

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.05.2026 15:14:31
Уникальный идентификатор документа:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Факультет искусственного интеллекта

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

Утверждена на заседании ученого
совета РУДН протокол №УС-6
от «11» марта 2024 г.

Открыта приказом ректора РУДН
№188 от «05» апреля 2024 г.

**ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОП ВО)**

Направления подготовки:

**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии;
09.03.03 Прикладная информатика**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль):

**«Искусственный интеллект: разработка и обучение интеллектуальных
систем»**

(наименование ОП ВО)

Образовательная программа разработана в соответствии с требованиями:
ОС ВО РУДН, утвержденных приказом ректора №371 от «21» мая 2021 г.

Уровень образования:

бакалавриат

(бакалавриат/специалитет/магистратура/ординатура – вписать нужное)

Квалификация выпускника:

бакалавр

(квалификация выпускника в соответствии с приказом Минобрнауки России от 12.09.2013 г. №1061)

Срок получения образования по ОП ВО:

4 года

(очная форма обучения)

нет

(очно-заочная форма обучения)

нет

(заочная форма обучения)

Сведения об особенностях реализации программы: **междисциплинарная программа**

Руководитель ОП ВО
Подолько П.М.

Председатель МСII
Сквирский М.С.

Руководитель ОУП
Поддубский А.А.

(подпись)

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

«__» _____ 20__ г.

2026 г.

1. ЦЕЛЬ (МИССИЯ) РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целью реализации программы бакалавриата «Искусственный интеллект: разработка и обучение интеллектуальных систем» является подготовка специалистов топ-уровня, способных к комплексной разработке, внедрению и сопровождению систем искусственного интеллекта на всех этапах их жизненного цикла. Подготовка осуществляется в соответствии с актуальными индустриальными стандартами, требованиями к масштабируемости, отказоустойчивости, информационной безопасности и этичности разрабатываемых решений.

2. АКТУАЛЬНОСТЬ, СПЕЦИФИКА, УНИКАЛЬНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Актуальность образовательной программы «Искусственный интеллект: разработка и обучение интеллектуальных систем» обусловлена переходом экономики к новому технологическому укладу, в котором данные являются ключевым ресурсом, а искусственный интеллект – инструментом создания конкурентоспособных продуктов и услуг. Специфика и уникальность программы определяются следующими факторами:

1) Потребностью в специалистах, способных выстраивать полный жизненный цикл данных. Рост объемов данных требует не просто их анализа, а системной работы по их сбору, очистке, разметке и организации хранения, что является базой для любых ИИ-решений. Программа готовит специалистов, понимающих этот цикл от этапа постановки задачи до ввода модели в эксплуатацию.

2) Переходом от исследований к промышленной эксплуатации ИИ. Технологический прогресс в области ИИ требует инженеров, способных не просто обучить модель в лабораторных условиях, но и интегрировать её в существующую ИТ-инфраструктуру компании, обеспечив её масштабируемость, отказоустойчивость и возможность мониторинга (MLOps).

3) Высоким спросом на специалистов, владеющих современным стеком технологий. Дефицит кадров наблюдается именно в области практического применения фреймворков глубокого обучения, работы с распределенными вычислениями и базами данных, что заложено в содержание дисциплин программы.

4) Необходимостью в специалистах, понимающих контекст применения ИИ. Междисциплинарность ИИ требует от выпускника не только технических навыков, но и умения анализировать предметную область задачи, взаимодействовать с экспертами и оценивать применимость различных подходов (классический ML, глубокое обучение, графы знаний).

5) Потребностью во внедрении ответственного ИИ. Решение этических и социальных вызовов требует от специалистов понимания принципов

объяснимости, интерпретируемости и безопасности моделей, что интегрировано в профильные дисциплины.

Таким образом, программа целенаправленно готовит специалистов, способных не только создавать отдельные компоненты, но и выстраивать законченные, промышленно применимые и социально ответственные системы искусственного интеллекта.

3. ПОТРЕБНОСТЬ РЫНКА ТРУДА В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ПО ПРОФИЛЮ ПРОГРАММЫ

На сегодня потребность рынка труда в подготовке кадров в области ИИ является высокой по нескольким причинам:

1) Технологические инновации. Продолжающиеся инновации в области ИИ требуют специалистов, которые могут разрабатывать и внедрять новые решения.

2) Цифровизация бизнеса. Многие отрасли переходят к цифровым технологиям, что увеличивает спрос на специалистов в области ИИ для оптимизации бизнес-процессов.

3) Анализ больших данных. Способность анализировать большие объемы данных становится критически важной, и специалисты в области ИИ играют ключевую роль в этом процессе.

4) Автоматизация и роботизация. Рост автоматизации и роботизации в производстве и услугах создает спрос на разработчиков ИИ-систем.

5) Конкурентоспособность. Компании стремятся использовать ИИ для повышения своей конкурентоспособности, что требует квалифицированных специалистов. Компании в различных отраслях (финансы, ритейл, промышленность) нуждаются в специалистах, понимающих специфику применения ИИ в их предметной области.

6) Глобальные вызовы. Проблемы, такие как изменение климата и здравоохранение, могут быть решены с помощью ИИ, что создает потребность в специалистах, способных разрабатывать соответствующие решения.

Реализация программы бакалавриата направлена, прежде всего, на удовлетворение указанного спроса и подготовки специалистов, готовых к работе в быстро меняющемся технологическом ландшафте.

4. ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОТЕНЦИАЛЬНЫМ АБИТУРИЕНТАМ

Для успешного освоения программы абитуриент должен обладать навыками системного и абстрактного мышления, иметь прочную математическую базу, включая алгебру, геометрию и начала математического анализа.

Необходимым условием является наличие начальных навыков алгоритмизации и программирования, а также уверенное владение компьютерной техникой на уровне опытного пользователя.

Уровень владения английским языком должен быть не ниже B1, что позволяет работать с технической документацией и профессиональными источниками информации.

5. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Программа реализуется с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

5.2. Язык реализации ОП ВО – русский.

5.3. Информация об организациях-партнерах, участвующих в реализации ОП ВО:

Организация-партнер	Функционал взаимодействия
X5 Tech (якорный партнер)	Научная работа обучающихся, практики, стажировки, разработка новых и актуализация реализуемых образовательных программ, участие высококвалифицированных сотрудников в реализации образовательной программы в качестве преподавателей-практиков.
Сколтех (академический партнер)	
hh.ru	
Сбербанк	
Альфабанк	
Вконтакте	

5.6. Информация о планируемых базах проведения учебных и производственных практик:

Практика	База проведения практики
Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная)	Сколтех, X5 Tech, Яндекс, Сбербанк, Альфабанк, Вконтакте, НИЦ ФНС и др. высокотехнологичные компании (подразделения) в области ИТ.
Эксплуатационная практика (учебная)	
Эксплуатационная практика (производственная)	
Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная)	
Преддипломная практика	

6. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА (ФОРМАЛИЗОВАННЫЙ ПОРТРЕТ ВЫПУСКНИКА)

6.1. Области профессиональной деятельности выпускника, освоившего ОП ВО, в которых он может осуществлять свою профессиональную деятельность:

- 06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки, тестирования, внедрения, эксплуатации программного обеспечения и информационных систем, управления их жизненным циклом).

- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области информатики и вычислительной техники; разработки автоматизированных систем управления производством).

Область	Содержание
Основная	Разработка, обучение, оптимизация, развёртывание и эксплуатация систем искусственного интеллекта и машинного обучения в промышленных информационных системах
Сопутствующая	Проектирование архитектуры ИИ-систем, автоматизация жизненного цикла ML-моделей, обеспечение качества и безопасности программного обеспечения систем ИИ
Исследовательская	Разработка и адаптация алгоритмов машинного и глубокого обучения, исследование генеративных моделей, обеспечение объяснимости и доверия к системам ИИ

6.2. Тип задач профессиональной деятельности, к решению которых готовится выпускник в рамках освоения ОП ВО:

- производственно-технологический.

6.3. Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника ОП ВО, в соответствии с которыми разработана программа:

Код и наименование проф. стандарта	Обобщенные трудовые функции (ОТФ)		Трудовые функции (ТФ)		
	код	наименование ОТФ	наименование ТФ	код	уровень квалиф.
06.001 Программист	D	Разработка требований и проектирование программного обеспечения	Анализ возможностей реализации требований к компьютерному программному обеспечению	D/01.6	6
			Разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие	D/02.6	6
06.004 Специалист по тестированию в области информационных технологий	C	Разработка документов для тестирования ПО и анализ качества тестового покрытия	Верификация требований исходной документации на ПО	C/01.6	6
			Определение требований к тестам	C/02.6	6
			Разработка организационных документов для проведения тестирования проекта, включая план тестирования ПО	C/03.6	6
			Оценка тестов	C/04.6	6
06.015 Специалист по информационным системам	C	Выполнение работ и управление работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	Разработка архитектуры ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС	C/14.6	6
			Разработка прототипов ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС	C/15.6	6
			Проектирование и дизайн ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС	C/16.6	6
			Разработка баз данных ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС	C/17.6	6
			Управление доступом к данным о выполнении работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС	C/31.6	6
			Реализация процесса контроля качества в соответствии с регламентами организации в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС	C/34.6	6
			Закрытие запросов заказчика ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС	C/50.6	6
06.022 Системный аналитик	C	Концептуально-логическое проектирование Системы и сопровождение разработанных проектных решений	Выявление требований к Системе и проектных решений по Системе	C/01.6	6
			Выполнение обследования текущей ситуации	C/02.6	6
			Концептуально-логическое проектирование Системы	C/03.6	6
			Поддержка выбора концепции Системы	C/04.6	6
			Разработка технического задания на Систему	C/05.6	6
			Методическое сопровождение испытаний Системы	C/06.6	6
Базовая модель профессий и компетенций Альянса в сфере искусственного интеллекта			Технический аналитик в ИИ		6
			Data Analyst (Аналитик данных)		
Компетентностно-ролевая модель (KPM)			ML Engineer (Инженер МО)		6
			AI Architect (Архитектор ИИ)		

Код и наименование проф. стандарта	Обобщенные трудовые функции (ОТФ)		Трудовые функции (ТФ)		
	код	наименование ОТФ	наименование ТФ	код	уровень квалиф.
			MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)		
			Data Analyst (Аналитик данных)		

6.4. Реализация образовательной программы направлена на подготовку специалистов топ-уровня в сфере искусственного интеллекта (уровень «ДС»), способных выполнять следующие **профессиональные роли** (ПР; в соответствии с компетентностно-ролевой моделью «КРМ»):

ПР	Уровень	Характеристика
ML Engineer (Инженер МО)	Основная	Практическая реализация, оптимизация и промышленное внедрение моделей машинного обучения. Ядро программы.
AI Architect (Архитектор ИИ)	Основная	Проектирование технической архитектуры систем ИИ, выбор технологического стека, интеграция ИИ-компонентов в корпоративные системы.
MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)	Основная (усиленная)	Автоматизация и операционное управление жизненным циклом ML-моделей, CI/CD для ML-проектов.
Data Analyst (Аналитик данных)	Сопутствующая	Аналитические компетенции формируются как базовый навык для всех трёх основных ролей.

Три основные роли полностью покрывают жизненный цикл ИИ-системы — от проектирования архитектуры до промышленной эксплуатации, что соответствует прикладной направленности программы уровня «ДС».

6.5. Выпускник готов к работе в любой отрасли, внедряющей технологии ИИ, включая, но не ограничиваясь:

Отрасль	Примеры задач
Ритейл и электронная коммерция	Рекомендательные системы, прогнозирование спроса, оптимизация логистики, компьютерное зрение для автоматизации магазинов (профиль X5 Group)
Наука и образование	Разработка новых алгоритмов МО, исследования в области NLP и CV, создание образовательных ИИ-инструментов (профиль Сколтеха)
Финансовый сектор	Скоринговые модели, обнаружение мошенничества, анализ рисков, алгоритмическая торговля
Промышленность	Предиктивное обслуживание, контроль качества (CV), цифровые двойники, оптимизация производственных процессов
Здравоохранение	Анализ медицинских изображений, системы поддержки принятия клинических решений, обработка клинических текстов
ИТ и телеком	Разработка ИИ-платформ, MLOps-инфраструктура, обработка естественного языка, интеллектуальные ассистенты

6.6. Потенциальные работодатели:

Партнёр	Профиль взаимодействия с программой	Типовые позиции для выпускника
X5 Group	Практическая подготовка на проектах партнёра, предоставление реальных бизнес-кейсов (рекомендательные системы, CV для ритейла, прогнозирование спроса), участие в проектировании учебных модулей, менторство студенческих проектов	Junior ML Engineer, Junior Data Scientist, Junior MLOps Engineer, Стажёр в команде AI/ML
Сколтех	Научное руководство исследовательскими проектами, доступ к вычислительной инфраструктуре, совместные исследования в области DL и генеративных моделей, подготовка к поступлению в магистратуру/аспирантуру	Junior ML Researcher, Стажёр-исследователь, Research Engineer

и др.

6.7. Целевые категории работодателей:

Категория	Примеры организаций
Технологические гиганты	Яндекс, Вконтакте, Сбер, Тинькофф, Альфабанк, МТС AI, Мегафон и пр.
ИИ-стартапы и продуктовые компании	ИИ-стартапы и продуктовые компании
Научные и образовательные организации	Сколтех, AIRI, ИСП РАН, ИТМО, ведущие университеты с ИИ-лабораториями
Консалтинг и системная интеграция	Accenture, КРОК, IBS, Ланит, Лаборатория Касперского (AI Security)
Промышленные предприятия с развитыми ИИ-подразделениями	X5 Group, СИБУР, Газпром, Росатом, РЖД, Северсталь и пр.

6.8. Трудовые функции выпускника программы.

6.8.1. Сразу после окончания вуза (Junior-уровень, до 1 года опыта)

ПР	Трудовые функции	Типовые должности
ML Engineer	<p>Реализация ML-моделей по заданным спецификациям с использованием Python, PyTorch, scikit-learn.</p> <p>Разработка и поддержка пайплайнов обработки данных и обучения моделей.</p> <p>Проведение экспериментов: подбор гиперпараметров, кросс-валидация, сравнение моделей.</p> <p>Дообучение (fine-tuning) предобученных моделей для конкретных прикладных задач.</p> <p>Подготовка данных: сбор, очистка, аугментация, feature engineering.</p> <p>Участие в код-ревью и написание документации к ML-компонентам.</p>	Junior ML Engineer, Junior Data Scientist, ML-разработчик (стажёр)
AI Architect	<p>Разработка компонентов архитектуры ИС с элементами ИИ по заданным шаблонам.</p> <p>Выбор и обоснование технологического стека для ML-компонентов.</p> <p>Проектирование API для ML-сервисов, описание интерфейсов и протоколов взаимодействия.</p> <p>Подготовка технических спецификаций и разделов ТЗ на систему ИИ.</p> <p>Участие в интеграции ML-компонентов с корпоративными системами.</p>	Junior Software Architect (AI), Системный аналитик (AI/ML), Junior AI Engineer
MLOps	<p>Настройка окружений для обучения и инференса моделей (Docker, Kubernetes).</p> <p>Автоматизация CI/CD-пайплайнов для ML-проектов.</p> <p>Развёртывание моделей как REST API (FastAPI, Flask).</p> <p>Настройка мониторинга базовых метрик качества моделей в продуктиве.</p> <p>Управление версиями кода (Git), данных (DVC) и моделей (MLflow).</p>	Junior MLOps Engineer, Junior DevOps Engineer (ML), ML Infrastructure Engineer (стажёр)
Data Analyst	<p>Проведение разведочного анализа данных (EDA) и визуализация.</p> <p>Статистический анализ и проверка гипотез.</p> <p>Построение дашбордов для мониторинга ключевых показателей.</p> <p>Подготовка аналитических отчётов для стейкхолдеров.</p> <p>Построение базовых прогнозных моделей.</p>	Junior Data Analyst, Аналитик данных (AI), Младший аналитик

6.8.2. Через 3 года после окончания (Middle-уровень, 3–4 года опыта)

ПР	Трудовые функции	Типовые должности
ML Engineer	<p>Самостоятельное проектирование и реализация ML-решений от постановки задачи до внедрения в продуктив.</p> <p>Разработка нестандартных архитектур нейронных сетей для специфических задач.</p> <p>Оптимизация моделей для промышленного развёртывания (квантизация, прунинг, дистилляция).</p> <p>Менторство младших инженеров, проведение код-ревью.</p> <p>Участие в формировании технической стратегии ML-проектов.</p> <p>Интеграция ML-решений с бизнес-приложениями предприятия.</p>	ML Engineer, Senior ML Engineer, Data Scientist, Tech Lead (ML)
AI Architect	<p>Проектирование полной архитектуры ИИ-системы: от выбора паттернов до развёртывания.</p> <p>Балансировка требований бизнеса, безопасности и производительности.</p> <p>Оценка нагрузки, планирование вычислительных ресурсов.</p>	AI Architect, Solution Architect (AI), Technical Lead,

	Управление техническим долгом и планирование эволюции архитектуры. Техническое руководство небольшими командами разработки. Аудит архитектурных решений на соответствие регуляторным требованиям.	Senior Software Engineer (AI)
MLOps	Проектирование и реализация полного MLOps-цикла: от коммита до продуктива. Настройка автоматического переобучения по триггерам дрейфа. Обеспечение SLA/SLO для ML-сервисов. Оптимизация затрат на вычислительные ресурсы (автоскейлинг, spot-инстансы). Разработка внутренних инструментов для автоматизации ML-процессов. Участие в инцидент-менеджменте и пост-мортемах.	MLOps Engineer, Senior MLOps Engineer, ML Platform Engineer, SRE (ML)
Data Analyst	Самостоятельное проведение комплексного анализа данных для поддержки бизнес-решений. Проектирование и поддержка BI-инфраструктуры. Разработка и валидация прогнозных моделей. Инициирование новых аналитических проектов на основе данных. Взаимодействие с бизнес-заказчиками и перевод бизнес-задач в аналитические.	Senior Data Analyst, BI Analyst, Product Analyst (AI), Analytics Lead

6.9. Характерные результаты деятельности выпускника:

Тип результата	Описание	Примеры
ML-модель в продуктиве	Обученная, оптимизированная и развёрнутая модель машинного обучения, интегрированная в бизнес-процесс предприятия, обеспечивающая заданные метрики качества и производительности	Рекомендательная система для e-commerce (X5 Group), модель предиктивного обслуживания оборудования, система классификации дефектов (CV)
Архитектурное решение ИИ-системы	Документированная архитектура информационной системы с компонентами ИИ: техническое задание, спецификации компонентов, описание интерфейсов, план масштабирования	Архитектура сервиса интеллектуального поиска, проект системы автоматической модерации контента, дизайн платформы для A/B-тестирования ML-моделей
MLOps-инфраструктура	Автоматизированный пайплайн полного цикла ML-модели: от обучения до мониторинга в продуктиве, с обеспечением воспроизводимости, версионирования и контроля качества	CI/CD-пайплайн для ML-моделей, система мониторинга дрейфа данных, автоматизированный процесс переобучения
Исследовательский прототип	Экспериментально валидированный подход к решению задачи ИИ: новая архитектура, метод дообучения, адаптация алгоритма для специфической предметной области	Адаптация трансформерной архитектуры для обработки временных рядов, метод дообучения LLM для доменной задачи, прототип мультимодальной системы
Аналитический продукт	Комплексный анализ данных с выводами и рекомендациями для бизнеса: дашборды, отчёты, прогнозные модели, обоснование решений	Дашборд мониторинга ML-метрик, аналитический отчёт по результатам A/B-теста, система раннего предупреждения о дрейфе данных

Примеры результатов деятельности выпускника в контексте ключевых партнёров:

Партнёр	Характерный результат выпускника
X5 Group	Развёрнутая и работающая в продуктиве модель прогнозирования спроса для сети магазинов: обученная на исторических данных продаж, оптимизированная по задержке инференса, интегрированная в систему управления запасами через REST API, оснащённая мониторингом дрейфа и автоматическим переобучением. Результат снижает потери от списаний и дефицита на X% в пилотной группе магазинов.
Сколтех	Исследовательский прототип нового метода дообучения языковых моделей для научной предметной области: адаптация LoRA/QLoRA с решением проблемы катастрофического забывания, экспериментальная валидация на доменных бенчмарках, опубликованный технический отчёт с описанием подхода и результатов, код в открытом репозитории.

6.10. Уровни готовности технологий (УГТ), характерные ПР выпускника программы:

УГТ	Описание уровня	Роль выпускника	Степень самостоятельности
УГТ-5	Компоненты и макеты подсистем испытаны в условиях, близких к реальным. Технология испытана в моделируемых условиях	Совместно с ведущими инженерами. Выпускник интегрирует разработанную модель с потоками данных, оптимизирует инференс, настраивает контейнерные окружения, подключает инструменты версионирования, участвует в стендовом тестировании	Высокая — выпускник выполняет технические задачи самостоятельно, архитектурные решения согласовывает с ведущим инженером
УГТ-6	Прототип системы продемонстрирован в условиях, близких к реальным. Доказана реализуемость и эффективность технологии	Совместно с ведущими инженерами. Выпускник разрабатывает полнофункциональный прототип: применяет методы оптимизации, внедряет мониторинг качества, автоматизирует CI/CD-пайплайн, балансирует требования бизнеса и безопасности, оценивает нагрузку	Высокая — выпускник создаёт прототип самостоятельно, ведущий инженер валидирует архитектурные решения
УГТ-7	Прототип системы прошёл демонстрацию в эксплуатационных условиях. Решается вопрос о серийном применении	Не является основным ответственным, но выступает младшим инженером. Выпускник обеспечивает поддержку пилотного внедрения: участвует в устранении инцидентов, настраивает алерты на дрейф данных, готовит аналитические отчёты, запускает процессы дообучения	Средняя — выпускник решает конкретные технические задачи, решение о тиражировании принимает ведущий инженер/архитектор
УГТ-8	Штатная система создана и квалифицирована испытаниями. Технология проверена в конечной форме	Не является основным ответственным, но участвует. Выпускник автоматизирует регрессионное тестирование моделей, разрабатывает процедуры безопасного обновления, участвует в аудитах соответствия, утверждает регламенты эксплуатации (под руководством)	Ограниченная — выпускник выполняет отдельные задачи в составе команды, ответственность несёт ведущий инженер/архитектор
УГТ-9	Реальная система работает в условиях реальной эксплуатации. Технология готова к серийному применению	Не является основным ответственным, но участвует. Выпускник контролирует SLA/SLO, участвует в сравнительном тестировании новых версий, проводит анализ инцидентов, оптимизирует затраты на ресурсы, ведёт реестр моделей	Ограниченная — выпускник обеспечивает операционные задачи, стратегические решения принимает руководитель проекта

УГТ по ПР выпускника программы:

УГТ	ML Engineer	AI Architect	MLOps	Data Analyst
УГТ-5	Интегрирует модель с данными, оптимизирует инференс, участвует в нагрузочном тестировании	Собирает схему интеграции ИИ-компонентов, организует стендовое тестирование	Настраивает контейнерные окружения, подключает DVC/MLflow, автоматизирует эксперименты на GPU-кластере	Анализирует результаты стендовых испытаний, оценивает бизнес-эффект, сравнивает конфигурации
УГТ-6	Разрабатывает прототип: оптимизация, мониторинг, автоматизация деплоя	Создаёт полнофункциональный прототип, балансирует требования, оценивает нагрузку	Разрабатывает CI/CD для полного цикла модели, внедряет мониторинг латентности и качества	Разрабатывает дашборды, оценивает прирост метрик на реальном трафике
УГТ-7	Поддержка пилотного внедрения: инциденты, дообучение, сбор данных о работе модели	Принимает решение о готовности к пилоту, готовит ТЗ на доработку, управляет рисками	Настраивает алерты на дрейф, автоматизирует откат (canary/blue-green), ведёт журнал инцидентов	Готовит аналитические отчёты для принятия решения о тиражировании

УГТ	ML Engineer	AI Architect	MLOps	Data Analyst
УГТ-8	Автоматизирует регрессионное тестирование, разрабатывает процедуры безопасного обновления	Участствует в аудитах соответствия, утверждает регламенты эксплуатации	Автоматизирует hot swap моделей, обеспечивает резервное копирование, воспроизводимость	Проверяет соответствие результатов целевым бизнес-метрикам
УГТ-9	Контролирует SLA, участвует в А/В-тестировании версий, анализирует инциденты, оптимизирует затраты	Планирует совершенствование архитектуры, анализирует бизнес-метрики, инициирует вывод устаревших компонентов	Контролирует SLA/SLO, оптимизирует автоскейлинг и затраты, автоматизирует переобучение по триггерам, ведёт реестр моделей	Проводит регулярный анализ эксплуатационных данных, инициирует новые задачи на основе данных

7. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

7.1. Компетентностный профиль выпускника программы:

Блок компетенций	Количество компетенций	Количество индикаторов	Покрытие
Универсальные компетенции (ФГОС ВО, УК)	12	33	100% ОС ВО РУДН
Общепрофессиональные компетенции (интегрированные из двух направлений подготовки, ОПК)	8	24	100% двух ФГОС ВО
Универсальные (надпрофессиональные) компетенции (КРМ, SS)	3	7 из 7	100% из КРМ
Профессиональные (инструментальные) компетенции (КРМ)	20	57 из 73	78% из КРМ
Опережающие компетенции (КРМ, FC)	3	10 из 13	3 из 5 FC формируются
Дополнительные профессиональные компетенции (ПК)	3	9	По требованиям проф. стандартов

7.2. По окончании освоения ОП ВО выпускник должен обладать следующими **УНИВЕРСАЛЬНЫМИ** компетенциями (УК):

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

УК-4. Способен к коммуникации в межличностном и межкультурном взаимодействии на русском как иностранном и иностранном(ых) языке(ах) на основе владения взаимосвязанными и взаимозависимыми видами репродуктивной и продуктивной иноязычной речевой деятельности, такими как аудирование, говорение, чтение, письмо и перевод в повседневно-бытовой, социокультурной, учебно-профессиональной, официально-деловой и научной сферах общения.

УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.

УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.

УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности.

УК-12. Способен:

- искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;

- проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.

