

1. Искусственный интеллект как научное направление: определения, предмет и задачи.
2. История развития искусственного интеллекта. Символьный и коннекционистский подходы.
3. Тест Тьюринга и проблема оценки интеллектуальности систем.
4. Классификация систем искусственного интеллекта. Слабый и сильный искусственный интеллект.
5. Агентный подход. Рациональный агент и его архитектура.
6. Области применения технологий искусственного интеллекта. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта в Российской Федерации.
7. Данные, информация и знания. Декларативные и процедурные знания.
8. Продукционная модель представления знаний. Прямой и обратный вывод.

9. Логическая модель представления знаний. Метод резолюций.
10. Семантические сети и фреймы. Онтологии и их применение.
11. Представление знаний в условиях неопределенности. Коэффициенты уверенности и байесовский подход.
12. Нечеткие множества и нечеткий логический вывод.
13. Экспертные системы: назначение, структура, этапы разработки.
14. Извлечение и формализация знаний. Задачи инженера по знаниям.
15. Постановка задачи поиска решения в пространстве состояний.
16. Неинформированный поиск: поиск в ширину, в глубину, с итеративным углублением.
17. Критерии оценки алгоритмов поиска: полнота, оптимальность, сложность.
18. Эвристический поиск. Алгоритм A^* и свойства эвристических функций.
19. Методы локального поиска: восхождение к вершине, имитация отжига.
20. Генетические алгоритмы: основные операторы и схема работы.
21. Игровые деревья. Минимаксный алгоритм и альфа-бета отсечение.
22. Задачи удовлетворения ограничений и методы их решения.
23. Марковские процессы принятия решений. Основные понятия обучения с подкреплением.
24. Машинное обучение: типы задач и общая постановка задачи обучения с учителем.
25. Подготовка данных: обработка пропусков и выбросов, кодирование признаков, масштабирование.
26. Конструирование и отбор признаков.
27. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов.
28. Логистическая регрессия как модель классификации.
29. Метод k ближайших соседей. Влияние выбора метрики и параметра k .
30. Наивный байесовский классификатор.
31. Деревья решений: критерии ветвления, достоинства и недостатки.
32. Метод опорных векторов. Понятие ядра.
33. Обобщающая способность модели. Недообучение и переобучение. Регуляризация.
34. Компромисс между смещением и разбросом.
35. Разбиение выборки, кросс-валидация, подбор гиперпараметров.
36. Метрики качества классификации. Матрица ошибок и ROC-кривая.

37. Метрики качества регрессии. Особенности работы с несбалансированными данными.
38. Кластеризация: метод k-средних и иерархическая кластеризация.
39. Плотностные алгоритмы кластеризации. Меры качества кластеризации.
40. Задача поиска аномалий и методы ее решения.
41. Снижение размерности. Метод главных компонент.
42. Ансамблевые методы: бэггинг и случайный лес.
43. Бустинг и градиентный бустинг над решающими деревьями. Стекинг.
44. Интерпретируемость моделей и оценка важности признаков.
45. Формальная модель нейрона. Персептрон и его ограничения.
46. Многослойный персептрон. Функции активации и их выбор.
47. Алгоритм обратного распространения ошибки.
48. Методы оптимизации при обучении нейронных сетей. Стохастический градиентный спуск и адаптивные методы.
49. Проблемы затухающих и взрывающихся градиентов. Инициализация весов и нормализация.
50. Методы регуляризации нейронных сетей: прореживание, ранняя остановка, аугментация данных.
51. Сверточные нейронные сети: операция свертки, слои подвыборки, типовые архитектуры.
52. Рекуррентные нейронные сети. Архитектуры с долгой краткосрочной памятью.
53. Механизм внимания и архитектура «трансформер».
54. Автокодировщики и генеративно-сопоставительные сети.
55. Перенос обучения и дообучение предобученных моделей.
56. Задачи компьютерного зрения: классификация, детектирование, сегментация.
57. Задачи обработки естественного языка. Векторные представления слов.
58. Большие языковые модели: принципы построения, обучение и дообучение.
59. Ограничения больших языковых моделей. Проектирование запросов и генерация с опорой на поиск.
60. Жизненный цикл системы искусственного интеллекта. Практики MLOps.
61. Развертывание моделей машинного обучения. Мониторинг качества и дрейф данных.

62. Доверенный искусственный интеллект: требования, объяснимость, устойчивость.
63. Состязательные атаки на модели машинного обучения и защита от них.
64. Этические и правовые аспекты применения искусственного интеллекта. Стандартизация в области систем искусственного интеллекта.

7.3.2 Примерные темы индивидуальных заданий и обзоров

- Разработка модели классификации для заданной прикладной предметной области.
- Сравнительный анализ алгоритмов машинного обучения для задачи прогнозирования временных рядов.
- Применение сверточных нейронных сетей для задачи распознавания объектов на изображениях.
- Исследование влияния гиперпараметров нейронной сети на качество и скорость обучения.
- Сравнительный анализ отечественных библиотек и платформ машинного обучения.
- Применение больших языковых моделей для обработки документов: возможности и ограничения.
- Методы объяснимого искусственного интеллекта и их применение при анализе моделей.
- Организация мониторинга качества модели машинного обучения в эксплуатации.
- Применение технологий искусственного интеллекта в системах умных пространств и Интернета вещей.
- Оценка соответствия системы искусственного интеллекта требованиям национальных стандартов.