МАТРИЦА ФОРМИРОВАНИЯ УК:

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
Блок 1. Дисциплины (модули)			
Обязательная часть			
Б1.О.01	Базовая компонента		
Б1.О.01.01	Базовый модуль "Гуманитарные дисциплины, БЖД, физическая культура"		
Б1.О.01.01.01	История России	УК-5.1. Интерпретирует историю России в контексте мирового исторического развития	Изучение ключевых этапов российской истории, их причинно-следственных связей с мировыми процессами формирует способность воспринимать межкультурное разнообразие в социально-историческом контексте
Б1.О.01.01.02	Основы российской государственности	УК-5.2. Придерживается принципов недискриминационного взаимодействия при личном и массовом общении в целях выполнения профессиональных задач и усиления социальной интеграции	Изучение основ конституционного строя, гражданских прав и свобод, принципов социальной интеграции в многонациональном государстве
		УК-11.2. Планирует, организует и проводит мероприятия, обеспечивающие формирование гражданской позиции и предотвращение коррупции в обществе	Осмысление роли гражданского общества, институтов государственной власти, механизмов общественного контроля как основы

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
			формирования активной гражданской позиции
Б1.О.01.01.03	История религий России	УК-5.3. Учитывает при социальном и профессиональном общении по заданной теме историческое наследие и социокультурные традиции различных социальных групп, этносов и конфессий, включая мировые религии, философские и этические учения	Систематическое изучение мировых религий, их роли в формировании культурного ландшафта России, принципов межконфессионального диалога
Б1.О.01.01.04	Русский язык и культура речи	УК-4.1. Знает принципы построения устного и письменного высказывания на государственном и иностранном языках; требования к деловой устной и письменной коммуникации	Изучение норм современного русского литературного языка, требований к деловой, научной и публицистической речи на государственном языке
		УК-4.2. Умеет применять на практике устную и письменную деловую коммуникацию	Развитие навыков грамотного оформления документов, публичных выступлений, аргументированного изложения позиции на русском языке
Б1.О.01.01.05	Правоведение	УК-2.1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения	Изучение основ гражданского, трудового, информационного права, правового регулирования в сфере ИТ и интеллектуальной собственности
		УК-10.1. Знает основные понятия социально-экономических наук и правила принятия решений в различных областях жизнедеятельности	Изучение правовых основ экономической деятельности, договорных отношений, ответственности сторон
		УК-11.1. Анализирует действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности, а также способы профилактики коррупции и формирования нетерпимого отношения к ней	Изучение антикоррупционного законодательства, норм противодействия экстремизму и терроризму, способов профилактики правонарушений
Б1.О.01.01.06	Философия	УК-3.1. Знает типологию и факторы формирования команд, способы социального взаимодействия	Философское осмысление природы коллективного действия, диалектики индивидуального и коллективного, этических оснований сотрудничества
		УК-5.3. Учитывает при социальном и профессиональном общении по заданной теме историческое наследие и социокультурные традиции различных социальных групп, этносов и конфессий, включая мировые религии, философские и этические учения	Изучение основных философских систем и этических концепций как фундамента понимания межкультурного разнообразия и ценностных различий

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		УК-9.1. Обладает базовыми дефектологическими знаниями в социальных и профессиональных сферах	Философское осмысление проблем человеческого разнообразия, инклюзии, равенства и справедливости в контексте социальной и профессиональной деятельности
Б1.О.01.01.07	Основы военной подготовки. Безопасность жизнедеятельности	УК-8.1. Знает причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций; основы безопасности жизнедеятельности, телефоны служб спасения	Изучение классификации опасностей, поражающих факторов, средств индивидуальной и коллективной защиты, алгоритмов экстренного реагирования
		УК-8.2. Умеет выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности для обучающегося и принимать меры по её предупреждению в условиях образовательного учреждения; оказывать первую помощь в чрезвычайных ситуациях	Формирование практических навыков оценки угроз, алгоритмов действий при ЧС, приёмов оказания первой доврачебной помощи
		УК-8.3. Владеет методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками поддержания безопасных условий жизнедеятельности	Освоение методик оценки рисков, прогнозирования развития ЧС, поддержания безопасных условий в образовательной и профессиональной среде
		УК-11.1. Анализирует действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности, а также способы профилактики коррупции и формирования нетерпимого отношения к ней	Изучение законодательства в сфере обороны и безопасности, правовых основ военной службы, нормативных актов по противодействию терроризму и экстремизму
		УК-11.3. Соблюдает правила общественного взаимодействия на основе соблюдения действующего законодательства и нетерпимого отношения к коррупции	Формирование гражданской позиции, осознание личной ответственности за обеспечение безопасности общества и государства
Б1.О.01.01.08	Физическая культура	УК-7.1. Знает виды физических упражнений; научно-практические основы физической культуры и здорового образа и стиля жизни	Изучение теоретических основ физического воспитания, принципов тренировки, влияния физической активности на здоровье и работоспособность
Б1.О.01.02	Базовый модуль "Математика для искусственного интеллекта"		
Б1.О.01.02.01	Линейная алгебра	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач	Формирование навыков абстрагирования, формализации задач через матричные и векторные структуры, систематизации информации в строгой математической форме
Б1.О.01.02.02	Дискретная математика	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики	Развитие навыков логического вывода, классификации объектов, формализации дискретных

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		системного подхода для решения профессиональных задач	структур, применения комбинаторного и графового подходов к анализу задач
Б1.О.01.02.03	Математический анализ	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач	Формирование культуры строгого математического рассуждения, навыков анализа предельных процессов, обобщения частных случаев до общих закономерностей
Б1.О.01.02.04	Теория вероятностей и математическая статистика	УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	Формирование навыков статистического обоснования выводов, оценки данных в условиях неопределённости, выбора адекватных методов анализа
Б1.О.01.02.05	Численная линейная алгебра		
Б1.О.01.02.06	Дифференциальные уравнения		
Б1.О.01.03	Базовый модуль "Программирование"		
Б1.О.01.03.01	История и теория программирования		
Б1.О.01.03.02	Программирование на языке Python	УК-12.1. Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	Освоение практических навыков автоматизации сбора, обработки и анализа данных из различных источников с использованием средств языка Python и его библиотек
Б1.О.01.03.03	Программирование на языке C++		
Б1.О.01.03.04	Параллельное и распределенное программирование		
Б1.О.01.04	Базовый модуль "Введение в искусственный интеллект"		
Б1.О.01.04.01	Введение в искусственный интеллект	УК-12.1. Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	Формирование понимания возможностей и ограничений цифровых инструментов и интеллектуальных систем для поиска, обработки и анализа информации
Б1.О.01.04.02	Искусственный интеллект и когнитивная психология	УК-3.2. Умеет действовать в духе сотрудничества; принимать решения с соблюдением этических принципов их реализации; проявлять уважение	Понимание когнитивных особенностей людей, факторов эффективной коммуникации и мотивации, влияющих на командное взаимодействие

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		к мнению и культуре других; определять цели и работать в направлении личностного, образовательного и профессионального роста	
		УК-9.1. Обладает базовыми дефектологическими знаниями в социальных и профессиональных сферах	Изучение когнитивных различий, особенностей восприятия и обработки информации людьми с различными когнитивными профилями, понимание нейроразнообразия
Б1.О.01.04.03	Этика и безопасность использования искусственного интеллекта	УК-2.1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения	Изучение нормативно-этических рамок разработки и внедрения ИИ-систем, регуляторных требований, стандартов ответственного ИИ
		УК-3.2. Умеет действовать в духе сотрудничества; принимать решения с соблюдением этических принципов их реализации; проявлять уважение к мнению и культуре других; определять цели и работать в направлении личностного, образовательного и профессионального роста	Формирование навыков этической рефлексии при проектировании ИИ, учёт интересов всех заинтересованных сторон
		УК-5.2. Придерживается принципов недискриминационного взаимодействия при личном и массовом общении в целях выполнения профессиональных задач и усиления социальной интеграции	Изучение проблем алгоритмической предвзятости (bias), методов предотвращения дискриминации в ИИ-системах, обеспечения справедливости моделей
		УК-5.3. Учитывает при социальном и профессиональном общении по заданной теме историческое наследие и социокультурные традиции различных социальных групп, этносов и конфессий, включая мировые религии, философские и этические учения	Понимание культурных и ценностных различий при проектировании ИИ для мультикультурного общества, этических ограничений в различных социальных контекстах
		УК-9.2. Умеет дифференцированно использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	Проектирование ИИ-систем с учётом инклюзивности и доступности для пользователей с ограниченными возможностями здоровья
		УК-11.3. Соблюдает правила общественного взаимодействия на основе соблюдения действующего законодательства и нетерпимого отношения к коррупции	Формирование нетерпимого отношения к использованию ИИ в противоправных целях, ответственное профессиональное поведение разработчика
		Б1.О.01.04.04	Методы разработки решений на основе

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
	искусственного интеллекта (Git, Docker)	решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	контейнеризации как средств планирования, декомпозиции задач и организации процесса разработки ИИ-решений
		УК-12.1. Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	Практическое освоение систем контроля версий (Git), контейнеризации (Docker) как профессиональных цифровых инструментов организации и воспроизводимости разработки
Б1.О.01.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык	УК-4.1. Знает принципы построения устного и письменного высказывания на государственном и иностранном языках; требования к деловой устной и письменной коммуникации	Изучение грамматических и лексических норм, речевых моделей повседневного и учебного общения на иностранном языке
		УК-4.2. Умеет применять на практике устную и письменную деловую коммуникацию	Развитие навыков аудирования, говорения, чтения и письма в повседневной, социокультурной и учебно-профессиональной сферах
		УК-4.3. Владеет методикой составления суждения в межличностном деловом общении на государственном и иностранном языках, с применением адекватных языковых форм и средств	Формирование межкультурной коммуникативной компетенции через практику устного и письменного общения на иностранном языке
Б1.О.02	Вариативная компонента		
Б1.О.02.01	Профессиональный модуль "Работа с данными"		
Б1.О.02.01.01	Алгоритмы и структуры данных	УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Освоение системного подхода к решению задач, навыков выбора оптимальных алгоритмов и структур данных для эффективной обработки информации
Б1.О.02.01.02	Статистические методы и первичный анализ данных	УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	Формирование навыков первичной обработки данных, выбора статистических критериев, интерпретации результатов анализа
		УК-12.2. Способен проводить оценку информации, её достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	Освоение методов проверки статистических гипотез, оценки значимости результатов, выявления аномалий и недостоверных данных
Б1.О.02.01.03	Введение в базы данных	УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической	Освоение методов проектирования, создания и

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		работы с информационными источниками; методами принятия решений	эффективного использования баз данных как основного инструмента хранения и извлечения структурированной информации
		УК-12.1. Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	Практическое освоение языков запросов (SQL), навыков поиска, фильтрации и агрегации данных в реляционных и нереляционных СУБД
Б1.О.02.01.04	Hadoop, SPARK	УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Освоение технологий распределённой обработки больших массивов данных из разнородных источников, навыков работы с данными в масштабе, превышающем возможности единичного сервера
Б1.О.02.01.05	Онтология и графы знаний	УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	Формирование навыков построения структурированных моделей знаний, систематизации разнородной информации через онтологические представления и графовые структуры
Б1.О.02.02	Профессиональный модуль "Машинное обучение"		
Б1.О.02.02.01	Методы машинного обучения	УК-12.2. Способен проводить оценку информации, её достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	Освоение методов построения моделей на данных, валидации качества предсказаний, интерпретации результатов, принятия обоснованных решений на основе вероятностных выводов
Б1.О.02.02.02	Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)		
Б1.О.02.02.03	Оптимизация моделей машинного обучения	УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	Формирование навыков выбора оптимальных стратегий обучения моделей при ограниченных вычислительных ресурсах, сравнения альтернативных подходов к оптимизации
		УК-10.2. Умеет обосновывать и применять основные положения и методы социально-экономических наук для принятия решений в различных областях жизнедеятельности	Освоение методов оценки соотношения качества модели и вычислительных затрат, экономической целесообразности усложнения архитектуры
Б1.О.02.02.04	MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта	УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости	Освоение полного жизненного цикла промышленных ИИ-систем, планирования инфраструктуры, оценки затрат на развёртывание и поддержку

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		проекта, а также потребности в ресурсах	
		УК-10.2. Умеет обосновывать и применять основные положения и методы социально-экономических наук для принятия решений в различных областях жизнедеятельности	Формирование навыков экономического обоснования инфраструктурных решений (облако vs. on-premise), оценки ROI от внедрения ИИ, оптимизации операционных затрат
Б1.О.02.03	Профессиональный модуль "Глубокое обучение и нейронные сети"		
Б1.О.02.03.01	Основы глубокого обучения		
Б1.О.02.03.02	Нейронные сети		
Б1.О.02.03.03	Безопасность систем искусственного интеллекта	УК-9.3. Владеет навыками применения базовых дефектологических знаний в социальной и профессиональной сферах	Практическое обеспечение доступности и безопасности ИИ-систем для пользователей с ограниченными возможностями, проектирование устойчивых к атакам и сбоям систем с учётом инклюзивности
Б1.О.02.03.04	Практическая подготовка на проектах отраслевых промышленных партнеров	УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	Практическое планирование и реализация ИИ-проектов в реальных бизнес-условиях с учётом требований индустриального партнёра
		УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах	Оценка ресурсов, сроков и бюджетов реальных проектов, управление ожиданиями заказчика
		УК-3.1. Знает типологию и факторы формирования команд, способы социального взаимодействия	Опыт формирования проектных групп для решения задач индустриальных партнёров, понимание ролевых моделей в профессиональных командах
		УК-3.2. Умеет действовать в духе сотрудничества; принимать решения с соблюдением этических принципов их реализации; проявлять уважение к мнению и культуре других; определять цели и работать в направлении личного, образовательного и профессионального роста	Взаимодействие с представителями индустрии, учёт корпоративных стандартов и профессиональной этики партнёров
		УК-3.3. Владеет навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия; методами оценки своих действий, планирования и управления временем	Практика командной работы с дедлайнами, распределением ответственности и совместным принятием решений в реальных проектных условиях
		УК-10.3. Владеет методами для принятия экономических решений в различных областях жизнедеятельности	Работа в реальных бизнес-условиях, где экономическая обоснованность предлагаемых решений является ключевым критерием оценки
Б1.О.02.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный)	УК-4.1. Знает принципы построения устного и	Освоение профессиональной терминологии в области ИИ, норм

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
	язык в профессиональной деятельности	письменного высказывания на государственном и иностранном языках; требования к деловой устной и письменной коммуникации	научного и делового стиля на иностранном языке
		УК-4.2. Умеет применять на практике устную и письменную деловую коммуникацию	Развитие навыков чтения научных статей по ИИ, написания аннотаций и рефератов, ведения профессиональной переписки на иностранном языке
		УК-4.3. Владеет методикой составления суждения в межличностном деловом общении на государственном и иностранном языках, с применением адекватных языковых форм и средств	Формирование навыков профессиональной дискуссии, презентации результатов исследований и разработок на иностранном языке
Часть, формируемая участниками образовательных отношений			
Б1.В.ДВ.01	Прикладная физическая культура	УК-7.2. Умеет применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности; использовать творчески средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни	Практическое применение разнообразных средств физической культуры для укрепления здоровья и психофизической подготовки к профессиональной деятельности
		УК-7.3. Владеет средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования	Систематические практические занятия физической культурой на протяжении 4 семестров, формирование индивидуальной программы физического совершенствования
Б1.В.ДВ.02	Второй иностранный язык (практический курс)	УК-4.1. Знает принципы построения устного и письменного высказывания на государственном и иностранном языках; требования к деловой устной и письменной коммуникации	Изучение базовых грамматических и лексических норм, речевых моделей повседневного общения на втором иностранном языке
		УК-4.2. Умеет применять на практике устную и письменную деловую коммуникацию	Развитие навыков аудирования, говорения, чтения и письма на втором иностранном языке в повседневно-бытовой и социокультурной сферах
		УК-4.3. Владеет методикой составления суждения в межличностном деловом общении на государственном и иностранном языках, с применением адекватных языковых форм и средств	Расширение межкультурной коммуникативной компетенции через практику общения на дополнительном иностранном языке

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
Б1.В.ДВ.03	Междисциплинарный модуль	УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Расширение кругозора за пределы основной специальности, формирование широкого междисциплинарного мышления, удовлетворение индивидуальных образовательных интересов
Б1.В.ДВ.04	Образовательные траектории		
Б1.В.ДВ.04.01	Трек "Компьютерное зрение"		
<i>Б1.В.ДВ.04.01.01</i>	<i>Введение в компьютерное зрение</i>		
<i>Б1.В.ДВ.04.01.02</i>	<i>Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта</i>		
<i>Б1.В.ДВ.04.01.03</i>	<i>Проектирование и разработка систем компьютерного зрения</i>	УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	Выполнение многосеместрового проекта по разработке системы компьютерного зрения с декомпозицией задач и выбором архитектурных решений
		УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах	Планирование этапов проекта на протяжении 3 семестров, оценка вычислительных ресурсов и данных для обучения
		УК-3.1. Знает типологию и факторы формирования команд, способы социального взаимодействия	Формирование проектных команд для долгосрочной совместной работы над системой компьютерного зрения
		УК-3.2. Умеет действовать в духе сотрудничества; принимать решения с соблюдением этических принципов их реализации; проявлять уважение к мнению и культуре других; определять цели и работать в направлении личностного, образовательного и профессионального роста	Совместное проектирование и разработка, взаимное обучение в команде, коллективное принятие технических решений
		УК-3.3. Владеет навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия; методами оценки своих действий, планирования и управления временем	Распределение ответственности и координация работы команды на протяжении нескольких семестров с промежуточными результатами
		УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории	Осознанный выбор трека «Компьютерное зрение» и последовательное развитие в рамках выбранной специализации
Б1.В.ДВ.04.02	Трек "Обработка естественного языка"		

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
Б1.В.ДВ.04.02.01	Лингвистические основы анализа естественного языка		
Б1.В.ДВ.04.02.02	Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта		
Б1.В.ДВ.04.02.03	Практикум по обработке естественного языка (NLP)	УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	Выполнение многосеместрового практикума с декомпозицией задач NLP, выбором моделей и подходов
		УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах	Планирование этапов разработки NLP-системы на протяжении 3 семестров, оценка необходимых ресурсов
		УК-3.1. Знает типологию и факторы формирования команд, способы социального взаимодействия	Формирование проектных команд для долгосрочной совместной работы над NLP-проектом
		УК-3.2. Умеет действовать в духе сотрудничества; принимать решения с соблюдением этических принципов их реализации; проявлять уважение к мнению и культуре других; определять цели и работать в направлении личностного, образовательного и профессионального роста	Совместная разработка, взаимное обучение, коллективное принятие решений в рамках долгосрочного проекта
		УК-3.3. Владеет навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия; методами оценки своих действий, планирования и управления временем	Координация многосеместровой командной работы с чёткими промежуточными результатами и распределением ответственности
		УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории	Осознанный выбор трека NLP и последовательное развитие в рамках выбранной специализации
Б1.В.ДВ.05	Элективный модуль 1		
Б1.В.ДВ.05.01	Основы программирования HTML - CSS - JavaScript	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и	Осознанный выбор элективной дисциплины в соответствии с индивидуальными образовательными интересами и профессиональными целями

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		удовлетворения образовательных интересов и потребностей	
<i>Б1.В.ДВ.05.02</i>	<i>Основы программирования на языке NodeJS</i>	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Осознанный выбор элективной дисциплины для расширения инструментального стека в соответствии с карьерными планами
<i>Б1.В.ДВ.05.03</i>	<i>Основы программирования на языке Go</i>	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Осознанный выбор элективной дисциплины для освоения языка системного программирования в соответствии с карьерными планами
<i>Б1.В.ДВ.05.04</i>	<i>Основы программирования на языке Julia</i>	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Осознанный выбор элективной дисциплины для расширения компетенций в области научных вычислений
Б1.В.ДВ.06	Элективный модуль 2		
<i>Б1.В.ДВ.06.01</i>	<i>Основы робототехники</i>	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать	Осознанный выбор прикладной области применения ИИ в робототехнике

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	
<i>Б1.В.ДВ.06.02</i>	<i>Цифровые двойники</i>	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Выбор междисциплинарного направления на стыке ИИ и цифрового моделирования
<i>Б1.В.ДВ.06.03</i>	<i>Большие языковые модели</i>	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Выбор актуального направления генеративного ИИ в соответствии с профессиональными интересами
Б1.В.ДВ.07	Элективный модуль 3		
<i>Б1.В.ДВ.07.01</i>	<i>Информационный поиск</i>	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Углубление в конкретную прикладную область ИИ в соответствии с профессиональными интересами
<i>Б1.В.ДВ.07.02</i>	<i>Рекомендательные системы</i>	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда	Выбор востребованной прикладной области на стыке МО и бизнес-аналитики

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		<p>УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории</p> <p>УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей</p>	
<i>Б1.В.ДВ.07.03</i>	<i>Генеративные модели</i>	<p>УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда</p> <p>УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории</p> <p>УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей</p>	Выбор перспективного направления генеративного моделирования
Б1.В.ДВ.08	Элективный модуль 4		
<i>Б1.В.ДВ.08.01</i>	<i>Обработка сигналов</i>	<p>УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда</p> <p>УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории</p> <p>УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей</p>	Выбор прикладной области для завершающего этапа обучения в соответствии с темой ВКР
<i>Б1.В.ДВ.08.02</i>	<i>Анализ временных рядов</i>	<p>УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда</p> <p>УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории</p> <p>УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей</p>	Выбор прикладной аналитической специализации в соответствии с профессиональными целями

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
Б1.В.ДВ.08.03	Вайб-кодинг	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Выбор современного подхода к генерации кода с помощью ИИ-ассистентов в соответствии с актуальными тенденциями отрасли
		УК-12.1. Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	Практическое освоение ИИ-ассистентов как инструментов автоматизации разработки через генерацию кода на основе описаний на естественном языке
Блок 2. Практика			
Обязательная часть			
Б2.О.01	Базовая компонента		
Б2.О.01.01(У)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная)	УК-12.1. Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	Практическое применение цифровых инструментов разработки для решения учебно-профессиональных задач в ходе первой технологической практики
		УК-12.2. Способен проводить оценку информации, её достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	Анализ и верификация результатов, полученных при выполнении практических заданий, оценка корректности применённых методов
Б2.О.01.02(У)	Эксплуатационная практика (учебная)	УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	Практическое планирование и реализация задач по эксплуатации информационных систем, выбор решений из нескольких альтернатив
		УК-12.1. Способен искать нужные источники информации	Работа с реальными информационными системами,

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	сбор и обработка данных с использованием профессиональных цифровых инструментов
Б2.О.02	Вариативная компонента		
Б2.О.02.01(П)	Эксплуатационная практика (производственная)	УК-3.3. Владеет навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия; методами оценки своих действий, планирования и управления временем	Интеграция в рабочий коллектив предприятия, выполнение функциональной роли в профессиональной команде, планирование собственной деятельности
		УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда	Знакомство с реальными требованиями работодателей, оценка собственной готовности к профессиональной деятельности, выявление зон развития
Б2.О.02.02(П)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная)	УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	Практическое планирование и реализация технологических задач в реальных производственных условиях
		УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах	Оценка и управление ресурсами при выполнении производственных задач, определение сроков и приоритетов
		УК-3.3. Владеет навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия; методами оценки своих действий, планирования и управления временем	Командное взаимодействие в условиях производственного процесса, выполнение задач в установленные сроки
Часть, формируемая участниками образовательных отношений			
Б2.В.01(Пд)	Преддипломная практика	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач	Самостоятельный сбор и обобщение информации по теме ВКР, применение системного подхода к организации исследования
		УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	Анализ экспериментальных данных, оценка адекватности выбранных методов исследования, систематизация результатов
		УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными	Систематический обзор литературы, работа с научными

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		источниками; методами принятия решений	базами данных, формирование теоретической базы ВКР
		УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда	Осознание актуальности выбранной темы ВКР в контексте потребностей рынка и перспектив развития отрасли
		УК-6.2. Умеет демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать обучение по выбранной траектории	Самостоятельная организация исследовательского процесса, контроль качества и сроков выполнения этапов ВКР
		УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей	Самостоятельное планирование и реализация исследования, управление временем при подготовке выпускной квалификационной работы
Блок 3. Государственная итоговая аттестация			
Б3.01(Д)	Оформление, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР	Все УК	

7.3. По окончании освоения ОП ВО выпускник должен обладать следующими **ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ** компетенциями (ОПК):

ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и применять компьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-3. Способен разрабатывать алгоритмические и программные решения в области системного и прикладного программирования, математических и информационных моделей, баз данных, средств тестирования, пригодные для практического применения.

ОПК-4. Способен участвовать в разработке технической документации, стандартов, норм и правил, а также в управлении проектами создания информационных систем и систем ИИ на стадиях жизненного цикла.

ОПК-5. Способен устанавливать и сопровождать программное и аппаратное обеспечение информационных систем и систем ИИ, в том числе отечественного происхождения, с учётом требований информационной безопасности.

ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа, математического моделирования и технологий искусственного интеллекта.

ОПК-7. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной культуры, применяя методы сбора, обработки, анализа и

интерпретации данных с использованием информационно-коммуникационных технологий.

ОПК-8. Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп, представлять результаты разработки систем ИИ различным аудиториям.

МАТРИЦА ФОРМИРОВАНИЯ ОПК

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
Блок 1. Дисциплины (модули)			
Обязательная часть			
Б1.О.01	Базовая компонента		
Б1.О.01.01	Базовый модуль "Гуманитарные дисциплины, БЖД, физическая культура"		
Б1.О.01.01.01	История России		
Б1.О.01.01.02	Основы российской государственности		
Б1.О.01.01.03	История религий России		
Б1.О.01.01.04	Русский язык и культура речи		
Б1.О.01.01.05	Правоведение		
Б1.О.01.01.06	Философия		
Б1.О.01.01.07	Основы военной подготовки. Безопасность жизнедеятельности		
Б1.О.01.01.08	Физическая культура		
Б1.О.01.02	Базовый модуль "Математика для искусственного интеллекта"		
Б1.О.01.02.01	Линейная алгебра	ОПК-1.1. Знает основные понятия и методы линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, дифференциальных уравнений и применяет их для формализации задач в области ИИ	Основная дисциплина формирования знаний в области линейной алгебры: векторные пространства, матрицы, собственные значения и векторы, линейные преобразования — фундамент для задач машинного обучения, компьютерного зрения и обработки данных
		ОПК-1.2. Умеет строить математические модели процессов и явлений, применять методы численного анализа и оптимизации для решения задач машинного обучения и обработки данных	Формирование умений матричного моделирования: линейные модели, метод наименьших квадратов, сингулярное разложение — базовые инструменты для построения и анализа моделей МО
Б1.О.01.02.02	Дискретная математика	ОПК-1.1. Знает основные понятия и методы линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, дифференциальных уравнений и применяет их для формализации задач в области ИИ	Основная дисциплина формирования знаний в области дискретной математики: логика, комбинаторика, теория графов, булевы функции — фундамент для алгоритмов, структур данных, дискретной оптимизации и графовых нейронных сетей
		ОПК-3.1. Знает основные алгоритмы и структуры данных, парадигмы программирования,	Теория графов и комбинаторика обеспечивают математическую основу для анализа алгоритмов,

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		принципы проектирования программных систем и баз данных	оценки их сложности, проектирования эффективных структур данных
Б1.О.01.02.03	Математический анализ	ОПК-1.1. Знает основные понятия и методы линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, дифференциальных уравнений и применяет их для формализации задач в области ИИ	Основная дисциплина формирования знаний в области математического анализа: пределы, дифференцирование, интегрирование, ряды — фундамент для градиентных методов оптимизации, теории аппроксимации, функций потерь в моделях МО
		ОПК-1.2. Умеет строить математические модели процессов и явлений, применять методы численного анализа и оптимизации для решения задач машинного обучения и обработки данных	Дифференциальное исчисление функций многих переменных — прямой инструмент для градиентного спуска и его вариантов, лежащих в основе обучения моделей ИИ
Б1.О.01.02.04	Теория вероятностей и математическая статистика	ОПК-1.1. Знает основные понятия и методы линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, дифференциальных уравнений и применяет их для формализации задач в области ИИ	Основная дисциплина формирования знаний в области ТВиМС: случайные величины, распределения, статистические оценки, проверка гипотез — фундамент для вероятностных моделей МО, байесовских подходов, оценки качества моделей
		ОПК-7.1. Знает принципы организации данных, методы сбора, хранения и предобработки данных, основы информационной и библиографической культуры, требования к качеству данных для обучения моделей ИИ	Статистические методы оценки качества данных, выявление аномалий и выбросов, оценка репрезентативности выборок — необходимые знания для подготовки данных к обучению моделей ИИ
Б1.О.01.02.05	Численная линейная алгебра	ОПК-1.2. Умеет строить математические модели процессов и явлений, применять методы численного анализа и оптимизации для решения задач машинного обучения и обработки данных	Освоение численных методов решения систем линейных уравнений, вычисления собственных значений, разложений матриц — прикладные инструменты, непосредственно используемые в реализации алгоритмов МО
		ОПК-1.3. Владеет навыками проведения вычислительных экспериментов, анализа их результатов и обоснования выбора математического аппарата для решения конкретных профессиональных задач в области ИИ	Практическая работа с численными методами формирует навыки оценки точности, устойчивости и вычислительной сложности алгоритмов, проведения и анализа вычислительных экспериментов
Б1.О.01.02.06	Дифференциальные уравнения	ОПК-1.1. Знает основные понятия и методы линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, дифференциальных уравнений и применяет их для формализации задач в области ИИ	Основная дисциплина формирования знаний о дифференциальных уравнениях: ОДУ и системы ОДУ, методы решения, устойчивость — фундамент для нейронных ОДУ (Neural ODEs), моделирования динамических систем

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		ОПК-1.2. Умеет строить математические модели процессов и явлений, применять методы численного анализа и оптимизации для решения задач машинного обучения и обработки данных	Моделирование динамических процессов с помощью дифференциальных уравнений — инструмент для физически обоснованных моделей (physics-informed neural networks), анализа временных рядов
Б1.О.01.03	Базовый модуль "Программирование"		
Б1.О.01.03.01	История и теория программирования	ОПК-3.1. Знает основные алгоритмы и структуры данных, парадигмы программирования, принципы проектирования программных систем и баз данных	Изучение эволюции парадигм программирования (императивное, объектно-ориентированное, функциональное, логическое) формирует системное понимание принципов проектирования программных решений
		ОПК-2.1. Знает принципы работы современных информационных технологий, включая технологии машинного обучения, облачных вычислений, высокопроизводительных вычислений (HPC) и параллельного программирования	Исторический обзор развития вычислительных технологий — от машины Тьюринга до современных архитектур — формирует понимание принципов работы современных ИТ
Б1.О.01.03.02	Программирование на языке Python	ОПК-3.2. Умеет разрабатывать программные решения на языках Python и C++ для задач обработки данных, машинного обучения и глубокого обучения, проектировать и реализовывать базы данных	Основная дисциплина формирования навыков программирования на Python: синтаксис, структуры данных, ООП, функциональный подход, работа с библиотеками экосистемы Python для Data Science и ML (NumPy, Pandas, Matplotlib и др.)
		ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	Практическое освоение приёмов разработки, тестирования и отладки программ на Python, написания модульного и повторно используемого кода
		ОПК-2.2. Умеет применять современное программное обеспечение (в том числе отечественного происхождения), фреймворки машинного обучения и инструменты обработки данных для решения задач в области ИИ	Освоение экосистемы Python-инструментов: Jupyter, виртуальные окружения, пакетные менеджеры, интеграция с фреймворками МО — формирует умение работать с современным ПО для ИИ
Б1.О.01.03.03	Программирование на языке C++	ОПК-3.2. Умеет разрабатывать программные решения на языках Python и C++ для задач обработки данных, машинного обучения и глубокого обучения, проектировать и реализовывать базы данных	Основная дисциплина формирования навыков программирования на C++: управление памятью, STL, шаблоны, многопоточность — язык реализации высокопроизводительных компонентов систем ИИ, движков вывода моделей
		ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая	Практическое освоение разработки, компиляции, отладки и профилирования

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	программ на C++, написания эффективного системного кода
		ОПК-3.1. Знает основные алгоритмы и структуры данных, парадигмы программирования, принципы проектирования программных систем и баз данных	Углублённое изучение ООП, обобщённого программирования (шаблоны), паттернов проектирования на примере C++ расширяет знания о парадигмах и принципах проектирования
Б1.О.01.03.04	Параллельное и распределенное программирование	ОПК-2.1. Знает принципы работы современных информационных технологий, включая технологии машинного обучения, облачных вычислений, высокопроизводительных вычислений (HPC) и параллельного программирования	Основная дисциплина формирования знаний о принципах параллельных и распределённых вычислений: модели параллелизма, синхронизация, MPI, MapReduce, распределённые файловые системы
		ОПК-2.3. Владеет навыками использования вычислительных методов, включая массово-параллельные вычисления на GPU, для обучения и развёртывания моделей ИИ	Освоение практических навыков разработки параллельных программ — фундамент для последующей работы с GPU-вычислениями и распределённым обучением моделей
		ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	Навыки отладки и тестирования параллельных программ: обнаружение гонок данных, дедлоков, верификация корректности параллельных алгоритмов
Б1.О.01.04	Базовый модуль "Введение в искусственный интеллект"		
Б1.О.01.04.01	Введение в искусственный интеллект	ОПК-2.1. Знает принципы работы современных информационных технологий, включая технологии машинного обучения, облачных вычислений, высокопроизводительных вычислений (HPC) и параллельного программирования	Систематический обзор технологий ИИ формирует понимание принципов работы основных подходов: символический ИИ, машинное обучение, глубокое обучение, обучение с подкреплением — и их места в ландшафте современных ИТ
		ОПК-6.1. Знает методы системного анализа, основы математического и имитационного моделирования, принципы декомпозиции сложных систем	Знакомство с архитектурой ИИ-систем, подходами к декомпозиции задач ИИ (восприятие, рассуждение, действие), классификацией агентов и сред формирует основы системного взгляда на ИИ
Б1.О.01.04.02	Искусственный интеллект и когнитивная психология	ОПК-6.2. Умеет анализировать предметную область с позиции системного подхода, определять требования к ИИ-системе, формализовывать бизнес-задачи в задачи машинного обучения	Понимание когнитивных процессов человека позволяет анализировать предметную область «человек–машина» с позиции системного подхода, определять требования к ИИ-системам с учётом особенностей восприятия и мышления пользователей
Б1.О.01.04.03	Этика и безопасность использования	ОПК-4.1. Знает стандарты и нормы оформления технической документации программных	Изучение регуляторных требований к ИИ-системам (AI Act, национальные стандарты,

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
	искусственного интеллекта	продуктов и систем ИИ, принципы управления жизненным циклом ИС	ГОСТ) формирует знания о нормативных рамках, которые должны быть учтены в технической документации и на всех стадиях жизненного цикла
		ОПК-6.2. Умеет анализировать предметную область с позиции системного подхода, определять требования к ИИ-системе, формализовывать бизнес-задачи в задачи машинного обучения	Этический анализ ИИ-системы требует системного рассмотрения: кто стейкхолдеры, каковы риски, какие требования к справедливости, прозрачности и подотчётности должны быть заложены при формализации задачи
Б1.О.01.04.04	Методы разработки решений на основе искусственного интеллекта (Git, Docker)	ОПК-5.2. Умеет развёртывать и сопровождать среды разработки и эксплуатации систем ИИ (контейнеризация, оркестрация, CI/CD), обеспечивать информационную безопасность данных и моделей	Основная дисциплина формирования навыков контейнеризации (Docker) и управления версиями (Git): создание воспроизводимых сред разработки, автоматизация сборки и тестирования, основы CI/CD для ИИ-проектов
		ОПК-4.2. Умеет разрабатывать техническую документацию (ТЗ, описание архитектуры, пользовательскую документацию) для систем ИИ, планировать этапы проекта с учётом MLOps-практик	Работа с Git формирует практику документирования разработки: осмысленные коммит-сообщения, ведение CHANGELOG, описания pull requests, README-файлы — элементы технической документации
		ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	Освоение практик управления версиями кода, контейнеризации рабочих сред, автоматизации тестирования — необходимые навыки для промышленной разработки систем ИИ
Б1.О.01.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык	ОПК-8.2. Умеет формулировать и представлять технические решения в области ИИ для различных аудиторий (технические специалисты, менеджеры, заказчики), вести техническую дискуссию, аргументировать выбор подходов	Развитие навыков чтения англоязычной технической литературы и научных статей по ИИ, участия в технических обсуждениях на иностранном языке формирует способность представлять решения международной аудитории
Б1.О.02	Вариативная компонента		
Б1.О.02.01	Профессиональный модуль "Работа с данными"		
Б1.О.02.01.01	Алгоритмы и структуры данных	ОПК-3.1. Знает основные алгоритмы и структуры данных, парадигмы программирования, принципы проектирования программных систем и баз данных	Основная дисциплина формирования знаний об алгоритмах и структурах данных: массивы, списки, деревья, графы, хеш-таблицы, алгоритмы сортировки, поиска, обхода графов, оценка вычислительной сложности
		ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая	Практическая реализация алгоритмов и структур данных формирует навыки написания эффективного кода, оценки

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	производительности, тестирования на граничных случаях
Б1.О.02.01.02	Статистические методы и первичный анализ данных	ОПК-7.1. Знает принципы организации данных, методы сбора, хранения и предобработки данных, основы информационной и библиографической культуры, требования к качеству данных для обучения моделей ИИ	Изучение методов описательной статистики, визуализации, обнаружения аномалий, оценки распределений формирует знания о требованиях к качеству данных и методах их оценки
		ОПК-7.2. Умеет осуществлять сбор данных из различных источников, проводить разведочный анализ данных (EDA), статистический анализ, визуализацию, работать с распределёнными системами хранения и обработки данных	Основная дисциплина формирования умений EDA: профилирование данных, статистические тесты, корреляционный анализ, визуализация распределений и зависимостей
		ОПК-1.3. Владеет навыками проведения вычислительных экспериментов, анализа их результатов и обоснования выбора математического аппарата для решения конкретных профессиональных задач в области ИИ	Практическое применение статистических методов к реальным данным формирует навыки планирования экспериментов, обоснования выбора критериев и интерпретации результатов
Б1.О.02.01.03	Введение в базы данных	ОПК-3.1. Знает основные алгоритмы и структуры данных, парадигмы программирования, принципы проектирования программных систем и баз данных	Основная дисциплина формирования знаний о проектировании баз данных: реляционная модель, нормализация, ER-диаграммы, нереляционные подходы (NoSQL), индексирование
		ОПК-3.2. Умеет разрабатывать программные решения на языках Python и C++ для задач обработки данных, машинного обучения и глубокого обучения, проектировать и реализовывать базы данных	Практическое проектирование и реализация баз данных: создание схем, написание SQL-запросов, интеграция БД с приложениями на Python
		ОПК-7.1. Знает принципы организации данных, методы сбора, хранения и предобработки данных, основы информационной и библиографической культуры, требования к качеству данных для обучения моделей ИИ	Изучение принципов организации хранения данных: выбор СУБД, схемы хранения, обеспечение целостности и консистентности данных
		ОПК-5.1. Знает принципы инсталляции, конфигурирования и сопровождения программного обеспечения ИС и систем ИИ, основные требования информационной безопасности	Настройка и администрирование СУБД, управление доступом, резервное копирование, обеспечение безопасности данных
Б1.О.02.01.04	Hadoop, SPARK	ОПК-7.2. Умеет осуществлять сбор данных из различных источников, проводить разведочный анализ данных (EDA), статистический анализ, визуализацию, работать с	Основная дисциплина формирования умений работы с распределёнными системами: HDFS, MapReduce, Spark SQL, Spark MLlib — обработка больших объёмов данных для задач ИИ

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		распределёнными системами хранения и обработки данных	
		ОПК-2.1. Знает принципы работы современных информационных технологий, включая технологии машинного обучения, облачных вычислений, высокопроизводительных вычислений (HPC) и параллельного программирования	Изучение архитектуры Hadoop/SPARK формирует понимание принципов распределённых вычислений, кластерного управления ресурсами, масштабирования обработки данных
		ОПК-2.2. Умеет применять современное программное обеспечение (в том числе отечественного происхождения), фреймворки машинного обучения и инструменты обработки данных для решения задач в области ИИ	Практическое освоение фреймворков Apache Hadoop и Apache Spark для распределённой обработки и анализа данных
Б1.О.02.01.05	Онтология и графы знаний	ОПК-6.1. Знает методы системного анализа, основы математического и имитационного моделирования, принципы декомпозиции сложных систем	Изучение формальных методов представления знаний: онтологии, таксономии, семантические сети, графы знаний — инструменты системного анализа и структурирования предметных областей
		ОПК-6.3. Владеет навыками построения онтологий и моделей предметных областей, оценки целесообразности и ограничений применения ИИ для решения конкретных организационно-технических задач	Основная дисциплина формирования навыков построения онтологий: язык OWL, SPARQL, инструменты создания и визуализации графов знаний, интеграция онтологий с системами ИИ
		ОПК-7.1. Знает принципы организации данных, методы сбора, хранения и предобработки данных, основы информационной и библиографической культуры, требования к качеству данных для обучения моделей ИИ	Графы знаний как способ организации структурированных данных, методы извлечения и интеграции знаний из разнородных источников
Б1.О.02.02	Профессиональный модуль "Машинное обучение"		
Б1.О.02.02.01	Методы машинного обучения	ОПК-1.2. Умеет строить математические модели процессов и явлений, применять методы численного анализа и оптимизации для решения задач машинного обучения и обработки данных	Основная дисциплина формирования умений в области МО: линейные модели, деревья решений, ансамблевые методы, SVM, кластеризация, снижение размерности — каждый метод основан на математической модели и оптимизации
		ОПК-1.3. Владеет навыками проведения вычислительных экспериментов, анализа их результатов и обоснования выбора математического аппарата для решения конкретных профессиональных задач в области ИИ	Многосеместровый курс формирует навыки системного проведения экспериментов: выбор метрик, кросс-валидация, сравнение моделей, обоснование выбора алгоритма
		ОПК-2.2. Умеет применять современное программное обеспечение (в том числе	Практическая работа с фреймворками МО: scikit-learn, XGBoost, LightGBM, CatBoost и

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		отечественного происхождения), фреймворки машинного обучения и инструменты обработки данных для решения задач в области ИИ	др. — освоение современных инструментов для решения задач классификации, регрессии, кластеризации
		ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	Разработка полных пайплайнов МО: от загрузки и предобработки данных до обучения, валидации и сериализации моделей
		ОПК-6.2. Умеет анализировать предметную область с позиции системного подхода, определять требования к ИИ-системе, формализовывать бизнес-задачи в задачи машинного обучения	Ключевая дисциплина формирования умения трансформировать задачи предметной области в формализованные задачи МО: выбор целевой переменной, определение метрик, проектирование признаков
		ОПК-7.3. Владеет навыками подготовки данных для обучения моделей машинного обучения, оценки качества и репрезентативности обучающих выборок, документирования процессов работы с данными	Практическая работа с данными в контексте МО: feature engineering, обработка пропусков, кодирование категориальных признаков, аугментация, стратификация выборок
Б1.О.02.02.02	Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)	ОПК-2.3. Владеет навыками использования вычислительных методов, включая массово-параллельные вычисления на GPU, для обучения и развёртывания моделей ИИ	Основная дисциплина формирования навыков GPU-вычислений: архитектура GPU, CUDA, модели параллелизма для матричных операций, оптимизация использования памяти GPU при обучении моделей МО
		ОПК-2.1. Знает принципы работы современных информационных технологий, включая технологии машинного обучения, облачных вычислений, высокопроизводительных вычислений (HPC) и параллельного программирования	Изучение архитектуры GPU, принципов массового параллелизма, конвейера вычислений формирует фундаментальное понимание технологий HPC
		ОПК-5.3. Владеет навыками практической работы с инфраструктурой ИИ-систем (облачные платформы, серверы GPU, системы хранения данных), включая мониторинг, обновление и обеспечение отказоустойчивости	Практическая работа с GPU-серверами: настройка драйверов, мониторинг загрузки, управление памятью, распределение вычислений между несколькими GPU
Б1.О.02.02.03	Оптимизация моделей машинного обучения	ОПК-1.2. Умеет строить математические модели процессов и явлений, применять методы численного анализа и оптимизации для решения задач машинного обучения и обработки данных	Основная дисциплина формирования умений в области оптимизации МО: градиентные методы, адаптивные оптимизаторы (Adam, AdaGrad), регуляризация, подбор гиперпараметров, квантизация и дистилляция моделей
		ОПК-1.3. Владеет навыками проведения вычислительных	Систематическое сравнение методов оптимизации, анализ

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		экспериментов, анализа их результатов и обоснования выбора математического аппарата для решения конкретных профессиональных задач в области ИИ	сходимости, выбор стратегии обучения на основе экспериментальных данных
		ОПК-6.3. Владеет навыками построения онтологий и моделей предметных областей, оценки целесообразности и ограничений применения ИИ для решения конкретных организационно-технических задач	Оценка компромисса между качеством модели и вычислительными затратами формирует навыки оценки целесообразности и ограничений применения ИИ
Б1.О.02.02.04	MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта	ОПК-4.2. Умеет разрабатывать техническую документацию (ТЗ, описание архитектуры, пользовательскую документацию) для систем ИИ, планировать этапы проекта с учётом MLOps-практик	Основная дисциплина формирования умений в области MLOps-практик: документирование экспериментов, версионирование данных и моделей, описание пайплайнов, планирование развёртывания
		ОПК-4.3. Владеет навыками участия в управлении проектами создания и внедрения систем ИИ на всех стадиях жизненного цикла, включая планирование, разработку, тестирование, развёртывание и мониторинг	Освоение полного цикла MLOps: CI/CD для моделей, A/B-тестирование, мониторинг дрейфа данных и моделей, автоматизация переобучения, управление инцидентами
		ОПК-5.2. Умеет развёртывать и сопровождать среды разработки и эксплуатации систем ИИ (контейнеризация, оркестрация, CI/CD), обеспечивать информационную безопасность данных и моделей	Практическое развёртывание ИИ-систем: контейнеризация моделей, оркестрация с Kubernetes, настройка CI/CD-пайплайнов для автоматического тестирования и деплоя моделей
		ОПК-5.3. Владеет навыками практической работы с инфраструктурой ИИ-систем (облачные платформы, серверы GPU, системы хранения данных), включая мониторинг, обновление и обеспечение отказоустойчивости	Работа с облачными платформами (AWS, GCP, Yandex Cloud), настройка мониторинга (Prometheus, Grafana), обеспечение отказоустойчивости ИИ-сервисов
		ОПК-8.2. Умеет формулировать и представлять технические решения в области ИИ для различных аудиторий (технические специалисты, менеджеры, заказчики), вести техническую дискуссию, аргументировать выбор подходов	Процесс промышленного внедрения требует обоснования технических решений перед различными стейкхолдерами: выбор архитектуры, стратегии масштабирования, оценка затрат на инфраструктуру
Б1.О.02.03	Профессиональный модуль "Глубокое обучение и нейронные сети"		
Б1.О.02.03.01	Основы глубокого обучения	ОПК-1.2. Умеет строить математические модели процессов и явлений, применять методы численного анализа и оптимизации для решения задач машинного обучения и обработки данных	Математические основы глубокого обучения: обратное распространение ошибки, функции активации, функции потерь, методы инициализации весов — прямое применение математического анализа и оптимизации

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		ОПК-2.1. Знает принципы работы современных информационных технологий, включая технологии машинного обучения, облачных вычислений, высокопроизводительных вычислений (HPC) и параллельного программирования	Изучение архитектур глубокого обучения (полносвязные, свёрточные, рекуррентные сети, трансформеры) формирует понимание ключевых технологий современного ИИ
		ОПК-2.2. Умеет применять современное программное обеспечение (в том числе отечественного происхождения), фреймворки машинного обучения и инструменты обработки данных для решения задач в области ИИ	Практическое освоение фреймворков глубокого обучения: PyTorch, TensorFlow/Keras — создание, обучение и оценка нейросетевых моделей
Б1.О.02.03.02	Нейронные сети	ОПК-1.3. Владеет навыками проведения вычислительных экспериментов, анализа их результатов и обоснования выбора математического аппарата для решения конкретных профессиональных задач в области ИИ	Систематическое проведение экспериментов с нейросетевыми моделями: сравнение архитектур, подбор гиперпараметров, анализ кривых обучения, обоснование выбора подхода
		ОПК-2.2. Умеет применять современное программное обеспечение (в том числе отечественного происхождения), фреймворки машинного обучения и инструменты обработки данных для решения задач в области ИИ	Углублённая работа с фреймворками глубокого обучения: проектирование сложных архитектур, transfer learning, fine-tuning предобученных моделей
		ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	Разработка полных пайплайнов глубокого обучения: загрузка данных, аугментация, обучение, валидация, тестирование, экспорт моделей
Б1.О.02.03.03	Безопасность систем искусственного интеллекта	ОПК-4.1. Знает стандарты и нормы оформления технической документации программных продуктов и систем ИИ, принципы управления жизненным циклом ИС	Изучение стандартов безопасности ИИ, требований к документированию мер защиты, процедур аудита безопасности ИИ-систем
		ОПК-5.1. Знает принципы инсталляции, конфигурирования и сопровождения программного обеспечения ИС и систем ИИ, основные требования информационной безопасности	Основная дисциплина формирования знаний о безопасности ИИ: adversarial attacks, data poisoning, model stealing, membership inference — специфические угрозы ИБ для систем ИИ
		ОПК-5.2. Умеет развёртывать и сопровождать среды разработки и эксплуатации систем ИИ (контейнеризация, оркестрация, CI/CD), обеспечивать информационную безопасность данных и моделей	Практические методы защиты ИИ-систем: adversarial training, верификация робастности, защита моделей от кражи, обеспечение конфиденциальности обучающих данных
Б1.О.02.03.04	Практическая подготовка на проектах отраслевых	ОПК-4.3. Владеет навыками участия в управлении проектами создания и внедрения систем ИИ на всех стадиях жизненного	Работа над реальными проектами промышленных партнёров формирует навыки участия в управлении

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
	индустриальных партнеров	цикла, включая планирование, разработку, тестирование, развёртывание и мониторинг	проектами ИИ на всех стадиях: от анализа требований до сдачи результата заказчику
		ОПК-6.2. Умеет анализировать предметную область с позиции системного подхода, определять требования к ИИ-системе, формализовывать бизнес-задачи в задачи машинного обучения	Трансформация бизнес-задач реальных партнёров в формализованные задачи ИИ: определение целевых метрик, проектирование признаков, выбор подходов с учётом отраслевой специфики
		ОПК-8.1. Знает принципы организации профессиональных коммуникаций в проектных командах, включая распределённые и междисциплинарные команды разработки ИИ-систем	Работа в междисциплинарной команде «студенты — преподаватели — представители индустрии» формирует понимание принципов организации профессиональных коммуникаций
		ОПК-8.2. Умеет формулировать и представлять технические решения в области ИИ для различных аудиторий (технические специалисты, менеджеры, заказчики), вести техническую дискуссию, аргументировать выбор подходов	Представление результатов проекта индустриальному партнёру: обоснование выбора модели, демонстрация метрик, объяснение ограничений и рекомендаций
		ОПК-8.3. Владеет навыками подготовки презентаций, технических отчётов и демонстраций результатов работы ИИ-систем, участия в код-ревью, обсуждении архитектурных решений и ретроспективах проектных команд	Подготовка финальных презентаций и отчётов для партнёров, участие в код-ревью, командные ретроспективы по итогам проекта
Б1.О.02.ДВ.01	Иностранный/русский язык в профессиональной деятельности	ОПК-8.2. Умеет формулировать и представлять технические решения в области ИИ для различных аудиторий (технические специалисты, менеджеры, заказчики), вести техническую дискуссию, аргументировать выбор подходов	Развитие навыков профессиональной коммуникации на иностранном языке: чтение научных статей по ИИ, подготовка презентаций, участие в технических дискуссиях с международными коллегами
		ОПК-8.3. Владеет навыками подготовки презентаций, технических отчётов и демонстраций результатов работы ИИ-систем, участия в код-ревью, обсуждении архитектурных решений и ретроспективах проектных команд	Подготовка технических отчётов и презентаций на иностранном языке, написание аннотаций к научным публикациям
Часть, формируемая участниками образовательных отношений			
Б1.В.ДВ.01	Прикладная физическая культура		
Б1.В.ДВ.02	Второй иностранный язык (практический курс)		
Б1.В.ДВ.03	Междисциплинарный модуль		
Б1.В.ДВ.04	Образовательные траектории		

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
Б1.В.ДВ.04.01	Трек "Компьютерное зрение"		
<i>Б1.В.ДВ.04.01.01</i>	<i>Введение в компьютерное зрение</i>		
<i>Б1.В.ДВ.04.01.02</i>	<i>Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта</i>		
<i>Б1.В.ДВ.04.01.03</i>	<i>Проектирование и разработка систем компьютерного зрения</i>		
Б1.В.ДВ.04.02	Трек "Обработка естественного языка"		
<i>Б1.В.ДВ.04.02.01</i>	<i>Лингвистические основы анализа естественного языка</i>		
<i>Б1.В.ДВ.04.02.02</i>	<i>Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта</i>		
<i>Б1.В.ДВ.04.02.03</i>	<i>Практикум по обработке естественного языка (NLP)</i>		
Б1.В.ДВ.05	Элективный модуль 1		
<i>Б1.В.ДВ.05.01</i>	<i>Основы программирования HTML - CSS - JavaScript</i>		
<i>Б1.В.ДВ.05.02</i>	<i>Основы программирования на языке NodeJS</i>		
<i>Б1.В.ДВ.05.03</i>	<i>Основы программирования на языке Go</i>		
<i>Б1.В.ДВ.05.04</i>	<i>Основы программирования на языке Julia</i>		
Б1.В.ДВ.06	Элективный модуль 2		
<i>Б1.В.ДВ.06.01</i>	<i>Основы робототехники</i>		
<i>Б1.В.ДВ.06.02</i>	<i>Цифровые двойники</i>		
<i>Б1.В.ДВ.06.03</i>	<i>Большие языковые модели</i>		
Б1.В.ДВ.07	Элективный модуль 3		
<i>Б1.В.ДВ.07.01</i>	<i>Информационный поиск</i>		
<i>Б1.В.ДВ.07.02</i>	<i>Рекомендательные системы</i>		
<i>Б1.В.ДВ.07.03</i>	<i>Генеративные модели</i>		
Б1.В.ДВ.08	Элективный модуль 4		
<i>Б1.В.ДВ.08.01</i>	<i>Обработка сигналов</i>		
<i>Б1.В.ДВ.08.02</i>	<i>Анализ временных рядов</i>		
<i>Б1.В.ДВ.08.03</i>	<i>Вайб-коддинг</i>		
Блок 2. Практика			
Обязательная часть			
Б2.О.01	Базовая компонента		
<i>Б2.О.01.01(У)</i>	<i>Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная)</i>	<i>ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая</i>	<i>Первая практика закрепляет навыки программирования и разработки: реализация учебного проекта с</i>

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	применением алгоритмов и программных решений
		ОПК-5.2. Умеет развёртывать и сопровождать среды разработки и эксплуатации систем ИИ (контейнеризация, оркестрация, CI/CD), обеспечивать информационную безопасность данных и моделей	Практическая настройка рабочей среды разработки: установка ПО, конфигурирование окружения, работа с контейнерами в учебном проекте
		ОПК-7.2. Умеет осуществлять сбор данных из различных источников, проводить разведочный анализ данных (EDA), статистический анализ, визуализацию, работать с распределёнными системами хранения и обработки данных	Практическая работа с данными в рамках учебного проекта: сбор, предобработка, анализ и визуализация данных для решения конкретной задачи
Б2.О.01.02(У)	Эксплуатационная практика (учебная)	ОПК-5.1. Знает принципы инсталляции, конфигурирования и сопровождения программного обеспечения ИС и систем ИИ, основные требования информационной безопасности	Практический опыт эксплуатации информационных систем: установка, настройка, мониторинг, устранение неполадок, обеспечение базовых требований ИБ
		ОПК-5.3. Владеет навыками практической работы с инфраструктурой ИИ-систем (облачные платформы, серверы GPU, системы хранения данных), включая мониторинг, обновление и обеспечение отказоустойчивости	Знакомство с инфраструктурой ИС на практике: серверное оборудование, системы хранения, сетевая инфраструктура, процедуры обновления и мониторинга
		ОПК-4.2. Умеет разрабатывать техническую документацию (ТЗ, описание архитектуры, пользовательскую документацию) для систем ИИ, планировать этапы проекта с учётом MLOps-практик	Составление отчётов по результатам эксплуатационной практики, описание инфраструктуры и процедур эксплуатации — элементы технической документации
Б2.О.02	Вариативная компонента		
Б2.О.02.01(П)	Эксплуатационная практика (производственная)	ОПК-5.1. Знает принципы инсталляции, конфигурирования и сопровождения программного обеспечения ИС и систем ИИ, основные требования информационной безопасности	Работа с реальными производственными системами формирует углублённые знания о принципах инсталляции, конфигурирования и сопровождения ПО в промышленных условиях
		ОПК-5.2. Умеет развёртывать и сопровождать среды разработки и эксплуатации систем ИИ (контейнеризация, оркестрация, CI/CD), обеспечивать информационную безопасность данных и моделей	Участие в процессах развёртывания и сопровождения ИС/ИИ-систем на предприятии: работа с CI/CD, контейнерами, системами мониторинга в производственной среде
		ОПК-5.3. Владеет навыками практической работы с инфраструктурой ИИ-систем (облачные платформы, серверы GPU, системы хранения данных), включая мониторинг, обновление	Практический опыт работы с производственной инфраструктурой: серверы, облачные платформы, процедуры резервного

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование
		и обеспечение отказоустойчивости	копирования, обеспечения отказоустойчивости
		ОПК-8.1. Знает принципы организации профессиональных коммуникаций в проектных командах, включая распределённые и междисциплинарные команды разработки ИИ-систем	Интеграция в профессиональный коллектив предприятия формирует понимание принципов организации коммуникаций в реальных проектных командах
Б2.О.02.02(П)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная)	ОПК-3.3. Владеет навыками создания, тестирования и отладки алгоритмических и программных решений для систем ИИ, включая разработку пайплайнов обработки данных и обучения моделей	Реализация технологических задач на производстве: разработка, тестирование и отладка компонентов ИИ-систем в реальных условиях
		ОПК-4.3. Владеет навыками участия в управлении проектами создания и внедрения систем ИИ на всех стадиях жизненного цикла, включая планирование, разработку, тестирование, развёртывание и мониторинг	Участие в проектной деятельности предприятия: планирование задач, отслеживание прогресса, участие в ревью и ретроспективах
		ОПК-7.3. Владеет навыками подготовки данных для обучения моделей машинного обучения, оценки качества и репрезентативности обучающих выборок, документирования процессов работы с данными	Работа с реальными производственными данными: подготовка данных, оценка качества, документирование процессов в соответствии со стандартами предприятия
		ОПК-8.3. Владеет навыками подготовки презентаций, технических отчётов и демонстраций результатов работы ИИ-систем, участия в код-ревью, обсуждении архитектурных решений и ретроспективах проектных команд	Подготовка отчётов по результатам практики, участие в код-ревью, демонстрация результатов руководителю практики и команде
Часть, формируемая участниками образовательных отношений			
Б2.В.01(Пд)	Преддипломная практика		
Блок 3. Государственная итоговая аттестация			
Б3.01(Д)	Оформление, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР	Все ОПК	

7.4. По окончании освоения ОП ВО выпускник должен обладать следующими **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ** компетенциями (ПК, **дополнительные к КРМ**):

Код	Формулировка компетенции	Трудовые функции из профессиональных стандартов
ПК-1	Способен анализировать требования к программному обеспечению систем ИИ, разрабатывать технические спецификации и техническое задание на систему	06.001 (D/01.6, D/02.6), 06.022 (C/01.6, C/02.6, C/05.6)
ПК-2	Способен проектировать архитектуру информационных систем с компонентами ИИ, разрабатывать прототипы и базы данных таких систем	06.015 (C/14.6, C/15.6, C/16.6, C/17.6), 06.022 (C/03.6, C/04.6)
ПК-3	Способен разрабатывать и реализовывать стратегии тестирования и контроля качества программного обеспечения систем ИИ	06.004 (C/01.6, C/02.6, C/03.6, C/04.6), 06.015 (C/34.6, C/50.6)

МАТРИЦА ФОРМИРОВАНИЯ ПК

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
Блок 1. Дисциплины (модули)				
Обязательная часть				
Б1.О.01	Базовая компонента			
Б1.О.01.01	Базовый модуль "Гуманитарные дисциплины, БЖД, физическая культура"			
Б1.О.01.01.01	История России			
Б1.О.01.01.02	Основы российской государственности			
Б1.О.01.01.03	История религий России			
Б1.О.01.01.04	Русский язык и культура речи			
Б1.О.01.01.05	Правоведение	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации функциональных и нефункциональных требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Изучение правовых основ (152-ФЗ, интеллектуальная собственность, ответственность за решения ИИ) формирует понимание нормативных ограничений, которые необходимо учитывать при анализе требований к ПО систем ИИ	Б — студент выявляет и документирует основные требования к ПО систем ИИ, связанные с правовыми ограничениями
Б1.О.01.01.06	Философия			
Б1.О.01.01.07	Основы военной подготовки. Безопасность жизнедеятельности			
Б1.О.01.01.08	Физическая культура			
Б1.О.01.02	Базовый модуль "Математика для искусственного интеллекта"			
Б1.О.01.02.01	Линейная алгебра			
Б1.О.01.02.02	Дискретная математика			
Б1.О.01.02.03	Математический анализ			
Б1.О.01.02.04	Теория вероятностей и математическая статистика	ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки	Изучение статистических критериев, ошибок I и II рода, доверительных интервалов формирует математическую базу для определения критериев приёмки ML-моделей: пороги метрик, статистическая значимость различий между моделями	Б — студент проверяет полноту и тестируемость требований к ПО систем ИИ, формулирует базовые критерии приёмки на основе статистических метрик
Б1.О.01.02.05	Численная линейная алгебра			
Б1.О.01.02.06	Дифференциальные уравнения			

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
Б1.О.01.03	Базовый модуль "Программирование"			
Б1.О.01.03.01	История и теория программирования	ПК-1.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	Изучение эволюции парадигм программирования и принципов проектирования ПО формирует понимание того, как описывать программные компоненты в технических спецификациях	Б — студент составляет спецификации отдельных программных модулей по заданным требованиям
Б1.О.01.03.02	Программирование на языке Python	ПК-2.2. Разрабатывает прототипы ИС с элементами ИИ, проводит их валидацию с заинтересованными сторонами	Освоение Python как основного языка прототипирования ИИ-решений: быстрая реализация MVP, интеграция ML-библиотек, создание демонстрационных приложений	Б — студент создаёт простые прототипы (скрипты, Jupyter-ноутбуки) для демонстрации функциональности ИС с ИИ
		ПК-3.2. Разрабатывает план тестирования и организационные документы для тестирования ПО систем ИИ	Освоение инструментов тестирования Python (pytest, unittest) формирует навыки модульного тестирования ML-компонентов	Б — студент составляет план тестирования отдельных модулей, пишет unit-тесты по заданному шаблону
Б1.О.01.03.03	Программирование на языке C++	ПК-1.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	Изучение ООП, шаблонов проектирования, модульности на C++ формирует навыки описания интерфейсов компонентов и их взаимодействия в технических спецификациях	Б — студент составляет спецификации программных модулей с описанием интерфейсов и зависимостей
		ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Изучение паттернов проектирования (фабрика, стратегия, наблюдатель), модульной архитектуры, принципов SOLID формирует базу для проектирования архитектуры ПО	Б — студент применяет типовые архитектурные шаблоны для построения простых ИС с элементами ИИ
Б1.О.01.03.04	Параллельное и распределенное программирование	ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные	Изучение архитектур распределённых систем (клиент-сервер, MapReduce, микросервисы) формирует	Б — студент применяет типовые архитектурные шаблоны (клиент-сервер, микросервисы) для построения ИС

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		паттерны и технологический стек	понимание паттернов масштабируемых ИС	
		ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Изучение ограничений параллельных систем (закон Амдала, проблемы синхронизации) формирует навык анализа осуществимости нефункциональных требований к производительности	Б — студент выявляет и документирует нефункциональные требования, связанные с производительностью и масштабируемостью
Б1.О.01.04	Базовый модуль "Введение в искусственный интеллект"			
Б1.О.01.04.01	Введение в искусственный интеллект	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Обзорный курс формирует понимание возможностей и ограничений различных подходов ИИ, что необходимо для анализа осуществимости требований заказчика	Б — студент выявляет и документирует основные требования к ПО систем ИИ, распознаёт типовые ограничения
		ПК-1.3. Разрабатывает ТЗ на систему с элементами ИИ, проводит обследование текущей ситуации и выявление требований	Знакомство с типовыми задачами ИИ формирует начальные навыки обследования предметной области и формулирования требований к ИИ-системе	Б — студент участвует в формировании ТЗ, заполняя отдельные разделы по заданным шаблонам
Б1.О.01.04.02	Искусственный интеллект и когнитивная психология	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Понимание когнитивных особенностей пользователей ИИ-систем позволяет анализировать требования к UX/UI и интерфейсам человеко-машинного взаимодействия	Б — студент выявляет требования, связанные с особенностями восприятия и взаимодействия пользователей с ИИ
Б1.О.01.04.03	Этика и безопасность использования искусственного интеллекта	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Изучение этических и нормативных ограничений ИИ формирует навык выявления противоречий между бизнес-требованиями и регуляторными нормами	С — студент самостоятельно проводит анализ осуществимости требований с учётом этических и нормативных ограничений, выявляет противоречия
		ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО	Изучение требований к справедливости,	Б — студент проверяет полноту и непротиворечивость

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки	прозрачности и безопасности ИИ формирует навык формулирования критериев приёмки с учётом специфики ИИ (отсутствие дискриминации, объяснимость решений)	требований к ПО систем ИИ с учётом этических аспектов
Б1.О.01.04.04	Методы разработки решений на основе искусственного интеллекта (Git, Docker)	ПК-1.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	Освоение Git (ветвление, PR, code review) и Docker (Dockerfile, docker-compose) формирует навыки описания компонентов ИИ-системы и их взаимодействия в технических спецификациях	С — студент проектирует API и протоколы взаимодействия между контейнеризованными компонентами системы ИИ, документирует интерфейсы
		ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Практика контейнеризации формирует навык проектирования микросервисной архитектуры ИИ-систем	С — студент проектирует архитектуру ИС с учётом требований масштабируемости и интеграции ML-компонентов в контейнерном окружении
		ПК-3.2. Разрабатывает план тестирования и организационные документы для тестирования ПО систем ИИ	Практика CI/CD (GitHub Actions, GitLab CI) формирует навыки автоматизации тестирования в рамках пайплайна разработки	С — студент разрабатывает комплексный план тестирования, включая автоматизацию в CI/CD-пайплайне
Б1.О.01.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык			
Б1.О.02	Вариативная компонента			
Б1.О.02.01	Профессиональный модуль "Работа с данными"			
Б1.О.02.01.01	Алгоритмы и структуры данных	ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Знание алгоритмов и структур данных необходимо для обоснованного выбора технологического стека и архитектурных решений с учётом вычислительной сложности	Б — студент применяет типовые архитектурные шаблоны с учётом алгоритмической сложности
Б1.О.02.01.02	Статистические методы и первичный анализ данных	ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО систем ИИ,	Практическое освоение статистических методов формирует	С — студент формулирует критерии приёмки для ML-компонентов на основе

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		определяет требования к тестам и критерии приёмки	навыки определения критериев приёмки ML-моделей на основе метрик качества	статистических методов, разрабатывает тест-кейсы
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ	Практика статистического анализа формирует навыки оценки результатов экспериментов и тестирования моделей	Б — студент анализирует результаты тестирования моделей и формирует отчёты о дефектах
Б1.О.02.01.03	Введение в базы данных	ПК-1.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	Практика проектирования схем БД и написания SQL формирует навык описания компонентов хранения данных в технических спецификациях	Б — студент составляет спецификации модулей хранения данных для систем ИИ
		ПК-2.3. Проектирует и разрабатывает БД ИС с элементами ИИ, обеспечивает управление доступом к данным	Изучение реляционной модели, нормализации, SQL, NoSQL формирует навыки проектирования БД для хранения данных обучения, результатов инференса и метаданных моделей	С — студент разрабатывает оптимизированную структуру БД с учётом требований ML-пайплайнов, настраивает управление доступом
Б1.О.02.01.04	Hadoop, SPARK	ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Изучение архитектуры Hadoop/Spark формирует понимание паттернов распределённой обработки данных для проектирования масштабируемых ИС с ИИ	С — студент проектирует архитектуру ИС с учётом требований к обработке больших объёмов данных
		ПК-2.3. Проектирует и разрабатывает БД ИС с элементами ИИ, обеспечивает управление доступом к данным	Практика работы с HDFS, Hive, распределёнными хранилищами формирует навыки проектирования систем хранения данных для ML-пайплайнов	С — студент разрабатывает структуру распределённого хранилища с учётом требований ML-пайплайнов
Б1.О.02.01.05	Онтология и графы знаний	ПК-1.3. Разрабатывает ТЗ на систему с элементами ИИ, проводит	Изучение онтологий и формальных моделей предметных областей формирует навыки	С — студент самостоятельно проводит обследование текущей ситуации, формализует

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		обследование текущей ситуации и выявление требований	систематического обследования предметной области и структурирования требований	предметную область и формирует ТЗ
		ПК-2.3. Проектирует и разрабатывает БД ИС с элементами ИИ, обеспечивает управление доступом к данным	Изучение графовых баз данных и семантических хранилищ расширяет навыки проектирования БД для систем ИИ, использующих знания	Б — студент проектирует схему графовой БД для хранения знаний и метаданных моделей ИИ
Б1.О.02.02	Профессиональный модуль "Машинное обучение"			
Б1.О.02.02.01	Методы машинного обучения	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Систематическое изучение методов МО формирует способность оценивать техническую осуществимость требований: какие методы подходят для задачи, каковы ограничения по данным, качеству, времени обучения	С — студент самостоятельно проводит анализ осуществимости требований, выявляет противоречия между бизнес-целями и техническими ограничениями моделей
		ПК-1.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	Практика разработки полных ML-пайплайнов формирует навыки описания ML-компонентов, их входов/выходов, зависимостей и протоколов взаимодействия	С — студент проектирует API и описывает взаимодействие ML-компонентов в пайплайне
		ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки	Изучение метрик качества МО (accuracy, F1, ROC-AUC, MSE) и методов валидации (кросс-валидация) формирует навыки определения критериев приёмки ML-компонентов	С — студент формулирует критерии приёмки для ML-компонентов с учётом компромисса между метриками, разрабатывает тест-кейсы
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ	Практика сравнительного анализа моделей формирует навыки оценки результатов тестирования и формирования рекомендаций по улучшению	С — студент оценивает тестовое покрытие ML-пайплайнов, выявляет системные проблемы качества, формирует рекомендации

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
Б1.О.02.02.02	Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)	ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Изучение GPU-архитектур и CUDA-программирования формирует навыки выбора вычислительного стека для ML-компонентов ИС	С — студент проектирует архитектуру ИС с учётом требований к GPU-ускорению ML-компонентов
		ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Понимание аппаратных ограничений GPU формирует навык анализа требований к производительности и вычислительным ресурсам	С — студент анализирует осуществимость требований к производительности с учётом доступных аппаратных ресурсов
Б1.О.02.02.03	Оптимизация моделей машинного обучения	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Изучение методов оптимизации моделей (квантизация, прунинг, дистилляция) формирует навык оценки компромиссов между качеством модели и нефункциональными требованиями (задержка, размер модели)	С — студент анализирует осуществимость нефункциональных требований, предлагает компромиссные решения
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ	Практика оценки качества оптимизированных моделей (сравнение до/после сжатия) формирует навыки системной оценки результатов тестирования	С — студент оценивает влияние оптимизации на качество, формирует рекомендации по допустимым компромиссам
Б1.О.02.02.04	MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта	ПК-1.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	Изучение MLOps-архитектур формирует навыки описания компонентов промышленных систем ИИ: трекинг экспериментов, реестр моделей, сервисы инференса, мониторинг	С — студент проектирует API и протоколы взаимодействия между компонентами MLOps-пайплайна
		ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и	Изучение промышленных архитектур ИИ-систем (MLflow, Kubeflow, Weights & Biases) формирует навыки	С — студент проектирует архитектуру ИС с учётом требований масштабируемости, отказоустойчивости и

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		технологический стек	проектирования масштабируемых и воспроизводимых ML-систем	интеграции ML-компонентов
		ПК-2.2. Разрабатывает прототипы ИС с элементами ИИ, проводит их валидацию с заинтересованными сторонами	Практика создания MVP ИИ-сервисов с использованием Docker, FastAPI, Streamlit формирует навыки быстрого прототипирования и валидации решений	С — студент разрабатывает интерактивные прототипы с интеграцией ML-моделей, проводит валидацию с пользователями
		ПК-3.2. Разрабатывает план тестирования и организационные документы для тестирования ПО систем ИИ	Изучение практик тестирования ML-систем (unit-тесты моделей, проверка метрик, регрессионные тесты) и их интеграция в CI/CD формирует навыки комплексного планирования тестирования	С — студент разрабатывает комплексный план тестирования системы ИИ, включая unit-тесты, интеграционные и регрессионные тесты ML-пайплайнов
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ	Изучение мониторинга качества моделей в продуктиве (дрейф данных, деградация метрик) формирует навыки непрерывного контроля качества	С — студент оценивает тестовое покрытие, настраивает мониторинг качества, формирует рекомендации по улучшению
Б1.О.02.03	Профессиональный модуль "Глубокое обучение и нейронные сети"			
		ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Изучение архитектур глубокого обучения формирует навык оценки применимости различных архитектур для конкретных задач, анализа требований к данным и вычислительным ресурсам	С — студент анализирует осуществимость требований с учётом ограничений архитектур глубокого обучения
Б1.О.02.03.01	Основы глубокого обучения	ПК-2.2. Разрабатывает прототипы ИС с элементами ИИ, проводит их валидацию с заинтересованными сторонами	Практика создания прототипов глубоких моделей на PyTorch/TensorFlow формирует навыки быстрого прототипирования ИС с DL-компонентами	С — студент разрабатывает интерактивные прототипы с интеграцией DL-моделей
Б1.О.02.03.02	Нейронные сети	ПК-1.2. Разрабатывает	Углублённое изучение архитектур	С — студент проектирует и

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	нейронных сетей формирует навыки детального описания ML-компонентов в спецификациях: входы/выходы, ограничения, требования к ресурсам	документирует спецификации нейросетевых компонентов, описывает их взаимодействие в составе системы
		ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки	Практика оценки качества нейросетевых моделей формирует навыки определения критериев приёмки с учётом специфики DL (переобучение, интерпретируемость, робастность)	С — студент формулирует критерии приёмки для DL-компонентов с учётом специфики нейронных сетей
Б1.О.02.03.03	Безопасность систем искусственного интеллекта	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Изучение угроз безопасности ИИ формирует навык выявления требований безопасности и противоречий с функциональными требованиями	С — студент анализирует осуществимость требований безопасности, выявляет противоречия с бизнес-требованиями
		ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки	Изучение методов тестирования безопасности ИИ (adversarial testing, red teaming) формирует навыки определения требований к тестам безопасности	С — студент формулирует критерии приёмки с учётом специфики ИИ (робастность к adversarial attacks, защита от утечек данных)
		ПК-3.2. Разрабатывает план тестирования и организационные документы для тестирования ПО систем ИИ	Изучение методологий тестирования безопасности ИИ формирует навыки планирования комплексного тестирования с учётом security-аспектов	С — студент разрабатывает план тестирования безопасности ИИ-системы, включая adversarial testing
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ	Практика оценки робастности моделей, анализа результатов adversarial-тестирования формирует навыки комплексной оценки качества ПО систем ИИ	С — студент оценивает результаты тестирования безопасности, формирует рекомендации по устранению уязвимостей

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
Б1.О.02.03.04	Практическая подготовка на проектах отраслевых промышленных партнеров	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Работа с реальными требованиями промышленных партнёров формирует навык комплексного анализа осуществимости в условиях неопределённости	П — студент проводит комплексный анализ требований в условиях неопределённости, формирует стратегию реализации
		ПК-1.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	Разработка спецификаций для реального проекта партнёра формирует навыки создания полного комплекта технической документации	П — студент разрабатывает полный комплект технических спецификаций сложной системы ИИ, включая описание микросервисной архитектуры
		ПК-1.3. Разрабатывает ТЗ на систему с элементами ИИ, проводит обследование текущей ситуации и выявление требований	Обследование реальной организации партнёра и разработка ТЗ формирует навыки руководства процессом выявления требований	П — студент руководит процессом выявления требований, формирует ТЗ на сложную систему ИИ с учётом нормативных и отраслевых стандартов
		ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Проектирование архитектуры ИИ-системы для реального кейса партнёра формирует навыки обоснованного выбора архитектурных решений	П — студент разрабатывает архитектуру сложной распределённой ИС с компонентами ИИ, обосновывает выбор паттернов и технологий
		ПК-2.2. Разрабатывает прототипы ИС с элементами ИИ, проводит их валидацию с заинтересованными сторонами	Разработка и валидация прототипа для реального заказчика формирует навыки итеративного прототипирования с интеграцией обратной связи	П — студент руководит итеративным процессом прототипирования, интегрирует обратную связь от стейкхолдеров
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ, обеспечивает закрытие запросов заказчика	Работа с реальным заказчиком формирует навыки обеспечения закрытия запросов, проведения ретроспективы качества	П — студент реализует процесс контроля качества, обеспечивает закрытие запросов заказчика, проводит ретроспективу качества
		Б1.О.02.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык в	

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
	профессиональной деятельности			
Часть, формируемая участниками образовательных отношений				
Б1.В.ДВ.01	Прикладная физическая культура			
Б1.В.ДВ.02	Второй иностранный язык (практический курс)			
Б1.В.ДВ.03	Междисциплинарный модуль			
Б1.В.ДВ.04	Образовательные траектории			
Б1.В.ДВ.04.01	Трек "Компьютерное зрение"			
Б1.В.ДВ.04.01.01	Введение в компьютерное зрение			
Б1.В.ДВ.04.01.02	Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта	ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки	Практика оценки качества CV-моделей (mAP, IoU) формирует навыки определения специализированных критериев приёмки для задач компьютерного зрения	С — студент формулирует критерии приёмки для CV-компонентов, разрабатывает тест-кейсы для задач детекции, сегментации, классификации
Б1.В.ДВ.04.01.03	Проектирование и разработка систем компьютерного зрения	ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Проектирование полной CV-системы формирует навыки выбора архитектурных решений для систем реального времени	П — студент разрабатывает архитектуру CV-системы с учётом требований реального времени, масштабируемости, проектирует системы мониторинга и отката
		ПК-1.3. Разрабатывает ТЗ на систему с элементами ИИ, проводит обследование текущей ситуации и выявление требований	Проектная работа по созданию CV-системы требует полного цикла формирования ТЗ с учётом отраслевой специфики	С — студент самостоятельно проводит обследование и формирует ТЗ на CV-систему
		ПК-3.2. Разрабатывает план тестирования и организационные документы для тестирования ПО систем ИИ	Проектирование CV-системы включает планирование комплексного тестирования: unit-тесты моделей, интеграционные тесты пайплайна, нагрузочные тесты видеопотока	С — студент разрабатывает комплексный план тестирования CV-системы
Б1.В.ДВ.04.02	Трек "Обработка естественного языка"			

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
<i>Б1.В.ДВ.04.02.01</i>	<i>Лингвистические основы анализа естественного языка</i>			
<i>Б1.В.ДВ.04.02.02</i>	<i>Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта</i>	ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки	Практика оценки качества NLP-моделей (BLEU, ROUGE, F1 для NER) формирует навыки определения специализированных критериев приёмки для NLP-задач	С — студент формулирует критерии приёмки для NLP-компонентов, разрабатывает тест-кейсы
<i>Б1.В.ДВ.04.02.03</i>	<i>Практикум по обработке естественного языка (NLP)</i>	ПК-1.3. Разрабатывает ТЗ на систему с элементами ИИ, проводит обследование текущей ситуации и выявление требований	Проектная работа по созданию NLP-системы требует полного цикла формирования ТЗ	С — студент самостоятельно проводит обследование и формирует ТЗ на NLP-систему
		ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Проектирование полной NLP-системы формирует навыки архитектурных решений для текстовых пайплайнов	П — студент разрабатывает архитектуру NLP-системы с учётом требований масштабируемости, проектирует системы мониторинга
		ПК-3.2. Разрабатывает план тестирования и организационные документы для тестирования ПО систем ИИ	Проектирование NLP-системы включает планирование тестирования: тесты качества генерации, проверка на галлюцинации, безопасность промптов	С — студент разрабатывает комплексный план тестирования NLP-системы
Б1.В.ДВ.05	Элективный модуль 1			
<i>Б1.В.ДВ.05.01</i>	<i>Основы программирования HTML - CSS - JavaScript</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.02</i>	<i>Основы программирования на языке NodeJS</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.03</i>	<i>Основы программирования на языке Go</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.04</i>	<i>Основы программирования на языке Julia</i>			
Б1.В.ДВ.06	Элективный модуль 2			
<i>Б1.В.ДВ.06.01</i>	<i>Основы робототехники</i>			
<i>Б1.В.ДВ.06.02</i>	<i>Цифровые двойники</i>			
<i>Б1.В.ДВ.06.03</i>	<i>Большие языковые модели</i>	ПК-1.1. Анализирует	Изучение архитектурных и	С — студент анализирует

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	ресурсных ограничений БЯМ формирует навык анализа осуществимости требований к системам на основе LLM	осуществимость требований к системам с LLM, учитывая ограничения по латентности, стоимости инференса, качеству генерации
Б1.В.ДВ.07	Элективный модуль 3			
<i>Б1.В.ДВ.07.01</i>	<i>Информационный поиск</i>			
<i>Б1.В.ДВ.07.02</i>	<i>Рекомендательные системы</i>			
<i>Б1.В.ДВ.07.03</i>	<i>Генеративные модели</i>			
Б1.В.ДВ.08	Элективный модуль 4			
<i>Б1.В.ДВ.08.01</i>	<i>Обработка сигналов</i>			
<i>Б1.В.ДВ.08.02</i>	<i>Анализ временных рядов</i>			
<i>Б1.В.ДВ.08.03</i>	<i>Вайб-коддинг</i>	ПК-2.2. Разрабатывает прототипы ИС с элементами ИИ, проводит их валидацию с заинтересованными сторонами	Практика быстрого прототипирования с помощью LLM-ассистентов ускоряет создание MVP, демонстрационных приложений и интерфейсов для валидации с заказчиком	С — студент разрабатывает интерактивные прототипы с использованием ИИ-ассистентов, проводит валидацию
Блок 2. Практика				
Обязательная часть				
Б2.О.01	Базовая компонента			
Б2.О.01.01(У)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная)	ПК-1.3. Разрабатывает ТЗ на систему с элементами ИИ, проводит обследование текущей ситуации и выявление требований	Первый опыт работы над учебным проектом формирует начальные навыки формулирования требований и составления ТЗ	Б — студент участвует в формировании ТЗ, заполняя отдельные разделы по заданным шаблонам
		ПК-2.2. Разрабатывает прототипы ИС с элементами ИИ, проводит их валидацию с заинтересованными сторонами	Реализация учебного проекта формирует навыки создания первых прототипов ИС с элементами ИИ	Б — студент создаёт простые прототипы для демонстрации функциональности
		ПК-3.2. Разрабатывает план тестирования и организационные документы для тестирования ПО систем ИИ	Выполнение учебного проекта требует составления базового плана тестирования	Б — студент составляет план тестирования отдельных модулей по заданному шаблону
Б2.О.01.02(У)	Эксплуатационная практика (учебная)	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО	Выполнение индивидуального исследовательского проекта формирует навык	С — студент самостоятельно проводит анализ осуществимости

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	самостоятельного анализа осуществимости требований для нестандартной задачи	требований, выявляет противоречия
		ПК-2.2. Разрабатывает прототипы ИС с элементами ИИ, проводит их валидацию с заинтересованными сторонами	Исследовательский проект формирует навыки создания прототипов с валидацией результатов перед руководителем	С — студент разрабатывает интерактивные прототипы с интеграцией ML-моделей, проводит их валидацию
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ	Оценка результатов экспериментов в исследовательском проекте формирует навыки анализа качества	С — студент оценивает тестовое покрытие, выявляет проблемы качества, формирует рекомендации
Б2.О.02	Вариативная компонента			
Б2.О.02.01(П)	Эксплуатационная практика (производственная)	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Работа в производственном окружении формирует навык анализа требований с учётом реальных технических, организационных и ресурсных ограничений	П — студент проводит комплексный анализ требований в условиях неопределённости, формирует стратегию реализации
		ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ, выбирает архитектурные паттерны и технологический стек	Участие в проектировании промышленных ИС формирует навыки обоснованного выбора архитектуры в реальных условиях	П — студент разрабатывает архитектуру распределённой ИС с компонентами ИИ, обосновывает выбор паттернов
		ПК-2.3. Проектирует и разрабатывает БД ИС с элементами ИИ, обеспечивает управление доступом к данным	Работа с промышленными БД формирует навыки проектирования комплексных систем хранения данных	П — студент проектирует комплексную систему хранения данных с учётом версионирования моделей, аудита, производительности и безопасности
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ, обеспечивает закрытие запросов заказчика	Работа в производственной среде формирует навыки реализации процесса контроля качества по регламентам организации	П — студент реализует процесс контроля качества в соответствии с регламентами организации, обеспечивает закрытие запросов

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
Б2.О.02.02(П)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная)	ПК-1.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты систем ИИ и описывает их взаимодействие	Разработка спецификаций для промышленных компонентов формирует навыки создания полного комплекта документации	П — студент разрабатывает полный комплект технических спецификаций сложной системы ИИ
		ПК-1.3. Разрабатывает ТЗ на систему с элементами ИИ, проводит обследование текущей ситуации и выявление требований	Работа над производственным проектом формирует навыки руководства процессом выявления требований у реального заказчика	П — студент руководит процессом выявления требований, формирует ТЗ на сложную систему ИИ
		ПК-2.2. Разрабатывает прототипы ИС с элементами ИИ, проводит их валидацию с заинтересованными сторонами	Разработка прототипа для реального заказчика формирует навыки итеративного прототипирования с интеграцией обратной связи	П — студент руководит итеративным процессом прототипирования, интегрирует обратную связь от стейкхолдеров
		ПК-3.2. Разрабатывает план тестирования и организационные документы для тестирования ПО систем ИИ	Планирование тестирования промышленного ПО формирует навыки комплексного подхода к тестированию на всех уровнях	П — студент руководит разработкой стратегии тестирования на всех уровнях (модульный, интеграционный, системный, приёмочный), интегрирует тестирование моделей в CI/CD
Часть, формируемая участниками образовательных отношений				
Б2.В.01(Пд)	Преддипломная практика	ПК-1.1. Анализирует возможности реализации требований к ПО систем ИИ, выявляет противоречия и ограничения	Студент проводит комплексный анализ требований для проекта ВКР с учётом всех ограничений	П — студент формирует стратегию реализации с учётом технических, организационных и ресурсных ограничений
		ПК-1.3. Разрабатывает ТЗ на систему с элементами ИИ, проводит обследование текущей ситуации и выявление требований	Студент разрабатывает полный комплект документации для ВКР-проекта, включая ТЗ	П — студент руководит процессом выявления требований, формирует ТЗ с учётом нормативных и отраслевых стандартов
		ПК-2.1. Проектирует архитектуру ИС с компонентами ИИ,	Студент проектирует архитектуру системы для ВКР с полным обоснованием	П — студент разрабатывает архитектуру сложной ИС с компонентами ИИ,

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикатора компетенции
		выбирает архитектурные паттерны и технологический стек		обосновывает выбор паттернов и технологий, проектирует системы мониторинга и отката
		ПК-2.3. Проектирует и разрабатывает БД ИС с элементами ИИ, обеспечивает управление доступом к данным	Студент проектирует систему хранения данных для ВКР-проекта	П — студент проектирует комплексную систему хранения с учётом версионирования, аудита, производительности и безопасности
		ПК-3.1. Верифицирует требования к ПО систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки	Студент разрабатывает комплексную стратегию верификации для ВКР-проекта	П — студент разрабатывает комплексную стратегию верификации требований с учётом специфики ИИ (дрейф данных, воспроизводимость, объяснимость)
		ПК-3.3. Оценивает результаты тестирования, реализует процесс контроля качества ПО систем ИИ, обеспечивает закрытие запросов заказчика	Студент реализует полный цикл контроля качества ВКР-проекта	П — студент реализует процесс контроля качества, проводит ретроспективу качества, формирует итоговый отчёт
Блок 3. Государственная итоговая аттестация				
Б3.01(Д)	Оформление, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР	Все ПК		

7.5. По окончании освоения ОП ВО выпускник должен обладать следующими универсальными (НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ) компетенциями КРМ:

Код	Формулировка компетенции	Всего индикаторов в КРМ	Формируется в ОП ВО
SS-1	Способен учитывать философские, когнитивные и социальные основания концепций ИИ в профессиональной деятельности	2	2
SS-2	Способен к эффективной коммуникации и командной работе в междисциплинарных проектах в области ИИ	2	2
SS-3	Способен к критическому анализу, метарефлексии и переносу знаний при работе с системами ИИ	3	3
	ИТОГО	7	7 (100%)

ВСЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ (НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ) КОМПЕТЕНЦИИ И ВСЕ ИНДИКАТОРЫ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ КРМ, ФОРМИРУЮТСЯ В ОП ВО.

МАТРИЦА ФОРМИРОВАНИЯ SS

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
Блок 1. Дисциплины (модули)				
Обязательная часть				
Б1.О.01	Базовая компонента			
Б1.О.01.01	Базовый модуль "Гуманитарные дисциплины, БЖД, физическая культура"			
Б1.О.01.01.01	История России			
Б1.О.01.01.02	Основы российской государственности			
Б1.О.01.01.03	История религий России			
Б1.О.01.01.04	Русский язык и культура речи			
Б1.О.01.01.05	Правоведение	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Изучение правовых основ регулирования ИИ-систем, норм интеллектуальной собственности, правового статуса алгоритмических решений формирует способность анализировать поведение ИИ в правовом контексте.	Б — студент знакомится с правовым полем, в котором функционируют ИИ-системы, распознаёт правовые ограничения применения ИИ
Б1.О.01.01.06	Философия	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Изучение основных философских систем — эпистемологии, философии сознания, философии языка — создаёт фундамент для понимания различий между вычислением и мышлением, между данными, информацией и знанием.	Б — студент понимает различие между вычислением и мышлением, между данными, информацией и знанием
		SS-3.3. Осуществляет метарефлексию при анализе систем и принятии решений, предсказывает возможные эффекты от внедрения ИИ через несколько уровней влияния, переосмысляет ИИ в своей профессиональной роли и в обществе	Философская традиция рефлексии, критического анализа собственного мышления и общественных процессов формирует базовые навыки метарефлексии.	Б — студент осознаёт собственную позицию и способен различать уровни последствий (технический и социальный)

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
Б1.О.01.01.07	Основы военной подготовки. Безопасность жизнедеятельности			
Б1.О.01.01.08	Физическая культура			
Б1.О.01.02	Базовый модуль "Математика для искусственного интеллекта"			
Б1.О.01.02.01	Линейная алгебра			
Б1.О.01.02.02	Дискретная математика			
Б1.О.01.02.03	Математический анализ			
Б1.О.01.02.04	Теория вероятностей и математическая статистика	SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)	Изучение вероятностных моделей, статистических критериев и ошибок I и II рода формирует способность отличать факт от интерпретации, аргументированно оценивать надёжность данных.	Б — студент воспринимает необходимость критически относиться к результатам, распознаёт очевидные ошибки в интерпретации данных
Б1.О.01.02.05	Численная линейная алгебра			
Б1.О.01.02.06	Дифференциальные уравнения			
Б1.О.01.03	Базовый модуль "Программирование"			
Б1.О.01.03.01	История и теория программирования	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Изучение истории развития парадигм программирования — от машины Тьюринга до современных языков — формирует понимание эволюции концепций вычисления, алгоритма и формального языка.	Б — студент понимает различие между вычислением и мышлением, знакомится с историческим контекстом дискуссии о возможностях машин
Б1.О.01.03.02	Программирование на языке Python	SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы	Освоение Python как основного языка для прототипирования ИИ-решений формирует базовые навыки работы с ИИ-инструментами и библиотеками, постановки задач средствами кода.	Б — студент формулирует базовые запросы к ИИ-сервисам и фиксирует критерии готовности для своей части работ

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества		
Б1.О.01.03.03	Программирование на языке C++			
Б1.О.01.03.04	Параллельное и распределенное программирование			
Б1.О.01.04	Базовый модуль "Введение в искусственный интеллект"			
Б1.О.01.04.01	Введение в искусственный интеллект	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Первое систематическое знакомство с концепциями ИИ: символический vs. коннекционистский подходы, понятия агента, среды, знаний, обучения. Формирует понимание различия между данными, информацией и знанием в контексте ИИ.	Б — студент понимает различие между вычислением и мышлением, учитывает это различие в базовой работе с ИИ
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Обзорное изучение областей применения ИИ формирует способность распознавать типовые задачи, в которых ИИ может быть применим.	Б — студент распознаёт типовые задачи, определяет возможность использования ИИ-подходов в смежных областях
Б1.О.01.04.02	Искусственный интеллект и когнитивная психология	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Изучение когнитивных процессов человека в сопоставлении с работой ИИ-систем формирует понимание различий и аналогий между человеческим и машинным «интеллектом», концепций языка и знания.	С — студент понимает различие между вычислением и мышлением, начинает обосновывать выбор терминологии при описании поведения ИИ

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		<p>SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)</p>	<p>Систематическое изучение когнитивных искажений (confirmation bias, anchoring, availability heuristic и др.) и их проявлений при взаимодействии человека с ИИ-системами.</p>	<p>С — студент распознаёт когнитивные искажения, начинает анализировать их влияние в коллективной и алгоритмической работе</p>
		<p>SS-3.3. Осуществляет метарефлексию при анализе систем и принятии решений, предсказывает возможные эффекты от внедрения ИИ через несколько уровней влияния, переосмысляет ИИ в своей профессиональной роли и в обществе</p>	<p>Изучение взаимодействия когнитивных систем человека и ИИ формирует способность к рефлексии собственных мыслительных практик.</p>	<p>Б — студент осознаёт собственную позицию и влияние ИИ на непосредственную профессиональную деятельность</p>
<p>Б1.О.01.04.03</p>	<p>Этика и безопасность использования искусственного интеллекта</p>	<p>SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ</p>	<p>Центральная дисциплина для формирования данного индикатора. Изучение этических принципов (справедливость, прозрачность, подотчётность, безопасность), подходов к этической оценке ИИ, проблем алгоритмической предвзятости, дискриминации и манипуляции.</p>	<p>С — студент осознаёт этические проблемы ИИ, знает основные принципы, умеет выявлять ценностные конфликты в конкретных рабочих ситуациях, знает подходы к этической оценке ИИ и их ограничения</p>
		<p>SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения</p>	<p>Изучение механизмов формирования предвзятостей в данных и моделях, их</p>	<p>С — студент анализирует влияние предвзятостей ИИ на принимаемые</p>

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		<p>человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)</p>	<p>связи с когнитивными искажениями разработчиков и пользователей.</p>	<p>решения, обосновывает оценку надёжности данных и выдачи ИИ</p>
		<p>SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области</p>	<p>Анализ этических и социальных аспектов внедрения ИИ в различных отраслях формирует способность оценивать целесообразность и ограничения ИИ в социальном и правовом контекстах.</p>	<p>С — студент оценивает целесообразность и ограничения применения ИИ с учётом социальных и правовых условий</p>
		<p>SS-3.3. Осуществляет метарефлексию при анализе систем и принятии решений, предсказывает возможные эффекты от внедрения ИИ через несколько уровней влияния, переосмысливает ИИ в своей профессиональной роли и в обществе</p>	<p>Изучение кейсов внедрения ИИ и их последствий формирует способность предсказывать эффекты от внедрения ИИ на разных уровнях.</p>	<p>С — студент использует системное мышление при анализе, формулирует сценарии влияния ИИ в своей области и за её пределами</p>
<p>Б1.О.01.04.04</p>	<p>Методы разработки решений на основе искусственного интеллекта (Git, Docker)</p>	<p>SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании,</p>	<p>Освоение систем контроля версий (Git) и контейнеризации (Docker) формирует навыки фиксации договорённостей через коммиты, pull requests,</p>	<p>С — студент фиксирует критерии готовности, участвует в координации разработки, указывает источники данных и ссылки на код/модель</p>

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	CI/CD-пайплайны, определения критериев готовности (DoD) для компонентов ИИ-системы.	
Б1.О.01.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык	SS-2.2. Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег и контур ИИ-компонентов: адаптирует язык под аудиторию (tech/product/C-level), распределяет ответственность (RACI) и представляет результаты в понятном формате	Развитие коммуникативных навыков на иностранном языке создаёт основу для адаптации стиля общения к разным аудиториям в международном контексте.	Б — студент способен кратко объяснить на иностранном языке функцию ИИ-системы, использует понятные аналогии для описания сложных механизмов
Б1.О.02	Вариативная компонента			
Б1.О.02.01	Профессиональный модуль "Работа с данными"			
Б1.О.02.01.01	Алгоритмы и структуры данных			
Б1.О.02.01.02	Статистические методы и первичный анализ данных	SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)	Практическое освоение методов первичного анализа данных формирует навыки критической оценки качества данных, выявления аномалий, смещений в выборках, отличия статистически значимых закономерностей от артефактов.	С — студент распознаёт предвзятости в данных, обращает внимание на качество обучающей выборки, начинает обосновывать оценку надёжности данных

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
Б1.О.02.01.03	Введение в базы данных			
Б1.О.02.01.04	Hadoop, SPARK			
Б1.О.02.01.05	Онтология и графы знаний	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Изучение формальных моделей представления знаний (онтологии, семантические сети, графы знаний) формирует понимание различия между данными, информацией и знанием на практическом уровне, знакомит с основами эпистемологии машинного обучения.	С — студент знает основы эпистемологии МО, обосновывает выбор терминологии, применяет философские подходы для анализа моделей (сравнение символического ИИ с нейросетевым подходом)
Б1.О.02.02	Профессиональный модуль "Машинное обучение"			
Б1.О.02.02.01	Методы машинного обучения	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Изучение парадигм машинного обучения (обучение с учителем, без учителя, с подкреплением) формирует понимание того, как «обучаются» алгоритмы и что они «знают».	С — студент знает основы эпистемологии МО, обосновывает выбор терминологии при описании поведения ИИ, применяет философские подходы для анализа конкретных моделей
		SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	Многосеместровый курс охватывает все стадии жизненного цикла модели, включая формирование обучающей выборки, что позволяет соотносить технические характеристики модели с потенциальными рисками применения.	С — студент умеет выявлять ценностные конфликты, соотносит технические характеристики модели с рисками, способен аргументированно обсуждать альтернативы с учётом этических аспектов
		SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка	Практическая работа с моделями МО требует постоянной критической оценки результатов: выявление переобучения, оценка метрик, анализ ошибок модели и их причин.	С — студент анализирует влияние предвзятостей, обосновывает оценку надёжности выдачи ИИ на основе контекста, источников и методики

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)		
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Освоение широкого спектра методов МО формирует способность оценивать целесообразность их применения для различных задач, сравнивать подходы и адаптировать методы к новому контексту.	С — студент оценивает целесообразность и ограничения применения ИИ, сравнивает подходы из разных областей и адаптирует методы
Б1.О.02.02.02	Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)			
Б1.О.02.02.03	Оптимизация моделей машинного обучения	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Изучение методов оптимизации моделей формирует способность оценивать технические ограничения ИИ-решений, определять баланс между качеством модели и вычислительными затратами.	С — студент оценивает целесообразность и ограничения применения ИИ с учётом технических условий
Б1.О.02.02.04	MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта	SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	Изучение полного жизненного цикла промышленных ИИ-систем включает мониторинг, обнаружение дрейфа данных и моделей, что позволяет систематически отслеживать этические и социальные риски на стадиях развёртывания и эксплуатации.	П — студент способен формировать этическую архитектуру ИИ-системы с учётом конкретного отраслевого использования, встраивает принципы этичного ИИ в процессы внедрения
		SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной	Освоение практик MLOps формирует навыки согласования целей проекта с возможностями ИИ-	С — студент согласовывает цели проекта с возможностями ИИ-системы, вносит

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	системы и ограничениями инфраструктуры, определения метрик и критериев качества для компонентов пайплайна.	предложения по отбору метрик, переводит цели в формализованные задачи с указанием входов/выходов и критериев качества
		SS-2.2. Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег и контур ИИ-компонентов: адаптирует язык под аудиторию (tech/product/C-level), распределяет ответственность (RACI) и представляет результаты в понятном формате	Практика промышленного внедрения ИИ требует взаимодействия с различными стейкхолдерами (разработчики, DevOps, менеджеры, заказчики), что формирует навыки адаптации коммуникации и распределения ответственности.	С — студент адаптирует сообщение под аудиторию, распределяет ответственности с применением матрицы RACI, специфицирует интерфейсы «люди ↔ ИИ»
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Изучение процессов промышленного внедрения формирует комплексный взгляд на ИИ-систему в техническом, организационном и экономическом контексте.	С — студент оценивает целесообразность и ограничения применения ИИ с учётом технических, социальных и организационных условий
Б1.О.02.03	Профессиональный модуль "Глубокое обучение и нейронные сети"			
Б1.О.02.03.01	Основы глубокого обучения	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Изучение архитектур глубокого обучения углубляет понимание того, как «обучаются» нейронные сети и что они «знают», формирует осмысленное отношение к понятиям «представление»	С — студент знает основы эпистемологии МО, обосновывает выбор терминологии при описании поведения нейросетевых моделей

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
			(representation) и «понимание» в контексте ИИ.	
Б1.О.02.03.02	Нейронные сети	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Углублённое изучение архитектур нейронных сетей позволяет проводить эпистемологический анализ конкретных моделей, сравнивать символический ИИ с нейросетевым подходом на практическом уровне.	С — студент применяет философские подходы для анализа конкретных моделей ИИ, выполняет эпистемологический анализ
		SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)	Работа с нейросетевыми моделями требует оценки надёжности предсказаний, анализа неинтерпретируемости и потенциальных предвзятостей глубоких моделей.	С — студент анализирует влияние предвзятостей, учитывает ограничения интерпретируемости нейросетей
Б1.О.02.03.03	Безопасность систем искусственного интеллекта	SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	Изучение угроз безопасности ИИ-систем (adversarial attacks, data poisoning, model stealing) и методов защиты формирует способность соотносить технические характеристики модели с рисками, встраивать принципы безопасного ИИ в процессы проектирования и тестирования.	П — студент встраивает принципы безопасного ИИ в процессы проектирования и тестирования, участвует в аудите безопасности ИИ-систем
		SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и	Изучение методов атак на ИИ-системы и защиты от них формирует критическое	П — студент интегрирует методы анализа и устранения предвзятости, предлагает стратегии

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		<p>примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)</p>	<p>отношение к надёжности выдачи ИИ, способность оценивать устойчивость моделей к манипуляциям.</p>	<p>повышения надёжности данных и выводов</p>
Б1.О.02.03.04	Практическая подготовка на проектах отраслевых промышленных партнеров	<p>SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ</p>	<p>Работа над реальными проектами индустриальных партнёров требует учёта этических и социальных рисков в контексте конкретной отрасли (промышленность, финансы, медицина и т.д.).</p>	<p>П — студент способен формировать этическую архитектуру ИИ-системы с учётом конкретного отраслевого использования, участвует в формировании этических стандартов в команде</p>
		<p>SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества</p>	<p>Реальная проектная работа с индустриальными партнёрами формирует навыки планирования, постановки задач, согласования целей с возможностями ИИ-системы в условиях реальных ограничений.</p>	<p>П — студент инициирует структурированную постановку задачи ИИ с участием предметных специалистов, помогает трансформировать бизнес-проблему в формализуемую ИИ-задачу</p>
		<p>SS-2.2. Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег и контур ИИ-компонентов: адаптирует язык под аудиторию</p>	<p>Взаимодействие с представителями индустрии требует адаптации коммуникации под разные аудитории: технические специалисты партнёра,</p>	<p>П — студент курирует подготовку выступлений, выстраивает логику объяснения ИИ-решений в зависимости от контекста,</p>

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		(tech/product/C-level), распределяет ответственность (RACI) и представляет результаты в понятном формате	менеджеры проектов, руководство.	обеспечивает баланс между точностью и доступностью
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Работа с реальными задачами партнёров из разных отраслей формирует способность оценивать целесообразность ИИ в конкретном контексте и переносить методы между предметными областями.	П — студент разрабатывает аргументированные стратегии применения ИИ с учётом комплексного анализа задач, стейкхолдеров и контекста внедрения
		SS-3.3. Осуществляет метарефлексию при анализе систем и принятии решений, предсказывает возможные эффекты от внедрения ИИ через несколько уровней влияния, переосмысляет ИИ в своей профессиональной роли и в обществе	Опыт реальной проектной работы стимулирует рефлексию о месте ИИ в конкретной отрасли и собственной профессиональной роли.	П — студент использует системное мышление (технические, организационные, социальные аспекты), формулирует сценарии влияния ИИ
Б1.О.02.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык в профессиональной деятельности	SS-2.2. Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег и контур ИИ-компонентов: адаптирует язык под аудиторию (tech/product/C-level), распределяет ответственность (RACI) и представляет результаты в понятном формате	Освоение профессиональной терминологии ИИ на иностранном языке, навыков чтения научных статей и подготовки презентаций формирует способность адаптировать описание ИИ-системы для международной аудитории.	С — студент активно адаптирует описание ИИ-системы под нужды стейкхолдеров, учитывает уровень подготовленности аудитории
Часть, формируемая участниками образовательных отношений				
Б1.В.ДВ.01	Прикладная физическая культура			

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
Б1.В.ДВ.02	Второй иностранный язык (практический курс)			
Б1.В.ДВ.03	Междисциплинарный модуль	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Междисциплинарный характер модуля формирует способность переносить идеи и методы за пределы исходной предметной области, определять возможности ИИ в смежных дисциплинах.	Б — студент определяет возможность использования ИИ-подходов в смежных предметных областях
Б1.В.ДВ.04	Образовательные траектории			
Б1.В.ДВ.04.01	Трек "Компьютерное зрение"			
Б1.В.ДВ.04.01.01	<i>Введение в компьютерное зрение</i>	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Знакомство с областью компьютерного зрения формирует понимание специфики задач, в которых применим ИИ для анализа визуальной информации.	С — студент распознаёт задачи, где ИИ применим, начинает оценивать целесообразность и ограничения
Б1.В.ДВ.04.01.02	<i>Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта</i>	SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников,	Практическая работа с визуальными данными формирует навыки критической оценки качества разметки, выявления предвзятостей в обучающих наборах изображений, оценки надёжности распознавания.	С — студент анализирует влияние предвзятостей в данных и модели на результаты распознавания

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)		
Б1.В.ДВ.04.01.03	Проектирование и разработка систем компьютерного зрения	SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	Многосеместровый проект по разработке системы CV требует учёта этических рисков (приватность, слежка, дискриминация в распознавании лиц и т.п.) на всех стадиях жизненного цикла.	П — студент способен формировать этическую архитектуру системы CV с учётом конкретного применения, встраивает принципы этичного ИИ в проектирование
		SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	Командная работа над многосеместровым проектом формирует навыки планирования, постановки задач, согласования метрик и критериев качества компонентов CV-системы.	С — студент активно участвует в постановке задач, вносит предложения по метрикам, согласовывает цели с возможностями системы
		SS-2.2. Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег и контур ИИ-компонентов: адаптирует язык под аудиторию (tech/product/C-level), распределяет ответственность (RACI) и представляет результаты в понятном формате	Необходимость представлять результаты проекта (промежуточные и финальные) формирует навыки адаптации сообщения для разных аудиторий.	С — студент совместно определяет, как представить компоненты CV-решения, координирует связность выступления с командой
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и	Проектирование системы CV требует комплексного анализа применимости ИИ к конкретным задачам зрения с учётом технических ограничений и	П — студент разрабатывает аргументированные стратегии применения CV с учётом комплексного анализа задач и контекста

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	социальных последствий.	
Б1.В.ДВ.04.02	Трек "Обработка естественного языка"			
<i>Б1.В.ДВ.04.02.01</i>	<i>Лингвистические основы анализа естественного языка</i>	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Изучение лингвистических теорий в контексте NLP формирует осмысленное понимание концепции языка — различие между формальными моделями языка и естественным языком человека.	С — студент обосновывает выбор терминологии при описании языковых моделей, понимает ограничения формальных подходов к моделированию языка
<i>Б1.В.ДВ.04.02.02</i>	<i>Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта</i>	SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)	Практическая работа с текстовыми данными формирует навыки выявления предвзятостей в корпусах текстов, оценки надёжности NLP-моделей, критического анализа результатов обработки ЕЯ.	С — студент анализирует влияние предвзятостей в текстовых данных на результаты NLP-моделей
<i>Б1.В.ДВ.04.02.03</i>	<i>Практикум по обработке естественного языка (NLP)</i>	SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	Многосеместровый проект по разработке NLP-системы требует учёта этических рисков (дезинформация, языковая дискриминация, манипуляция и т.п.) на всех стадиях.	П — студент способен формировать этическую архитектуру NLP-системы с учётом конкретного применения
		SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при	Командная работа над NLP-проектом формирует навыки постановки задач, определения метрик качества, координации	С — студент активно участвует в постановке задач, согласовывает цели с возможностями NLP-системы

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	компонентов пайплайна обработки текста.	
		SS-2.2. Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег и контур ИИ-компонентов: адаптирует язык под аудиторию (tech/product/C-level), распределяет ответственность (RACI) и представляет результаты в понятном формате	Представление результатов NLP-проекта требует умения объяснить работу языковых моделей аудитории с разным уровнем подготовки.	С — студент совместно определяет, как представить компоненты NLP-решения, адаптирует описание под аудиторию
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Проектирование NLP-системы требует анализа применимости ИИ к задачам работы с языком с учётом технических, социальных и культурных контекстов.	П — студент разрабатывает стратегии применения NLP с учётом комплексного анализа задач и контекста
Б1.В.ДВ.05	Элективный модуль 1			
<i>Б1.В.ДВ.05.01</i>	<i>Основы программирования HTML - CSS - JavaScript</i>	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и	Междисциплинарный характер модуля формирует способность переносить идеи и методы за пределы исходной предметной области, определять возможности ИИ в смежных дисциплинах.	Б — студент определяет возможность использования ИИ-подходов в смежных предметных областях

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		методы за пределы исходной предметной области		
<i>Б1.В.ДВ.05.02</i>	<i>Основы программирования на языке NodeJS</i>	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Междисциплинарный характер модуля формирует способность переносить идеи и методы за пределы исходной предметной области, определять возможности ИИ в смежных дисциплинах.	Б — студент определяет возможность использования ИИ-подходов в смежных предметных областях
<i>Б1.В.ДВ.05.03</i>	<i>Основы программирования на языке Go</i>	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Междисциплинарный характер модуля формирует способность переносить идеи и методы за пределы исходной предметной области, определять возможности ИИ в смежных дисциплинах.	Б — студент определяет возможность использования ИИ-подходов в смежных предметных областях
<i>Б1.В.ДВ.05.04</i>	<i>Основы программирования на языке Julia</i>	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Междисциплинарный характер модуля формирует способность переносить идеи и методы за пределы исходной предметной области, определять возможности ИИ в смежных дисциплинах.	Б — студент определяет возможность использования ИИ-подходов в смежных предметных областях
Б1.В.ДВ.06	Элективный модуль 2			
<i>Б1.В.ДВ.06.01</i>	<i>Основы робототехники</i>	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует	Изучение применения ИИ в робототехнике формирует способность переносить методы МО/DL в область	С — студент оценивает целесообразность и ограничения применения ИИ в робототехнике,

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	физических агентов, оценивать специфические ограничения и риски воплощённого ИИ.	адаптирует методы к новому контексту
		SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Робототехника прямо связана с концепцией агентности — физический агент, взаимодействующий с окружающей средой, поднимает вопросы о природе интеллекта, автономности и ответственности.	С — студент обосновывает интерпретацию поведения робота, понимает проблему агентности на практическом уровне
<i>Б1.В.ДВ.06.02</i>	<i>Цифровые двойники</i>	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Изучение технологий цифровых двойников формирует способность переносить методы ИИ в область моделирования и симуляции, оценивать применимость ИИ для создания виртуальных моделей реальных объектов.	С — студент оценивает целесообразность ИИ в задачах моделирования, сравнивает подходы из разных областей
<i>Б1.В.ДВ.06.03</i>	<i>Большие языковые модели</i>	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Изучение БЯМ ставит фундаментальные вопросы о природе языкового «понимания» и «знания» машин, о границах между статистическим моделированием и семантическим пониманием.	П — студент применяет философские модели для анализа БЯМ, определяет границы машинного «мышления» и субъектности
		SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	БЯМ порождают значительные этические и социальные риски: генерация дезинформации, плагиат, манипуляция, скрытые предвзятости в обучающих корпусах.	С — студент умеет выявлять ценностные конфликты при использовании БЯМ, соотносит технические характеристики с рисками
		SS-2.1. Эффективно коммуницирует с	БЯМ как ИИ-агент в составе гибридной команды	С — студент переводит цели в формализованные

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	«Человек+ИИ»: освоение навыков промптинга, постановки задач ИИ-агенту, оценки качества его выдачи.	задачи для ИИ-агентов с указанием контекста, входов/выходов и критериев качества
		SS-3.3. Осуществляет метарефлексию при анализе систем и принятии решений, предсказывает возможные эффекты от внедрения ИИ через несколько уровней влияния, переосмысливает ИИ в своей профессиональной роли и в обществе	БЯМ трансформируют профессиональные роли, рынок труда и культуру. Изучение этой технологии стимулирует рефлексию о будущем профессии.	С — студент использует системное мышление, формулирует сценарии влияния БЯМ в своей области и за её пределами
Б1.В.ДВ.07	Элективный модуль 3			
<i>Б1.В.ДВ.07.01</i>	<i>Информационный поиск</i>	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Изучение методов информационного поиска формирует способность оценивать применимость ИИ для задач ранжирования и релевантности с учётом социальных последствий (фильтровые пузыри, манипуляция поисковой выдачей).	С — студент оценивает целесообразность и ограничения ИИ в конкретной области применения
<i>Б1.В.ДВ.07.02</i>	<i>Рекомендательные системы</i>	SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	Рекомендательные системы — один из наиболее наглядных примеров этических рисков ИИ (фильтровые пузыри, манипуляция вниманием,	С — студент выявляет ценностные конфликты при разработке рекомендательной системы, способен аргументированно обсуждать

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
			зависимость пользователей).	альтернативы с учётом этики
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Рекомендательные системы действуют на стыке технических и социальных контекстов, что формирует навыки комплексного анализа.	С — студент оценивает целесообразность и ограничения ИИ с учётом технических и социальных условий
Б1.В.ДВ.07.03	Генеративные модели	SS-1.1. Учитывает в разработке и эксплуатации систем ИИ философские основания концепций интеллекта, языка, знания, агентности	Генеративные модели ставят вопросы о природе «творчества» машин, границах между генерацией и созданием, между имитацией и пониманием.	С — студент обосновывает терминологию, применяет философские подходы для анализа генеративных моделей
		SS-1.2. Применяет методики работы с этическими и социальными рисками, возникающими на разных стадиях жизненного цикла ИИ	Генеративные модели порождают риски (дипфейки, авторское право, дезинформация), требующие этического анализа.	С — студент выявляет ценностные конфликты, соотносит технические возможности генеративных моделей с потенциальными рисками
Б1.В.ДВ.08	Элективный модуль 4			
Б1.В.ДВ.08.01	Обработка сигналов	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Изучение обработки сигналов формирует способность переносить методы ИИ в смежную область и оценивать их применимость.	С — студент оценивает целесообразность ИИ для задач обработки сигналов, адаптирует методы к новому контексту
Б1.В.ДВ.08.02	Анализ временных рядов	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач,	Применение ИИ к анализу временных рядов из различных предметных областей (финансы,	С — студент оценивает целесообразность, сравнивает подходы и адаптирует методы

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	промышленность, медицина) формирует навыки трансдисциплинарного переноса методов.	
Б1.В.ДВ.08.03	Вайб-кодинг	SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	Вайб-кодинг — прямая практика работы в гибридной команде «Человек+ИИ»: постановка задач ИИ-агенту на естественном языке, оценка качества генерации кода, итеративное уточнение.	С — студент переводит цели в формализованные задачи для ИИ-агентов, осуществляет проверку понимания и оценку качества выдачи
		SS-3.1. Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надёжность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации)	Работа с ИИ-генераторами кода требует постоянной критической оценки генерируемого кода, выявления ошибок и предвзятостей, отличия рабочего решения от «галлюцинации».	С — студент анализирует влияние когнитивных искажений (слепое доверие ИИ-генератору), обосновывает оценку надёжности выдачи
		SS-3.3. Осуществляет метарефлексию при анализе систем	Вайб-кодинг прямо ставит вопрос о трансформации роли	С — студент осуществляет рефлексию своих практик работы с ИИ,

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		и принятии решений, предсказывает возможные эффекты от внедрения ИИ через несколько уровней влияния, переосмысляет ИИ в своей профессиональной роли и в обществе	программиста в эпоху ИИ-ассистентов.	формулирует сценарии влияния ИИ на профессию программиста
Блок 2. Практика				
Обязательная часть				
Б2.О.01	Базовая компонента			
Б2.О.01.01(У)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная)	SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	Первый опыт работы в учебной проектной команде формирует базовые навыки коммуникации по техническим задачам, фиксации договорённостей и критериев готовности.	Б — студент понимает общую цель, участвует в обсуждении задач, формулирует предложения, ориентируясь на техническую сторону
Б2.О.01.02(У)	Эксплуатационная практика (учебная)	SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	Практика эксплуатации ИС формирует навыки работы с действующими системами, постановки задач по сопровождению и модификации.	С — студент формулирует собственное понимание задач и уточняет его, указывает источники данных, понимает базовые ограничения
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ	Опыт эксплуатации реальных ИС формирует понимание	Б — студент распознаёт типовые задачи, определяет

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	того, где ИИ-компоненты применимы и каковы их ограничения в практической эксплуатации.	возможность использования ИИ
Б2.О.02	Вариативная компонента			
Б2.О.02.01(П)	Эксплуатационная практика (производственная)	SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	Работа в реальном производственном коллективе формирует навыки профессиональной коммуникации, согласования целей с ограничениями инфраструктуры.	С — студент активно участвует в обсуждении задач с учётом требований, вносит предложения по распределению ролей
		SS-2.2. Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег и контур ИИ-компонентов: адаптирует язык под аудиторию (tech/product/C-level), распределяет ответственность (RACI) и представляет результаты в понятном формате	Производственная среда включает специалистов с разным уровнем технической подготовки, что формирует навыки адаптации коммуникации.	С — студент учитывает уровень подготовленности аудитории, помогает участникам понять ограничения ИИ-системы
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом,	Производственная практика позволяет оценить целесообразность ИИ в реальных рабочих процессах предприятия.	С — студент оценивает целесообразность и ограничения применения ИИ с учётом технических, социальных и правовых условий

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области		
Б2.О.02.02(П)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная)	SS-2.1. Эффективно коммуницирует с участниками проектной команды при планировании, реализации и анализе результатов работы в контексте гибридной команды «Человек+ИИ», включая постановку задач людям и ИИ-агентам, фиксацию договорённостей и критериев качества	Производственная технологическая практика формирует навыки планирования, постановки задач и фиксации критериев качества в реальных условиях.	С — студент согласовывает цели с возможностями ИИ-системы, принимает участие в приоритизации задач
		SS-2.2. Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег и контур ИИ-компонентов: адаптирует язык под аудиторию (tech/product/C-level), распределяет ответственность (RACI) и представляет результаты в понятном формате	Представление результатов практики различным стейкхолдерам формирует навыки адаптации коммуникации и распределения ответственности.	С — студент адаптирует сообщение, координирует связность выступления, распределяет ответственности
		SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной	Решение производственных задач формирует способность оценивать релевантность ИИ в конкретном технологическом контексте.	С — студент оценивает целесообразность ИИ, сравнивает подходы и адаптирует методы к производственному контексту

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		предметной области		
Часть, формируемая участниками образовательных отношений				
Б2.В.01(Пд)	Преддипломная практика	SS-3.2. Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области	Выполнение исследования по теме ВКР требует обоснования выбора ИИ-подхода для решения конкретной задачи с комплексным учётом контекста.	П — студент разрабатывает аргументированную стратегию применения ИИ с учётом комплексного анализа задач, стейкхолдеров и контекста, конструирует трансдисциплинарные решения
		SS-3.3. Осуществляет метарефлексию при анализе систем и принятии решений, предсказывает возможные эффекты от внедрения ИИ через несколько уровней влияния, переосмысляет ИИ в своей профессиональной роли и в обществе	Преддипломная практика стимулирует итоговую рефлексию о месте и роли ИИ в выбранной области, о собственной профессиональной идентичности.	П — студент переосмысляет место ИИ в профессиональной роли, формулирует критические представления о будущем профессии
Блок 3. Государственная итоговая аттестация				
Б3.01(Д)	Оформление, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР	Все SS		

Анализ уровней освоения индикаторов универсальных (надпрофессиональных) компетенций КРМ (SS):

Индикатор	Всего дисциплин, формирующих индикатор	Дисциплин, формирующих индикатор на уровне			Интегральный уровень освоения компетенции
		Б	С	П	
SS-1.1	12	3	8	1	
SS-1.2	10	-	5	5	
SS-1		3	13	6	С
SS-2.1	12	2	9	1	
SS-2.2	8	1	6	1	
SS-2		3	15	2	С
SS-3.1	10	1	8	1	
SS-3.2	25	8	13	4	
SS-3.3	7	2	3	2	
SS-3		11	24	7	С

7.6. По окончании освоения ОП ВО выпускник должен обладать следующими профессиональными (**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ**) компетенциями **КРМ**:

№ п/п	Код	Формулировка компетенции	Индикаторы, формируемые в ОП ВО	Всего индикаторов в КРМ	Формируется в ОП ВО
1	MF-1	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	MF-1.1, MF-1.2, MF-1.3	3	3
2	MF-3	Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта.	MF-3.1, MF-3.2	2	2
3	MF-4	Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ.	MF-4.1, MF-4.2, MF-4.3	3	3
4	BD-1	Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	BD-1.2, BD-1.3, BD-1.4, BD-1.5	4	4
5	BD-2	Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения, проводить разметку и анализ наборов данных, оценивать качество данных, обеспечивать непрерывную интеграцию данных	BD-2.1, BD-2.2, BD-2.3	3	3
6	BD-3	Способен организовывать хранение данных, выбирая адекватные технологические решения	BD-3.1, BD-3.2	2	2
7	BD-4	Способен применять различные модели и (или) технологии обработки больших данных	BD-4.1, BD-4.2, BD-4.3	3	3
8	ML-2	Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения, включая подготовку данных, оценку качества моделей и работу с признаками	ML-2.1, ML-2.2, ML-2.3	3	3
9	ML-3	Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	ML-3.1, ML-3.2, ML-3.3	3	3
10	ML-4	Способен применять методы обучения без учителя для анализа данных и выявления скрытых закономерностей	ML-4.1, ML-4.2, ML-4.3	3	3
11	ML-6	Способен применять алгоритмы обучения с подкреплением	ML-6.1, ML-6.2	3	2
12	DL-1	Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей	DL-1.1, DL-1.3, DL-1.4, DL-1.5, DL-1.7, DL-1.9, DL-1.11, DL-1.12	13	8
13	DL-3	Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3	4	3
14	DL-4	Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии обработки естественного языка	DL-4.1, DL-4.2, DL-4.3	4	3
15	PL-1	Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ	PL-1.1, PL-1.2, PL-1.3	4	3
16	LC-1	Способен проводить анализ бизнес-проблем с оценкой перспективности применения ИИ для их решения, осуществлять постановку задачи, формулировать требования к системе ИИ	LC-1.1, LC-1.2, LC-1.3	3	3
17	LC-2	Способен проводить эксперименты на данных, формулировать гипотезы исследования, строить (обучать, дообучать) модели ИИ с оценкой их качества и анализом ошибок, обеспечивать	LC-2.1, LC-2.2	2	2

№ п/п	Код	Формулировка компетенции	Индикаторы, формируемые в ОП ВО	Всего индикаторов в КРМ	Формируется в ОП ВО
		воспроизводимость и масштабируемость исследований на данных			
18	LC-5	Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки, развертывания, эксплуатации и мониторинга систем ИИ	LC-5.1, LC-5.2	2	2
19	LLM-1	Способен применять и (или) разрабатывать генеративные модели и БЯМ	LLM-1.1, LLM-1.2, LLM-1.4, LLM-1.5, LLM-1.7	7	5
20	AI S-1	Способен управлять рисками при разработке и использовании систем ИИ, выстраивать управление безопасностью ИИ в организации с учетом принципов этического использования ИИ	AI S-1.1, AI S-1.2	2	2
		ИТОГО		73	57 (78%)

МАТРИЦА ФОРМИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
Блок 1. Дисциплины (модули)				
Обязательная часть				
Б1.О.01	Базовая компонента			
Б1.О.01.01	Базовый модуль "Гуманитарные дисциплины, БЖД, физическая культура"			
Б1.О.01.01.01	История России			
Б1.О.01.01.02	Основы российской государственности			
Б1.О.01.01.03	История религий России			
Б1.О.01.01.04	Русский язык и культура речи			
Б1.О.01.01.05	Правоведение			
Б1.О.01.01.06	Философия			
Б1.О.01.01.07	Основы военной подготовки. Безопасность жизнедеятельности			
Б1.О.01.01.08	Физическая культура			
Б1.О.01.02	Базовый модуль "Математика для искусственного интеллекта"			
Б1.О.01.02.01	Линейная алгебра	MF-1.1. Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах ИИ, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи	Изучение векторных пространств, линейных преобразований, собственных значений и матричных разложений создаёт математический фундамент для понимания моделей ИИ: представления данных в виде матриц и тензоров, линейных моделей, метода главных компонент, SVD-разложения. Студент осваивает математический язык, на	Б — студент знает основные методы и модели линейной алгебры, может объяснить их роль в задачах ИИ (матричные разложения в PCA, линейная регрессия как задача наименьших квадратов), понимает необходимость их модификации в

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
			котором формулируются задачи машинного обучения.	зависимости от типа задачи
Б1.О.01.02.02	Дискретная математика			
Б1.О.01.02.03	Математический анализ	MF-1.1. Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах ИИ, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи	Изучение пределов, дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных, рядов формирует аппарат, необходимый для понимания функций потерь, градиентного спуска, обратного распространения ошибки. Студент учится работать с непрерывными моделями и обосновывать их аналитические свойства (сходимость, непрерывность, экстремумы).	Б — студент знает основные методы математического анализа, может объяснить их применение в задачах ИИ (производные для градиентного спуска, интегралы для вычисления вероятностей), понимает необходимость адаптации математических конструкций к задачам оптимизации и обучения
Б1.О.01.02.04	Теория вероятностей и математическая статистика	MF-1.2. Применяет аппарат теории вероятностей, математической статистики и теории информации для формулирования и анализа задач ИИ	Изучение случайных величин, распределений, оценивания параметров, статистических критериев, условных вероятностей и информационных мер формирует основу вероятностного мышления, необходимого для построения и анализа моделей ИИ.	Б — студент проводит оценку распределений и статистических зависимостей, владеет терминологией теории вероятностей, математической статистики и теории информации
		MF-1.3. Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения	Изучение марковских цепей, скрытых марковских моделей, условных распределений и статистических критериев создаёт основу для понимания вероятностных моделей, используемых в машинном обучении.	Б — студент применяет популярные статистические критерии для проверки базовых гипотез, владеет терминологией; строит непараметрические и параметрические модели для низкоразмерных распределений; идентифицирует и применяет модели на основе марковских цепей и марковские скрытые модели
		MF-4.1. Применяет статистические методы анализа и машинного обучения для решения задач анализа данных и	Курс даёт первое систематическое знакомство со статистическим подходом к анализу данных: проверка гипотез, доверительные интервалы, корреляционный анализ, регрессионный анализ.	Б — студент понимает отличия статистического обучения от нестатистического, владеет классификацией

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		проведения экспериментов на данных		методов статистического машинного обучения
		MF-4.2. Способен применять статистические методы для построения предсказательных моделей, включая методы для анализа и прогнозирования временных рядов	Разделы курса, посвящённые регрессионному анализу и основам стохастических процессов, формируют начальные навыки построения предсказательных моделей.	Б — студент способен формализовать и применять статистические методы идентификации регрессионных и классификационных моделей; применяет и понимает основы базовых вероятностных моделей для временных рядов на основе авторегрессионных зависимостей
Б1.О.01.02.05	Численная линейная алгебра	MF-3.1. Применяет методы оптимизации для разработки и исследования обучающих алгоритмов	Изучение численных методов решения систем линейных уравнений, итерационных алгоритмов, устойчивости вычислений формирует вычислительную базу, необходимую для понимания и реализации алгоритмов оптимизации в задачах МО.	Б — студент применяет типовые градиентные алгоритмы для решения типовых задач оптимизации, понимает основные теоретические аспекты (сходимость, устойчивость), их классификацию и области применения
Б1.О.01.02.06	Дифференциальные уравнения	MF-4.2. Способен применять статистические методы для построения предсказательных моделей, включая моделирование нестационарных случайных процессов	Изучение обыкновенных дифференциальных уравнений и динамических систем формирует аппарат для моделирования непрерывных процессов, что связано с методами анализа временных рядов и нейронными ODE.	С — студент строит модели динамических систем для многомерных временных рядов и полей
Б1.О.01.03	Базовый модуль "Программирование"			
Б1.О.01.03.01	История и теория программирования			
Б1.О.01.03.02	Программирование на языке Python	PL-1.1. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка	Первый курс программирования на Python формирует базовые навыки: синтаксис, типы данных, управляющие конструкции, функции, классы, модули, работа с файлами.	Б — студент знает основы синтаксиса языка, пишет небольшие скрипты для автоматизации ручной работы по обработке небольших объемов данных с помощью встроенных модулей

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений		и внешних библиотек (csv, json, requests)
		PL-1.2. Осуществляет выбор инструментов разработки на Python, приемлемых для создания прикладной системы обработки научных данных, машинного обучения и визуализации с заданными требованиями	Знакомство с экосистемой Python: NumPy, SciPy, Pandas для научных вычислений и обработки данных.	Б — студент знает и применяет основные библиотеки для научных вычислений (NumPy, SciPy, Pandas)
Б1.О.01.03.03	Программирование на языке C++			
Б1.О.01.03.04	Параллельное и распределенное программирование	PL-1.3. Разрабатывает и поддерживает системы обработки больших данных различной степени сложности	Изучение принципов параллельного и распределённого программирования формирует базу для разработки масштабируемых систем обработки данных.	Б — студент способен разработать и поддерживать простейшие ETL-скрипты в пайплайнах обработки данных
Б1.О.01.04	Базовый модуль "Введение в искусственный интеллект"			
Б1.О.01.04.01	Введение в искусственный интеллект	ML-2.1. Различает основные типы задач МО и применяет на практике принципы их решения	Обзорный курс формирует целостное представление о типах задач ИИ (классификация, регрессия, кластеризация, обучение с подкреплением), истории развития области, основных подходах и современных тенденциях.	Б — студент различает основные типы задач машинного обучения (обучение с учителем, без учителя и с подкреплением), применяет типовые подходы к решению базовых задач с использованием готовых инструментов и библиотек (ScikitLearn)
		LC-1.1. Формализует бизнес-цели и вырабатывает под них стратегии внедрения ИИ	На примерах реальных кейсов студент учится определять, какие задачи из различных предметных областей могут быть решены методами ИИ, и формулировать их в терминах машинного обучения.	Б — студент определяет и формализует проблему предметной области, решение которой требует применения ИИ
Б1.О.01.04.02	Искусственный интеллект и			

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
	КОГНИТИВНАЯ ПСИХОЛОГИЯ			
Б1.О.01.04.03	Этика и безопасность использования искусственного интеллекта	AI S-1.1. Выявляет и моделирует угрозы на всём жизненном цикле ИИ-систем, оценивает и приоритизирует риски	Изучение основных категорий рисков ИИ, этических дилемм, типовых атак на модели (отравление данных, кража модели) и нормативной базы (ГОСТ, NIST AI RMF, MITRE ATLAS) формирует начальное понимание безопасности ИИ.	Б — студент понимает основные категории рисков и атак на ИИ (отравление данных, кража модели через API, обход защиты), применяет типовые методики (STRIDE, MITRE ATLAS) по готовым шаблонам; знает международные фреймворки и стандарты
		AI S-1.2. Обеспечивает соответствие нормативным требованиям и принципам доверенного/этичного ИИ	Изучение Кодекса этики ИИ РФ, закона 152-ФЗ «О персональных данных», принципов Responsible AI формирует базовое понимание нормативных и этических требований к системам ИИ.	Б — студент знаком с Кодексом этики в сфере ИИ РФ (2021), базовыми принципами Responsible AI, законом 152-ФЗ «О персональных данных» и основами GDPR; может описать процесс Data Impact Assessment
Б1.О.01.04.04	Методы разработки решений на основе искусственного интеллекта (Git, Docker)	LC-5.2. Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик по управлению данными с необходимым уровнем доступа, контроля качества, резервирования и скоростью выполнения запросов	Изучение систем контроля версий (Git), контейнеризации (Docker), базовых принципов DevOps формирует инструментальную базу для управления кодом, данными и окружениями в проектах ИИ.	Б — студент применяет системы контроля версий данных (DVC)
		BD-2.3. Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Практика работы с Git и Docker создаёт основу для понимания процессов непрерывной интеграции и автоматизации в проектах с данными.	Б — студент умеет применять инструменты интеграции данных
Б1.О.01.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык			
Б1.О.02	Вариативная компонента			
Б1.О.02.01	Профессиональный модуль "Работа с данными"			
Б1.О.02.01.01	Алгоритмы и структуры данных	PL-1.1. Разрабатывает и	Изучение алгоритмов сортировки, поиска, графовых	С — студент владеет основными

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		отлаживает прикладные решения разной сложности с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	алгоритмов, хеш-таблиц, деревьев, динамического программирования развивает алгоритмическое мышление и навыки эффективной реализации на Python.	библиотеками для выполнения большинства рутинных задач в крупных проектах: ввод-вывод, серверное программирование (FastAPI, Flask), применение многопоточности (модуль Threading); самостоятельно участвует в разработке серверных приложений
Б1.О.02.01.02	Статистические методы и первичный анализ данных	MF-1.2. Применяет аппарат теории вероятностей, математической статистики и теории информации для формулирования и анализа задач ИИ	Практическое применение статистических методов при разведочном анализе данных (EDA): вычисление корреляций, построение и проверка гипотез на реальных датасетах, оценка информативности признаков.	С — студент применяет методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ
		MF-4.1. Применяет статистические методы анализа и МО для решения задач анализа данных и проведения экспериментов на данных	Студент применяет статистические методы к реальным данным, учится выбирать подходящие подходы в зависимости от характеристик данных.	С — студент применяет и выбирает методы статистического МО, учитывая особенности данных и задачи, а также объясняет различия между подходами
		BD-1.2. Обосновывает способы и варианты применения методов предварительного анализа данных в задачах ИИ	Студент осваивает инструменты визуализации (Matplotlib, Seaborn), вычисляет статистические характеристики данных, строит диаграммы и графики для первичного анализа данных.	Б — студент вычисляет основные статистические характеристики данных, применяет методы визуализации данных
		BD-1.3. Применяет методы анализа данных для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ	Практикум по работе с пропусками, выбросами, дубликатами в табличных данных формирует навыки предобработки.	Б — студент применяет методы заполнения пропусков в данных и удаления выбросов в табличных данных (случайные величины)
		BD-1.4. Применяет методы понижения	Знакомство с PCA, t-SNE для визуализации многомерных	Б — студент использует

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		размерности для первичной интерпретации и визуализации многомерных данных	данных в рамках разведочного анализа.	существующие библиотеки, реализующие методы понижения размерности
		BD-2.1. Определяет требования к наборам и качеству данных для решения задач МО	Студент учится оценивать качество датасетов, определять достаточность объёма данных, выявлять проблемы с данными.	Б — студент проверяет данные на корректность, производит разметку данных, формирует датасеты для обучения, валидации и тестирования
		ML-2.2. Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками	Студент осваивает техники разведочного анализа, работу с пропущенными значениями и выбросами, нормализацию и стандартизацию признаков.	Б — студент проводит разведочный анализ данных, умеет работать с пропущенными значениями и выбросами
		PL-1.2. Осуществляет выбор инструментов разработки на Python для создания прикладной системы обработки данных, МО и визуализации	Практическое использование Pandas, Matplotlib, Seaborn для анализа и визуализации данных.	С — студент знает и применяет основные библиотеки для визуализации данных (Matplotlib, Seaborn), оптимизирует код с использованием библиотек для научных вычислений
		LC-2.2. Проводит эксперименты на данных и визуализирует результаты с применением технологий анализа данных (статистического анализа), методов и алгоритмов МО	Студент учится планировать эксперименты на данных: формулировать гипотезу, выбирать метод проверки, визуализировать результат.	Б — студент создаёт план экспериментов на данных
Б1.О.02.01.03	Введение в базы данных	BD-2.2. Работает с данными, в том числе собирает данные из разрозненных источников, проверяет данные на корректность	Изучение реляционной модели, SQL, нормализации, проектирования схем БД формирует навыки работы со структурированными данными из различных источников.	Б — студент подготавливает данные для дальнейшей обработки и анализа
		BD-3.1. Разрабатывает, отлаживает и тестирует прикладные решения с	Практика проектирования и реализации реляционных баз данных, написание SQL-запросов различной сложности.	Б — студент знает популярные реляционные СУБД и основные принципы организации реляционных систем

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		<p>применением технологий хранения структурированных данных, оценивает качество построенных прикладных решений</p>		<p>хранения; умеет создавать базы данных, заполнять данными реляционные хранилища и писать запросы к данным на языке SQL</p>
		<p>BD-3.2. Разрабатывает, отлаживает и тестирует прикладные решения с применением технологий хранения неструктурированных данных, оценивает качество</p>	<p>Знакомство с NoSQL-хранилищами (документные, key-value, графовые, колоночные) как альтернативой реляционным СУБД.</p>	<p>Б — студент знает основные технологии NoSQL, знаком с популярными хранилищами классов Ключ-Значение, Документные, Колоночные и Графовые; понимает общие особенности каждого класса; использует основные команды для работы с данными в таких хранилищах</p>
<p>Б1.О.02.01.04</p>	<p>Hadoop, SPARK</p>	<p>BD-3.1. Разрабатывает, отлаживает и тестирует прикладные решения с применением технологий хранения структурированных данных</p>	<p>Изучение распределённых хранилищ данных расширяет навыки работы со структурированными данными на масштабе.</p>	<p>С — студент пишет аналитические запросы к данным и анализирует план запроса; умеет создавать представления, хранимые процедуры, функции и триггеры</p>
		<p>BD-3.2. Разрабатывает, отлаживает и тестирует прикладные решения с применением технологий хранения неструктурированных данных</p>	<p>Практика создания баз данных в NoSQL-хранилищах в распределённом окружении.</p>	<p>С — студент умеет создавать базы данных в хранилищах Ключ-Значение, Документные, Колоночные и Графовые; работает на уровне применения наиболее известных подходов и технологий каждого класса</p>
		<p>BD-4.1. Осуществляет выбор технологий обработки больших данных, приемлемых для создания прикладной системы ИИ</p>	<p>Изучение MapReduce, экосистемы Hadoop, Apache Spark формирует понимание принципов параллельной обработки больших данных.</p>	<p>Б — студент знает принципы модели MapReduce для параллельной обработки больших данных</p>

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		BD-4.2. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с применением различных технологий обработки данных	Практика написания программ обработки данных с использованием Hadoop и Spark.	Б — студент знает подходы к обработке больших данных
		BD-4.3. Тестирует, испытывает и оценивает качество решений с элементами ИИ, реализованных с использованием технологий обработки данных	Знакомство с методами тестирования и оценки распределённых вычислений.	Б — студент знает методы распараллеливания обработки больших данных
		PL-1.3. Разрабатывает и поддерживает системы обработки больших данных различной степени сложности	Практика работы с PySpark, Airflow для построения пайплайнов обработки данных.	С — студент способен применять основные функции фреймворка PySpark, может самостоятельно построить процесс обработки больших данных с использованием Airflow
Б1.О.02.01.05	Онтология и графы знаний			
Б1.О.02.02	Профессиональный модуль "Машинное обучение"			
		MF-1.1. Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах ИИ	Студент учится выбирать и обосновывать конкретные методы МО для решения задач разного типа, анализировать их эффективность на данных.	С — студент применяет методы и модели ИИ для решения конкретных задач, анализирует потребности задачи и адаптирует модели для повышения их эффективности и точности
Б1.О.02.02.01	Методы машинного обучения	MF-1.3. Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей МО	Изучение графических вероятностных моделей, наивного Байеса, гауссовских смесей, связи вероятностных и генеративных моделей.	С — студент применяет теоретические основы графических вероятностных моделей и знает их основные виды, формализует связь между вероятностными моделями и генеративными моделями МО, обучает и применяет многомерные

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				графовые вероятностные модели
		MF-3.2. Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей МО	Практика настройки гиперпараметров с помощью GridSearch, RandomSearch для различных моделей.	Б — студент знает и использует стандартные методы поиска гиперпараметров, такие как поиск по решётке и случайный поиск, для настройки моделей МО в стандартных задачах
		MF-4.1. Применяет статистические методы анализа и МО для решения задач анализа данных	Интеграция статистических подходов с моделями МО, применение методов к реальным задачам.	П — студент разрабатывает и адаптирует сложные статистические модели, анализирует их теоретические свойства и руководит внедрением в практические проекты
		MF-4.2. Способен применять статистические методы для построения предсказательных моделей	Изучение моделей регрессии, классификации и методов прогнозирования временных рядов (ARIMA).	С — студент строит модели динамических систем для многомерных временных рядов и полей
		MF-4.3. Способен применять статистические методы для оценки качества моделей ИИ	Изучение метрик качества (accuracy, F1, ROC-AUC, MSE, R ²) для задач классификации, регрессии и кластеризации.	Б — студент оценивает качество моделей МО; знает метрики и меры качества моделей регрессии, классификации, кластеризации
		BD-1.2. Обосновывает способы и варианты применения методов предварительного анализа данных	Применение EDA перед обучением моделей: анализ признаков, выявление зависимостей, визуализация.	С — студент проводит одномерный и многомерный анализ признаков, в том числе с использованием средств визуализации
		BD-1.3. Применяет методы анализа данных для проверки разведочных гипотез и подготовки данных	Практика предобработки данных перед обучением моделей: нормализация, стандартизация, кодирование.	С — студент производит очистку зашумлённых временных рядов и изображений; обнаруживает и устраняет выбросы; выбирает адекватные подходы к заполнению пропусков

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		BD-1.4. Применяет методы понижения размерности для первичной интерпретации и визуализации	Практика применения PCA, t-SNE и других методов в пайплайне МО.	С — студент применяет основные методы понижения размерности и подбирает оптимальную размерность в зависимости от необходимой доли объяснённой дисперсии
		BD-1.5. Отбирает признаки данных, значимые для исследования	Изучение методов отбора признаков (фильтрация, оборачивающие, встроенные методы).	Б — студент использует существующие библиотеки, реализующие методы отбора признаков
		BD-2.1. Определяет требования к наборам и качеству данных для решения задач МО	Практика формирования обучающей/валидационной/тестовой выборки, оценки достаточности данных.	С — студент ставит задачу разметки и оценивает качество работы разметчиков
		ML-2.1. Различает основные типы задач МО и применяет на практике принципы их решения	Систематическое изучение типов задач МО с практической реализацией на реальных данных.	С — студент выбирает и обосновывает методы решения задач МО с учётом характеристик данных и бизнес-контекста, настраивает базовые модели и проводит их оценку
		ML-2.2. Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками	Углублённое изучение техник feature engineering: создание новых признаков, преобразование, отбор.	С — студент владеет методами генерации признаков (отбор, создание и преобразование признаков)
		ML-2.3. Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей	Изучение метрик качества, кросс-валидации, диагностики переобучения/недообучения.	Б — студент применяет на практике основные метрики оценки качества для задач классификации и регрессии
		ML-3.1. Обосновывает способы и варианты применения классических методов и моделей МО	Систематическое изучение KNN, деревьев решений, линейной и логистической регрессии, SVM.	Б — студент описывает базовые модели МО с учителем с пониманием их математической сущности
		ML-3.2. Эффективно применяет	Практика обучения классических моделей на	Б — студент распознаёт и определяет

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		классические методы и модели МО для обеспечения достижимости функциональных характеристик систем ИИ	реальных данных, применение ансамблевых методов.	практическую задачу в терминах обучения, применяет стандартные алгоритмы для работы с данными и обучения моделей
		ML-3.3. Оценивает результативность применения классических методов и моделей МО на основе сопоставления с аналогами	Практика сравнительного анализа нескольких моделей на одном датасете.	Б — студент анализирует метрики и проводит сравнительный анализ нескольких моделей с учётом бизнес-требований
		ML-4.1. Применяет алгоритмы кластеризации и понижения размерности для решения практических задач	Изучение k-средних, DBSCAN, иерархической кластеризации, PCA, t-SNE.	Б — студент применяет стандартные библиотеки для обучения без учителя (ScikitLearn), понимает базовые модели для кластерного анализа и методы понижения размерности
		ML-4.2. Выявляет аномалии и применяет методы поиска ассоциативных правил	Изучение методов обнаружения аномалий (Isolation Forest, One-class SVM) и ассоциативного анализа (Apriori).	Б — студент использует готовые ИИ-инструменты и алгоритмы для базового обнаружения аномалий и генерации ассоциативных правил на стандартных наборах данных
		ML-4.3. Оценивает качество результатов обучения без учителя	Изучение метрик: силуэтный коэффициент, скорректированный индекс Рэнда.	Б — студент определяет базовые метрики качества обучения без учителя и использует готовые инструменты для оценки качества кластеризации
		ML-6.1. Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения с подкреплением	Введение в обучение с подкреплением: агент, среда, награда, Q-обучение, SARSA.	Б — студент описывает основные принципы обучения с подкреплением (агент, среда, награда) и обосновывает выбор простейших алгоритмов (Q-обучение, SARSA) для решения типовых задач

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		PL-1.2. Осуществляет выбор инструментов разработки на Python для МО и визуализации	Студент осваивает scikit-learn, PyTorch как основные библиотеки МО и обосновывает выбор инструмента.	С — студент знает и применяет библиотеки МО, в том числе глубокого обучения (scikit-learn, PyTorch, TensorFlow)
		LC-1.2. Выбирает оптимальные технологии под конкретные требования проекта внедрения ИИ	Студент учится анализировать требования задачи и выбирать подходящий алгоритм МО с обоснованием.	Б — студент проводит анализ требований (разрешение противоречий, приоритизация) в плане выбора технологий
		LC-2.1. Проводит эксперименты с моделями ИИ, оценивает их качество (точность, производительность)	Практика проведения экспериментов: обучение моделей, подбор гиперпараметров, анализ результатов.	Б — студент проводит эксперименты с моделями, выдвигает гипотезы
		LC-2.2. Проводит эксперименты на данных и визуализирует результаты	Практика проведения экспериментов на данных с визуализацией результатов.	С — студент оценивает качество данных с точки зрения применимости моделей ИИ
Б1.О.02.02.02	Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)	BD-4.1. Осуществляет выбор технологий обработки больших данных	Изучение GPU-вычислений расширяет понимание распределённой обработки данных для задач ИИ.	С — студент способен организовывать распределённое хранилище и параллельную обработку на базе современных технологий больших данных
		BD-4.2. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с применением технологий обработки данных	Практика разработки GPU-ускоренных пайплайнов обработки данных для задач МО.	С — студент разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с применением различных технологий обработки данных
Б1.О.02.02.03	Оптимизация моделей машинного обучения	MF-3.1. Применяет методы оптимизации для разработки и исследования обучающих алгоритмов	Систематическое изучение градиентных, метаэвристических, стохастических методов оптимизации в контексте обучения моделей.	С — студент анализирует сходимость и эффективность алгоритмов, выбирает и обосновывает применение наиболее подходящих методов в зависимости от характеристик данных и модели

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		MF-3.2. Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей МО	Изучение байесовской оптимизации гиперпараметров, Hyperband, Optuna.	С — студент умеет настраивать гиперпараметры с использованием более сложных методов, таких как байесовская оптимизация, для улучшения производительности моделей и минимизации времени обучения
		ML-3.1. Обосновывает способы и варианты применения классических методов и моделей МО	Студент обосновывает выбор конкретных алгоритмов и их параметров с учётом оптимизационных аспектов.	С — студент обосновывает выбор конкретных алгоритмов и их параметров в зависимости от задачи и данных
Б1.О.02.02.04	MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта	MF-4.3. Способен применять статистические методы для оценки качества моделей ИИ	Применение статистических методов для мониторинга качества моделей в продуктиве: обнаружение дрейфа, A/B тестирование.	С — студент оценивает статистические различия моделей и алгоритмов; знает и применяет модифицированные статистические критерии, A/B тестирование; применяет оценивание на основе модифицированных доверительных интервалов, использует байесовские тесты
		BD-2.3. Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Практика настройки DataOps-процессов в промышленном окружении: автоматизация ETL, мониторинг данных.	С — студент участвует в процессе непрерывной интеграции данных (DataOps)
		BD-4.3. Тестирует, испытывает и оценивает качество решений с элементами ИИ	Практика тестирования и оценки качества решений с ИИ в распределённом окружении.	С — студент испытывает решения с элементами ИИ параллельной и потоковой обработки распределённых данных
		DL-1.11. Применяет, адаптирует и разрабатывает методы сжатия нейронных сетей	Практика оптимизации моделей для развёртывания: квантование, прунинг, TensorRT.	С — студент комбинирует различные методы сжатия; разрабатывает кастомные стратегии прунинга; оптимизирует

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				процесс сжатия под целевое оборудование; выполняет квантование до 4 bit с минимальной потерей качества
		LC-5.1. Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик промышленной разработки систем ИИ, развёртывания и сопровождения моделей МО в продуктивной среде	Систематическое изучение MLOps-инструментов: MLflow, Weights & Biases, DVC, Docker, Kubernetes.	Б — студент тестирует, испытывает и оценивает качество инструментов и инженерных практик промышленной разработки систем ИИ, развёртывания и сопровождения моделей МО в рабочей версии ПО
		LC-5.2. Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик по управлению данными	Практика настройки Docker, Kubernetes для контейнеризации и оркестрации ML-сервисов.	С — студент настраивает инструменты виртуализации и контейнеризации (Docker, Kubernetes)
		LLM-1.2. Оценивает производительность генеративных моделей	Оценка производительности генеративных моделей в продуктивном окружении: задержка, пропускная способность, метрики качества.	С — студент интерпретирует значения метрик для оценки применимости модели
		LLM-1.7. Проводит валидацию и тестирование генеративных моделей	Практика автоматизированной валидации генеративных моделей в MLOps-окружении.	С — студент автоматизирует валидацию на основе тестов и метрик
Б1.О.02.03	Профессиональный модуль "Глубокое обучение и нейронные сети"			
Б1.О.02.03.01	Основы глубокого обучения	MF-1.2. Применяет аппарат теории вероятностей, математической статистики и теории информации для формулирования и анализа задач ИИ	Изучение вероятностных основ глубокого обучения: функции потерь через максимум правдоподобия, вариационный вывод, KL-дивергенция.	П — студент применяет подходы к оценке и конструированию распределений сложной формы, методы оценки нелинейной статистической зависимости, в том числе для случайных процессов
		BD-1.4. Применяет методы понижения размерности для первичной интерпретации и визуализации	Изучение автоэнкодеров как метода понижения размерности в сравнении с линейными методами.	П — студент владеет различными методами понижения размерности, оценивает результаты их работы и

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		многомерных данных		сравнивает между собой
		BD-1.5. Отбирает признаки данных, значимые для исследования	Изучение автоматического извлечения признаков глубокими нейронными сетями, анализ выученных представлений.	С — студент применяет основы методов отбора признаков и выбирает оптимальное подмножество признаков
		ML-2.3. Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей	Практика борьбы с несбалансированными данными при обучении глубоких моделей, кросс-валидация, анализ переобучения.	С — студент применяет различные типы кросс-валидации; оценивает качество моделей с учетом компромисса между смещением и дисперсией (недообучением / переобучением)
		ML-3.2. Эффективно применяет классические методы и модели МО	Сравнение классических методов с глубокими моделями, выбор подхода в зависимости от задачи.	С — студент применяет методы байесовской классификации и ансамблевых методов МО (бэггинг, бустинг, стэкинг моделей); применяет классические методы МО для временных рядов
		ML-4.1. Применяет алгоритмы кластеризации и понижения размерности	Изучение автоэнкодеров, UMAP и гауссовских смесей как продвинутых методов обучения без учителя.	С — студент владеет инструментами очистки данных и предварительной подготовки данных, методами понижения размерности и визуализации для анализа данных
		ML-4.2. Выявляет аномалии и применяет методы поиска ассоциативных правил	Применение глубоких моделей для обнаружения аномалий (автоэнкодеры для аномалий).	С — студент настраивает и применяет алгоритмы обнаружения аномалий с учётом структуры и особенностей реальных данных
		ML-4.3. Оценивает качество результатов обучения без учителя	Комплексная оценка качества кластеризации с интерпретацией результатов.	С — студент применяет метрики качества кластеризации; комбинирует различные методы для комплексного анализа данных; интерпретирует

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				результаты в контексте предметной области
		DL-1.1. Объясняет и применяет математические основы нейронных сетей	Изучение прямого распространения, обратного распространения ошибки, функций активации, инициализации весов, базовых оптимизаторов.	Б — студент выбирает функцию активации и степень связности нейронов; применяет обратное распространение ошибки для обновления весов нейронов; выбирает способ формирования начальных значений весов нейронов
		DL-1.3. Применяет современные архитектуры глубоких сетей	Изучение VGG, ResNet и принципов построения глубоких архитектур.	Б — студент применяет основные архитектуры глубокого обучения (VGG, ResNet)
		DL-1.4. Разрабатывает и оптимизирует специализированные архитектуры для работы с изображениями	Изучение свёрточных нейронных сетей: операция свёртки, пулинг, гиперпараметры.	Б — студент выбирает значения гиперпараметров нейронов свёртки и пулинга (размер ядра свёртки, шаг и отступ); применяет готовые архитектуры свёрточных нейронных сетей
		DL-1.5. Разрабатывает и оптимизирует специализированные архитектуры для работы с последовательностями	Изучение RNN, LSTM, GRU для работы с последовательными данными.	Б — студент выбирает значения гиперпараметров нейронов рекуррентных сетей; применяет готовые архитектуры RNN, LSTM, GRU
		DL-1.7. Разрабатывает, оптимизирует и применяет автоэнкодеры (AE) и вариационные автоэнкодеры (VAE)	Изучение архитектуры энкодер-декодер, функций потерь, принципов генерации через VAE.	Б — студент понимает базовые принципы работы AE и VAE (архитектура энкодер-декодер, функции потерь); умеет применять готовые реализации для стандартных задач на PyTorch
		DL-1.9. Разрабатывает, адаптирует и внедряет трансформерные архитектуры	Изучение механизма самовнимания, позиционного кодирования, архитектуры трансформера.	Б — студент понимает принципы работы трансформеров (самовнимание, позиционное кодирование); умеет применять готовые модели (BERT, GPT,

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				ViT) через Hugging Face/PyTorch
		DL-1.12. Применяет, адаптирует и разрабатывает методы дообучения нейронных сетей	Изучение transfer learning, fine-tuning, заморозки слоёв.	Б — студент понимает базовые техники дообучения (перенос обучения); умеет работать с предобученными моделями (ResNet, BERT, GPT); применяет стандартные подходы к адаптации последних слоёв
		PL-1.2. Осуществляет выбор инструментов разработки на Python для МО и визуализации	Студент осваивает PyTorch/TensorFlow на уровне реализации глубоких архитектур.	П — студент умеет разрабатывать собственные компоненты для библиотек МО с учётом интеграции с ними
		LLM-1.1. Знает архитектуры генеративных моделей	Обзор генеративных архитектур (GAN, VAE, диффузионные модели) как части курса глубокого обучения.	Б — студент отличает виды генеративных моделей и принципы их действия
		LC-2.1. Проводит эксперименты с моделями ИИ, оценивает их качество	Практика проведения экспериментов с глубокими моделями: выбор архитектуры, настройка обучения, анализ результатов.	С — студент владеет инструментами автоматизации проведения экспериментов в области ИИ
Б1.О.02.03.02	Нейронные сети	MF-1.1. Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах ИИ	Разработка нестандартных архитектур нейронных сетей для конкретных прикладных задач с обоснованием выбора.	П — студент разрабатывает новые методы и модели для нестандартных задач, обосновывает их применение с учётом специфики задачи, активно модифицирует и адаптирует модели для получения оптимальных решений
		MF-3.1. Применяет методы оптимизации для разработки и исследования обучающих алгоритмов	Углублённая практика оптимизации обучения глубоких нейронных сетей: выбор оптимизаторов, расписание скорости обучения, борьба с проблемными ландшафтами функций потерь.	П — студент внедряет инновационные подходы в оптимизацию моделей, учитывая специфику предметной области и ограничения вычислительных ресурсов
		ML-3.3. Оценивает результативность	Углублённый анализ ограничений классического	С — студент учитывает основные

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		применения классических методов и моделей МО	МО и обоснование перехода к глубокому обучению.	ограничения классического МО; разрабатывает рекомендации по использованию или отказу от классических моделей в пользу более сложных методов на основе обоснованного анализа
		ML-6.1. Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения с подкреплением	Изучение глубокого обучения с подкреплением: DQN, policy gradient, аппроксимация функции ценности.	С — студент разрабатывает адаптивного агента; проводит аппроксимацию функции ценности агента; применяет методы временных разностей и методы Монте-Карло для обучения агента
		DL-1.1. Объясняет и применяет математические основы нейронных сетей	Углублённое изучение оптимизаторов (Adam, AdaGrad, RMSProp), регуляризации, нормализации, методов оптимизации второго порядка.	С — студент задаёт скорость обучения в зависимости от задачи; выбирает функцию потерь; применяет регуляризацию и прореживание; выбирает размер пакета для стохастического градиентного спуска
		DL-1.3. Применяет современные архитектуры глубоких сетей	Изучение Inception, DenseNet, продвинутых вариантов ResNet, архитектур для отслеживания объектов.	С — студент применяет принцип построения вычислительного блока Google Inception; применяет принцип работы остаточного блока в ResNet; разрабатывает решения с применением базовых (backbone) сетей; знает и способен применять нейронные сети для отслеживания объектов
		DL-1.4. Разрабатывает и оптимизирует архитектуры для работы с изображениями	Углублённое изучение свёрточных архитектур: обратное распространение на слоях свёртки, EfficientNet, RetinaNet.	С — студент применяет принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свёртки и слоях

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				пулинга; разрабатывает собственные архитектуры CNN; разрабатывает решения на основе сложных конфигураций CNN
		DL-1.5. Разрабатывает и оптимизирует архитектуры для работы с последовательностями	Углублённое изучение рекуррентных архитектур: принципы работы блоков GRU и LSTM.	С — студент понимает принцип работы блока единичной задержки в рекуррентных нейронных сетях; применяет блоки RNN, GRU, LSTM для решения задач
		DL-1.7. Разрабатывает, оптимизирует и применяет автоэнкодеры (AE) и вариационные автоэнкодеры (VAE)	Настройка сложных архитектур (глубокие AE, условные VAE); оптимизация функций потерь (СКО + KL-дивергенция).	С — студент применяет различные автокодировщики для решения задач; настраивает сложные архитектуры; оптимизирует функции потерь; работает с разными типами данных
		DL-1.9. Разрабатывает, адаптирует и внедряет трансформерные архитектуры	Изучение специфических вариантов трансформерных архитектур и эффективных схем внимания.	С — студент понимает и применяет специфические архитектурные варианты для задач; использует эффективные схемы внимания (Linformer, Performer, Longformer); проводит детальный анализ ошибок модели
		DL-1.11. Применяет, адаптирует и разрабатывает методы сжатия нейронных сетей	Знакомство с методами сжатия: квантование, прунинг, дистилляция знаний.	Б — студент понимает основные методы сжатия: квантование, прунинг, дистилляция; умеет применять готовые решения (TensorRT, PyTorch Quantization); проводит базовую оценку качества после сжатия; умеет квантовать модели до 8 bit
		DL-1.12. Применяет, адаптирует и	Изучение продвинутых техник дообучения: LoRA, адаптеры, prefix tuning.	С — студент владеет продвинутыми техниками (слои

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		разрабатывает методы дообучения нейронных сетей		адаптера, LoRA, настройка префикса); комбинирует различные стратегии адаптации; работает с малыми датасетами (обучение по нескольким примерам)
Б1.О.02.03.03	Безопасность систем искусственного интеллекта	ML-6.2. Применяет методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов обучения с подкреплением	Изучение методов повышения устойчивости RL-систем в контексте общей безопасности ИИ.	С — студент реализует методы повышения устойчивости RL-систем (безопасная разведка, робастное RL, регуляризация); проверяет гипотезы поведения модели в нестандартных или неопределённых средах
		LLM-1.5. Оценивает защищённость моделей генерации	Систематическое изучение угроз безопасности генеративных моделей и методов защиты: prompt injection, jailbreak, утечка данных.	С — студент использует тесты для оценки безопасности моделей
		AI S-1.1. Выявляет и моделирует угрозы на всём жизненном цикле ИИ-систем	Углублённое изучение моделирования угроз ИИ на всех стадиях жизненного цикла, расчёт риск-профиля.	С — студент самостоятельно строит и поддерживает модели угроз для разных стадий жизненного цикла ИИ, рассчитывает риск-профиль, обосновывает приоритеты мер защиты
		AI S-1.2. Обеспечивает соответствие нормативным требованиям и принципам доверенного/этичного ИИ	Практика проведения DPIA / AI Impact-Assessment, подготовка документов для регулирующих органов.	С — студент проводит DPIA / AI Impact-Assessment по NIST AI RMF; подготавливает пакеты документов для регулирующих органов; участвует в решении конфликтов этика-безопасность-бизнес
Б1.О.02.03.04	Практическая подготовка на проектах отраслевых промышленных партнеров	MF-3.2. Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей МО	Студент разрабатывает и применяет собственные подходы к оптимизации гиперпараметров в реальном проекте.	П — студент разрабатывает и применяет собственные методы оптимизации гиперпараметров для сложных задач с высокой размерностью,

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				использует адаптивные подходы
		BD-2.1. Определяет требования к наборам и качеству данных для решения задач МО	Студент самостоятельно разрабатывает требования к данным для реального проекта индустриального партнёра.	П — студент разрабатывает требования для разметки и обработки данных
		ML-2.1. Различает основные типы задач МО и применяет на практике принципы их решения	Студент проектирует комплексные решения МО для реальных задач индустриальных партнёров.	П — студент проектирует и реализует комплексные решения МО для нестандартных задач, включая разработку пайплайнов, оптимизацию моделей и интерпретацию результатов
		ML-2.2. Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками	Студент проектирует комплексные пайплайны предобработки промышленных данных.	П — студент проектирует и внедряет комплексные пайплайны предварительной обработки данных с использованием современных методов ИИ, автоматизации и генерации признаков
		ML-2.3. Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей	Студент применяет продвинутые методы борьбы с несбалансированностью в реальном проекте.	П — студент применяет продвинутые методы работы с несбалансированным и данными (взвешенное обучение, SMOTE); настраивает кастомные метрики и функции потерь; проводит статистический анализ значимости результатов
		ML-3.1. Обосновывает способы и варианты применения классических методов МО	Студент разрабатывает и адаптирует алгоритмические решения для задач партнёра.	П — студент разрабатывает и адаптирует собственные алгоритмические решения на основе классических методов; обосновывает математически сложные решения

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		ML-3.2. Эффективно применяет классические методы и модели МО	Студент интегрирует классические модели в сложные промышленные системы ИИ.	П — студент способен адаптировать и модифицировать существующие алгоритмы под специфику задачи; интегрирует классические модели в сложные ИИ-системы с учётом требований к производительности и масштабированию
		ML-4.1. Применяет алгоритмы кластеризации и понижения размерности	Студент применяет продвинутые методы обучения без учителя в проекте.	П — студент выбирает и настраивает алгоритмы кластеризации и методы понижения размерности в зависимости от специфики задачи; интерпретирует полученные результаты и применяет их для обоснованных выводов
		ML-4.2. Выявляет аномалии и применяет методы поиска ассоциативных правил	Студент разрабатывает системы обнаружения аномалий для задач партнёра.	П — студент интерпретирует полученные результаты для поддержки принятия решений; разрабатывает и адаптирует алгоритмы под специфические задачи, оптимизирует их
		ML-4.3. Оценивает качество результатов обучения без учителя	Студент проектирует индивидуальные стратегии оценки качества в проекте.	П — студент проектирует и реализует индивидуальные стратегии оценки качества результатов обучения без учителя, включая разработку новых метрик
		DL-1.1. Объясняет и применяет математические основы нейронных сетей	Студент применяет продвинутые методы оптимизации нейронных сетей в реальном проекте.	П — студент применяет оптимизаторы к функции потерь во избежание проблемных ситуаций; визуализирует

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				ландшафт функции потерь; внедряет пакетную нормализацию; применяет методы оптимизации второго порядка
		DL-1.3. Применяет современные архитектуры глубоких сетей	Студент применяет продвинутое архитектуры для решения задач индустриального партнёра.	П — студент регулирует поток вычисления градиента в глубоких нейронных сетях
		LC-1.1. Формализует бизнес-цели и вырабатывает стратегии внедрения ИИ	Студент формализует бизнес-цели индустриального партнёра и проводит снятие требований.	С — студент формализует бизнес-цель заказчика по внедрению ИИ; выявляет заинтересованные стороны; проводит снятие требований с них (интервью, анкетирование, наблюдение)
		LC-1.2. Выбирает оптимальные технологии под конкретные требования проекта	Студент определяет стек технологий ИИ для проекта индустриального партнёра.	С — студент проводит анализ окружения места внедрения ИИ; выявляет функциональные и нефункциональные требования к разрабатываемой или внедряемой системе ИИ
		LC-1.3. Готовит и ведёт документы для реализации проектов в области ИИ	Студент разрабатывает технические требования для проекта индустриального партнёра.	С — студент разрабатывает технические требования на системы с ИИ с учётом особенностей предметной области
		LC-2.1. Проводит эксперименты с моделями ИИ, оценивает их качество	Студент создаёт промышленный прототип, доказывающий применимость выбранных моделей.	П — студент создаёт промышленные образцы, доказывающие применимость новых моделей или технологий
Б1.О.02.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык в профессиональной деятельности			
Часть, формируемая участниками образовательных отношений				
Б1.В.ДВ.01	Прикладная физическая культура			

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
Б1.В.ДВ.02	Второй иностранный язык (практический курс)			
Б1.В.ДВ.03	Междисциплинарный модуль			
Б1.В.ДВ.04	Образовательные траектории			
Б1.В.ДВ.04.01	Трек "Компьютерное зрение"			
Б1.В.ДВ.04.01.01	Введение в компьютерное зрение	DL-3.1. Применяет известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные модели для задач анализа изображений и видеопотока	Первый курс трека CV: изучение OpenCV, предобученных моделей, решение базовых задач (классификация, детекция).	Б — студент использует готовые модели из библиотеки OpenCV и популярных фреймворков (TorchVision); умеет применять стандартные архитектуры (ResNet, YOLO) для базовых задач; запускает инференс на изображениях и простых видеопотоках
		DL-3.2. Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением	Изучение основ компьютерного зрения: представление изображений, кодирование цвета, фильтрация, математическая морфология.	Б — студент понимает принципы представления изображений и кодирования цвета; применяет фильтрацию изображений; владеет аппаратом математической морфологии; понимает базовые задачи (классификация, детекция, сегментация)
Б1.В.ДВ.04.01.02	Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта	DL-1.12. Применяет, адаптирует и разрабатывает методы дообучения нейронных сетей	Практика transfer learning для CV: дообучение предобученных моделей на собственных данных.	С (в контексте CV) — студент владеет продвинутыми техниками; комбинирует различные стратегии адаптации; работает с малыми датасетами
		DL-3.1. Применяет известные алгоритмы и библиотеки CV, предобученные модели для задач анализа	Углублённая практика с предобученными моделями: перенос обучения, оптимизация, работа с видео.	С — студент сравнивает разные предобученные модели; проводит перенос обучения на своих данных; оптимизирует

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		изображений и видеопотока		гиперпараметры; создаёт пайплайны аугментации; умеет работать с видео
		DL-3.2. Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с CV	Изучение полного стека нейросетевых методов CV: архитектуры для сегментации, детекции, дескрипторы.	C — студент строит нейросетевые архитектуры для анализа изображений (VGG, Inception, ResNet, EfficientNet); строит архитектуры FCN и Unet для сегментации; строит одностадийные (SSD, YOLO) и двухстадийные (FASTER R-CNN, Mask R-CNN) детекторы
		DL-3.3. Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели CV на реальных данных	Практика имплементации пайплайнов обучения для задач CV на реальных данных.	Б — студент умеет применять стандартные архитектуры CNN для базовых задач; проводит базовую аугментацию и нормализацию изображений; оценивает качество по стандартным метрикам (точность, mAP, IoU)
Б1.В.ДВ.04.01.03	Проектирование и разработка систем компьютерного зрения	DL-1.4. Разрабатывает и оптимизирует архитектуры для работы с изображениями	Студент создаёт новые архитектурные решения для задач CV в проектном формате.	П — студент создаёт принципиально новые, эффективные архитектурные решения для CNN, основанные на глубоком понимании теории CNN и свойств данных
		DL-3.1. Применяет известные алгоритмы и библиотеки CV	Студент комбинирует CV-модели в комплексные промышленные решения.	П — студент разрабатывает стратегии применения моделей CV под бизнес-задачи; комбинирует несколько моделей в комплексные решения; строит сквозные пайплайны обработки видеопотоков
		DL-3.2. Определяет стек технологий для построения продуктов с CV	Студент проектирует полный стек CV-продукта.	П — студент применяет метрическое обучение для задач поиска и распознавания на

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				изображениях; реализует распознавание текста на изображении (CRNN, OCR на основе внимания)
		DL-3.3. Имплементирует известные алгоритмы CV на реальных данных, строит пайплайны обучения и развёртывания	Студент строит промышленные CV-пайплайны с CI/CD.	С — студент кастомизирует архитектуры; применяет методы ускорения инференса; настраивает распределённое обучение; создает пайплайны CI/CD для моделей CV
Б1.В.ДВ.04.02	Трек "Обработка естественного языка"			
<i>Б1.В.ДВ.04.02.01</i>	<i>Лингвистические основы анализа естественного языка</i>	DL-4.1. Применяет известные алгоритмы и библиотеки для обработки естественного языка	Изучение классических инструментов парсинга текстов: регулярные выражения, токенизация, морфологический и синтаксический анализ.	Б — студент владеет классическими инструментами парсинга текстов: регулярные выражения, токенизация, морфологический анализ, синтаксический анализ
		DL-4.2. Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с обработкой естественного языка	Изучение классических подходов к векторизации текстов: BoW, TF-IDF, латентный семантический анализ.	Б — студент применяет простейшие классические модели для извлечения полезных признаков из текстов: мешок слов, TF-IDF, латентный семантический анализ
<i>Б1.В.ДВ.04.02.02</i>	<i>Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта</i>	DL-1.5. Разрабатывает и оптимизирует архитектуры для работы с последовательностями	Углублённое изучение рекуррентных и трансформерных архитектур для текстовых данных.	П — студент понимает принципы функционирования и обучения фильтров и ячейки памяти в GRU и LSTM блоках; понимает принцип обучения с помощью обратного распространения по времени
		DL-4.1. Применяет известные алгоритмы и библиотеки для обработки	Изучение нейросетевых методов NLP, грамматический разбор, формирование словарей.	С — студент владеет инструментами грамматического разбора структурированных и

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		естественного языка		слабоструктурированных текстов; способен написать свой парсер; владеет инструментами разметки текстовых данных
		DL-4.2. Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с NLP	Изучение нейросетевых подходов: Word2Vec, Doc2Vec, Glove, FastText, BERT для задач NLP.	С — студент понимает основные архитектуры сетей для векторизации текстовых данных (Word2Vec, Glove, FastText, рекуррентные нейронные сети и сети-трансформеры); самостоятельно находит подходящую модель и применяет её
		DL-4.3. Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели NLP на реальных данных	Практика тематического моделирования, классификации текстов с использованием нейросетевых моделей.	Б — студент понимает классические алгоритмы тематического моделирования (LSA, pLSA, BigARTM); обучает модель классификации текстовых данных с использованием векторизованного представления текста
Б1.В.ДВ.04.02.03	Практикум по обработке естественного языка (NLP)	DL-1.9. Разрабатывает, адаптирует и внедряет трансформерные архитектуры	Практика разработки и внедрения трансформерных архитектур для реальных задач NLP.	П — студент разрабатывает разреженные трансформеры; понимает принцип работы многоголовочного внимания
		DL-4.2. Определяет стек технологий для построения продуктов с NLP	Студент самостоятельно разрабатывает модели векторизации под бизнес-задачу.	П — студент самостоятельно разрабатывает или дообучает модели векторизации текстовых данных под бизнес-задачу; анализирует полученные векторные представления на соответствие требуемым свойствам
		DL-4.3. Имплементирует известные	Студент разрабатывает NLP-пайплайны и развёртывает сервисы в продуктивной среде.	С — студент адаптирует и дорабатывает

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		алгоритмы NLP на реальных данных, строит пайплайны		существующие архитектуры под конкретные задачи; оптимизирует пайплайны; строит CI/CD-процессы; разворачивает сервисы в продакшн-среде
		DL-1.12. Применяет, адаптирует и разрабатывает методы дообучения нейронных сетей	Практика продвинутого дообучения языковых моделей для задач NLP.	П — студент разрабатывает новые методы параметрически эффективного обучения; создаёт универсальные фреймворки для адаптации моделей; решает проблему катастрофического забывания
Б1.В.ДВ.05	Элективный модуль 1			
<i>Б1.В.ДВ.05.01</i>	<i>Основы программирования HTML - CSS - JavaScript</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.02</i>	<i>Основы программирования на языке NodeJS</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.03</i>	<i>Основы программирования на языке Go</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.04</i>	<i>Основы программирования на языке Julia</i>			
Б1.В.ДВ.06	Элективный модуль 2			
<i>Б1.В.ДВ.06.01</i>	<i>Основы робототехники</i>	ML-6.1. Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения с подкреплением в задачах ИИ	Робототехника является одной из ключевых областей применения обучения с подкреплением: планирование движений, навигация, манипуляция объектами. Студент обосновывает выбор алгоритмов RL для конкретных задач управления роботами.	П — студент применяет алгоритмы обучения на основе временных разностей и Q-обучения; разрабатывает процедуру планирования поведения агента с помощью поиска по дереву Монте-Карло; адаптирует под задачу архитектуры DQN, DDPG, A3C, TRPO, PPO и SAC
		ML-6.2. Применяет методы повышения устойчивости, надежности,	Робототехнические приложения предъявляют повышенные требования к безопасности и надёжности	Б — студент применяет готовые RL-библиотеки и базовые методы

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		безопасности алгоритмов обучения с подкреплением	RL-систем: физические ограничения, безопасная разведка, робастность к неопределённости среды.	контроля надежности (ограничение наград, настройка гиперпараметров) для обучения и тестирования моделей в простых симулированных средах
<i>Б1.В.ДВ.06.02</i>	<i>Цифровые двойники</i>			
<i>Б1.В.ДВ.06.03</i>	<i>Большие языковые модели</i>	LLM-1.1. Знает архитектуры генеративных моделей	Систематическое изучение архитектур БЯМ: GPT, LLaMA, Gemma, Mistral и их вариантов, принципов масштабирования, эффективного внимания.	С — студент сравнивает архитектуры и выбирает подходящую под задачу
		LLM-1.2. Оценивает производительность генеративных моделей	Изучение метрик оценки БЯМ: perplexity, BLEU, ROUGE, human evaluation, бенчмарки (MMLU, HellaSwag).	Б — студент использует базовые метрики качества генерации
		LLM-1.4. Понимает принципы генерации в мультимодальных моделях	Изучение мультимодальных моделей: CLIP, Flamingo, GPT-4V, Gemini и принципов кросс-модального взаимодействия.	Б — студент отличает входные и выходные типы данных в мультимодальных моделях
		LLM-1.5. Оценивает защищённость моделей генерации	Изучение угроз безопасности БЯМ: prompt injection, jailbreak, утечка данных обучения, галлюцинации, методы защиты.	Б — студент понимает угрозы в генерации и способы защиты
		LLM-1.7. Проводит валидацию и тестирование генеративных моделей	Практика ручной и автоматической оценки качества генерации БЯМ на различных типах задач.	Б — студент применяет ручную оценку качества
		DL-1.9. Разрабатывает, адаптирует и внедряет трансформерные архитектуры	Углублённое изучение архитектур трансформеров в контексте БЯМ: декодерные архитектуры, эффективные схемы внимания, KV-кэш.	С — студент понимает и применяет специфические архитектурные варианты; использует эффективные схемы внимания для работы с длинными последовательностями
		DL-1.12. Применяет, адаптирует и разрабатывает методы дообучения нейронных сетей	Практика дообучения БЯМ: LoRA, QLoRA, prefix tuning, RLHF, DPO для адаптации к конкретным задачам.	П — студент разрабатывает новые методы параметрически эффективного обучения; создаёт универсальные фреймворки для адаптации моделей; решает

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				фундаментальные проблемы (катастрофическое забывание, доменный разрыв)
Б1.В.ДВ.07	Элективный модуль 3			
<i>Б1.В.ДВ.07.01</i>	<i>Информационный поиск</i>	BD-1.2. Обосновывает способы и варианты применения методов предварительного анализа данных в задачах ИИ	Изучение методов индексирования, ранжирования и поиска по неструктурированным коллекциям данных формирует навыки работы с разнородными данными.	П — студент формулирует гипотезы относительно данных, подтверждает или опровергает их
		ML-3.2. Эффективно применяет классические методы и модели МО	Применение методов ранжирования (pointwise, pairwise, listwise) для задач информационного поиска.	С — студент владеет инструментами оценки качества моделей ранжирования; владеет методами попарного и списочного обучения ранжирования; знает и применяет различные архитектуры ранжированного поиска
<i>Б1.В.ДВ.07.02</i>	<i>Рекомендательные системы</i>	ML-3.2. Эффективно применяет классические методы и модели МО	Изучение коллаборативной фильтрации, контентных методов и гибридных подходов к построению рекомендательных систем.	С — студент применяет методы байесовской классификации и ансамблевых методов МО; применяет классические методы МО для задач рекомендаций
		LC-2.2. Проводит эксперименты на данных и визуализирует результаты	Практика оценки рекомендательных систем: оффлайн-метрики, A/B-тесты, визуализация пользовательских предпочтений.	П — студент трансформирует данные для повышения возможности их применения в моделях ИИ
<i>Б1.В.ДВ.07.03</i>	<i>Генеративные модели</i>	DL-1.7. Разрабатывает, оптимизирует и применяет автоэнкодеры (AE) и вариационные автоэнкодеры (VAE)	Углублённое изучение математических основ VAE: формирование пространства скрытых вложений, вероятностный характер генеративного процесса.	П — студент применяет математические основы формирования пространства скрытых вложений; знает вероятностный характер и отличия естественного и искусственного генеративных

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				процессов; обосновывает применение дивергенции Кульбака-Лейблера через основное тождество автокодировщиков
		LLM-1.1. Знает архитектуры генеративных моделей	Систематическое изучение архитектур генеративных моделей: GAN, VAE, диффузионные модели, потоковые модели, их математические основы.	П — студент проектирует новые архитектурные решения, включая мультимодальные модели
		LLM-1.4. Понимает принципы генерации в мультимодальных моделях	Изучение мультимодальных генеративных моделей: text-to-image, image-to-text, multimodal fusion.	С — студент использует мультимодальные модели для создания субтитров и тэгов
Б1.В.ДВ.08	Элективный модуль 4			
<i>Б1.В.ДВ.08.01</i>	<i>Обработка сигналов</i>	MF-4.2. Способен применять статистические методы для построения предсказательных моделей, включая моделирование нестационарных случайных процессов	Изучение методов обработки сигналов (спектральный анализ, фильтрация, дискретное преобразование Фурье) формирует аппарат для работы с временными данными и нестационарными процессами.	П — студент применяет на практике углублённые теоретические аспекты моделирования нестационарных случайных процессов и полей
<i>Б1.В.ДВ.08.02</i>	<i>Анализ временных рядов</i>	MF-4.2. Способен применять статистические методы для построения предсказательных моделей, включая прогнозирование временных рядов	Систематическое изучение методов анализа и прогнозирования временных рядов: ARIMA, экспоненциальное сглаживание, модели пространства состояний, нейросетевые подходы.	П — студент применяет на практике углублённые теоретические аспекты моделирования нестационарных случайных процессов и полей
		MF-1.3. Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей МО	Изучение вероятностных моделей временных рядов: НММ, гауссовские процессы, байесовские структурные модели.	П — студент применяет теоретические основы многомерных вероятностных моделей случайных процессов; математически формализует вероятностную постановку задачи для анализа многомерного случайного процесса; строит и применяет

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				вероятностные модели
Б1.В.ДВ.08.03	Вайб-коддинг	PL-1.1. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с использованием языка программирования Python	Практика использования LLM-ассистентов для генерации и отладки кода на Python, критическая оценка генерируемого кода.	П — студент использует особенности виртуальной машины Python (например, GIL); разрабатывает библиотечный код общего пользования, а также документацию к нему; профилирует и оптимизирует приложения
		LLM-1.7. Проводит валидацию и тестирование генеративных моделей	Практика валидации качества кода, сгенерированного LLM: тестирование корректности, оценка эффективности, выявление ошибок и галлюцинаций.	С — студент автоматизирует валидацию на основе тестов и метрик
		LLM-1.5. Оценивает защищённость моделей генерации	Практика оценки безопасности использования LLM для генерации кода: инъекция в промпты, утечка конфиденциальных данных через генерацию.	С — студент использует тесты для оценки безопасности моделей
Блок 2. Практика				
Обязательная часть				
Б2.О.01	Базовая компонента			
Б2.О.01.01(У)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная)	LC-1.3. Готовит и ведёт документы для реализации проектов в области ИИ	Первое знакомство с проектной документацией ИИ-проектов: форматы технических заданий, описание требований, проектная документация.	Б — студент оценивает технические требования на основе формализованной постановки
		BD-2.2. Работает с данными, в том числе собирает данные из разрозненных источников, проверяет данные на корректность	Практика сбора и первичной обработки данных из реальных источников в рамках учебного проекта.	С — студент подбирает инструментарий разметки под условия задачи; организует краудсорсинг разметки
		PL-1.1. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с использованием Python	Практика разработки решений на Python в рамках учебного проекта с применением промышленных инструментов.	С — студент владеет основными библиотеками для выполнения рутинных задач в крупных проектах; самостоятельно участвует в разработке серверных приложений
Б2.О.01.02(У)	Эксплуатационная практика (учебная)	MF-1.1. Обосновывает	Студент выполняет индивидуальный	П — студент разрабатывает новые

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		способы и варианты применения методов и моделей в задачах ИИ	исследовательский проект, требующий обоснованного выбора моделей ИИ для нестандартной задачи.	методы и модели для нестандартных задач, обосновывает их применение с учётом специфики задачи, активно модифицирует и адаптирует модели для получения оптимальных решений в сложных условиях
		MF-3.1. Применяет методы оптимизации для разработки и исследования обучающих алгоритмов	Студент внедряет инновационные подходы в оптимизацию моделей в рамках исследовательского проекта.	П — студент внедряет инновационные подходы в оптимизацию моделей, учитывая специфику предметной области и ограничения вычислительных ресурсов
		BD-1.2. Обосновывает способы и варианты применения методов предварительного анализа данных в задачах ИИ	Студент формулирует и проверяет гипотезы относительно данных исследовательского проекта.	П — студент формулирует гипотезы относительно данных, подтверждает или опровергает их
		ML-3.1. Обосновывает способы и варианты применения классических методов и моделей МО	Студент обосновывает выбор конкретных алгоритмов для своей исследовательской задачи.	С — студент обосновывает выбор конкретных алгоритмов и их параметров в зависимости от задачи и данных
		LC-2.1. Проводит эксперименты с моделями ИИ, оценивает их качество	Студент проводит серию экспериментов в рамках исследовательского проекта с фиксацией результатов.	С — студент владеет инструментами автоматизации проведения экспериментов в области ИИ
		LC-2.2. Проводит эксперименты на данных и визуализирует результаты	Студент проводит полный цикл исследования на данных с визуализацией и анализом результатов.	П — студент трансформирует данные для повышения возможности их применения в моделях ИИ
Б2.О.02	Вариативная компонента			
Б2.О.02.01(П)	Эксплуатационная практика (производственная)	MF-4.3. Способен применять статистические	Студент применяет продвинутое статистические методы для мониторинга	П — студент разрабатывает и применяет

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		методы для оценки качества моделей ИИ	качества моделей в промышленном окружении.	продвинутые статистические методы, включая модифицированные критерии, байесовские тесты и A/B тестирование, для оценки и сравнения моделей и алгоритмов
		BD-1.3. Применяет методы анализа данных для проверки разведочных гипотез и подготовки данных	Студент применяет комплексный подход к очистке промышленных данных, включая генерацию синтетических данных.	П — студент применяет комплексный подход к очистке данных; применяет методы генерации синтетических данных
		BD-2.2. Работает с данными, собирает из разрозненных источников, проверяет на корректность	Студент разрабатывает требования к инструментарию разметки промышленных данных.	П — студент разрабатывает требования для инструментария разметки, оценивает качество данных
		BD-2.3. Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Студент организует процесс DataOps в промышленном окружении предприятия.	П — студент организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
		BD-3.1. Разрабатывает прикладные решения с применением технологий хранения структурированных данных	Студент организует промышленное хранение структурированных данных с учётом требований безопасности и производительности.	П — студент организует различные уровни доступа к данным и создает структуры для эффективного хранения больших данных; разбирается в механизме транзакций; детально понимает особенности популярных рыночных решений
		BD-3.2. Разрабатывает прикладные решения с применением технологий хранения неструктурированных данных	Студент организует промышленное хранение неструктурированных данных.	П — студент организует различные уровни доступа к данным; детально понимает особенности и возможности рыночных решений; выделяет специфику в рамках современных технологий; выполняет системные настройки хранилища

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		BD-4.1. Осуществляет выбор технологий обработки больших данных	Студент организует промышленную инфраструктуру обработки больших данных.	П — студент организует централизованное хранилище данных (Data Lake), их распределённое хранение, параллельную обработку, а также обработку потоковых данных
		BD-4.2. Разрабатывает прикладные решения с элементами ИИ с применением технологий обработки данных	Студент руководит разработкой решений с элементами ИИ в промышленном окружении.	П — студент руководит разработкой решений с элементами ИИ с применением различных технологий обработки данных
		BD-4.3. Тестирует и оценивает качество решений с использованием технологий обработки данных	Студент оценивает качество промышленной инфраструктуры обработки данных.	П — студент оценивает качество централизованного распределённого хранилища данных (Data Lake), параллельной и потоковой обработки данных
		PL-1.3. Разрабатывает и поддерживает системы обработки больших данных различной степени сложности	Студент поддерживает промышленную инфраструктуру обработки больших данных.	П — студент владеет инструментами профилирования и оптимизации ETL-процессов для обработки больших данных в рамках фреймворка Spark/Mapreduce; самостоятельно поддерживает инфраструктуру обработки больших данных
		DL-3.3. Имплементирует известные алгоритмы CV на реальных данных, строит пайплайны обучения и развёртывания	Студент разрабатывает высоконагруженные CV-сервисы в промышленном окружении.	П — студент умеет разрабатывать продвинутые архитектуры в задачах анализа видеопотока; разрабатывает высоконагруженные CV-сервисы; строит A/B-тестирование для CV-решений
		DL-4.3. Имплементирует известные алгоритмы NLP на реальных данных, строит пайплайны	Студент разрабатывает высоконагруженные NLP-сервисы в промышленном окружении.	П — студент разрабатывает кастомные архитектуры и гибридные модели; создаёт

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
				высоконагруженные NLP-системы; автоматизирует полный цикл (A/B-тестирование, активное обучение, автоматический ретрейн)
		AI S-1.2. Обеспечивает соответствие нормативным требованиям и принципам доверенного/этичного ИИ	Практика обеспечения соответствия ИИ-систем нормативным требованиям в промышленном окружении.	C — студент проводит DPIA / AI Impact-Assessment по NIST AI RMF; подготавливает пакеты документов для Роскомнадзора (152-ФЗ) и ФСТЭК; участвует в решении конфликтов этика-безопасность-бизнес
Б2.О.02.02(П)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная)	BD-1.5. Отбирает признаки данных, значимые для исследования	Студент самостоятельно проводит полный цикл отбора признаков в промышленном проекте.	П — студент владеет различными методами отбора признаков, оценивает результаты их работы и сравнивает между собой
		DL-1.11. Применяет, адаптирует и разрабатывает методы сжатия нейронных сетей	Студент оптимизирует модели для промышленного развёртывания.	П — студент владеет аппаратом структурированного и неструктурированного прунинга, знает стратегии прореживания; разрабатывает новые методы сжатия
		LC-5.1. Осуществляет выбор инструментов промышленной разработки систем ИИ, развёртывания и сопровождения моделей МО	Студент настраивает и кастомизирует MLOps-инструменты в промышленном окружении.	C — студент настраивает и кастомизирует различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развёртывания и сопровождения моделей МО в рабочей версии ПО
		LC-5.2. Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик по управлению данными	Студент кастомизирует и разрабатывает инструменты управления данными в промышленном окружении.	П — студент кастомизирует и разрабатывает специализированные инструменты управления данными

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		LLM-1.7. Проводит валидацию и тестирование генеративных моделей	Студент разрабатывает инструменты контроля качества генеративных моделей в продуктиве.	П — студент разрабатывает инструменты контроля качества и улучшения генерации по обратной связи
		PL-1.1. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с использованием Python	Студент разрабатывает промышленный код на Python, профилирует и оптимизирует приложения.	П — студент использует особенности виртуальной машины Python (например, GIL); разрабатывает библиотечный код общего пользования, а также документацию к нему; профилирует и оптимизирует приложения на Python
Часть, формируемая участниками образовательных отношений				
Б2.В.01(Пд)	Преддипломная практика	ML-3.3. Оценивает результативность применения классических методов и моделей МО на основе сопоставления с аналогами	Студент проводит системный анализ эффективности моделей в ВКР-проекте на уровне бизнес-эффекта.	П — студент понимает теоретические ограничения алгоритмов и способен находить баланс между различными подходами; проводит системный анализ эффективности моделей на уровне бизнес-эффекта, затрат и рисков; может объяснить результаты моделей заказчику
		ML-6.1. Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения с подкреплением	Студент адаптирует продвинутое архитектуры RL для задач ВКР.	П — студент применяет алгоритмы обучения на основе временных разностей и Q-обучения; разрабатывает процедуру планирования поведения агента с помощью поиска по дереву Монте-Карло; адаптирует архитектуры DQN, DDPG, A3C, TRPO, PPO и SAC; понимает принципы AlphaGo, AlphaZero и MuZero
		ML-6.2. Применяет методы повышения	Студент применяет комплексные стратегии	П — студент разрабатывает и

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов обучения с подкреплением	повышения безопасности RL-моделей в ВКР-проекте.	применяет комплексные стратегии повышения безопасности и надежности RL-моделей, включая состязательное обучение, RL с учетом риска, мультиагентное RL
		DL-1.4. Разрабатывает и оптимизирует архитектуры для работы с изображениями	Студент создаёт новые архитектурные решения CNN для задач ВКР.	П — студент создаёт принципиально новые, эффективные архитектурные решения для CNN (новые типы слоев, схемы соединений, механизмы взаимодействия между признаками), основанные на глубоком понимании теории CNN и свойств данных
		DL-1.7. Разрабатывает, оптимизирует и применяет автоэнкодеры (АЕ) и вариационные автоэнкодеры (VAE)	Студент применяет продвинутое VAE-модели с глубоким математическим обоснованием.	П — студент применяет математические основы формирования пространства скрытых вложений; знает вероятностный характер и отличия генеративных процессов; обосновывает применение дивергенции Кульбака-Лейблера через основное тождество автокодировщиков
		DL-3.2. Определяет стек технологий для построения продуктов с CV	Студент определяет полный стек CV-технологий для проекта ВКР.	П — студент применяет марковские случайные поля; исследует перспективные модели; обладает глубоким пониманием подходов дообучения ViT; применяет метрическое обучение; реализует OCR
		LC-1.1. Формализует бизнес-цели и	Студент формализует бизнес-цели и стратегию ИИ для	П — студент проводит форсайт по

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		вырабатывает стратегии внедрения ИИ	проекта ВКР, проводит форсайт.	развитию ИИ в интересах отрасли
		LC-1.2. Выбирает оптимальные технологии под конкретные требования проекта внедрения ИИ	Студент определяет парадигму и класс решений ИИ для проекта ВКР с полным обоснованием.	П — студент определяет парадигму и класс решений ИИ, высокоуровневые требования к математическому и программному обеспечению для решения поставленной задачи
		LC-1.3. Готовит и ведёт документы для реализации проектов в области ИИ	Студент разрабатывает полный комплект проектной документации для ВКР.	П — студент разрабатывает ТЗ на системы ИИ, разрабатывает и ведёт проектную документацию
		LC-5.1. Осуществляет выбор инструментов промышленной разработки систем ИИ	Студент разрабатывает специализированные инструменты и практики для проекта ВКР.	П — студент разрабатывает специализированные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей МО в рабочей версии ПО
		LLM-1.1. Знает архитектуры генеративных моделей	Студент проектирует новые архитектурные решения генеративных моделей в рамках ВКР.	П — студент проектирует новые архитектурные решения, включая мультимодальные модели
		LLM-1.2. Оценивает производительность генеративных моделей	Студент оптимизирует генеративные модели и разрабатывает кастомные метрики в ВКР.	П — студент оптимизирует модели под метрики и задачи, разрабатывает кастомные метрики
		LLM-1.4. Понимает принципы генерации в мультимодальных моделях	Студент разрабатывает собственные мультимодальные генеративные решения в рамках ВКР.	П — студент разрабатывает собственные мультимодальные генеративные решения
		LLM-1.5. Оценивает защищённость моделей генерации	Студент разрабатывает методы защиты генеративных моделей от атак в рамках ВКР.	П — студент разрабатывает методы защиты генеративных моделей от атак и утечек
		AI S-1.1. Выявляет и моделирует	Студент проектирует комплексные процессы	П — студент проектирует

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		угрозы на всём жизненном цикле ИИ-систем	моделирования угроз ИИ для ВКР-проекта.	комплексные процессы моделирования угроз средствами ИИ для всей организации, интегрирует риск-метрики в бизнес-КРІ, разрабатывает новые сценарии анализа угроз
		AI S-1.2. Обеспечивает соответствие нормативным требованиям и принципам доверенного/этичного ИИ	Студент формирует корпоративную политику Responsible AI в рамках ВКР-проекта.	П — студент формирует корпоративную политику «Responsible & Secure AI» на стыке документов EU AI Act, NIST AI RMF и отечественных актов
Блок 3. Государственная итоговая аттестация				
Б3.01(Д)	Оформление, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР	Все компетенции		

Анализ уровней освоения индикаторов профессиональных (инструментальных) компетенций КРМ:

Индикатор	Всего дисциплин, формирующих индикатор	Дисциплин, формирующих индикатор на уровне			Интегральный уровень освоения компетенции
		Б	С	П	
MF-1.1	5	2	1	2	
MF-1.2	3	1	1	1	
MF-1.3	3	1	1	1	
MF-1		4	3	4	С
MF-3.1	4	1	1	2	
MF-3.2	3	1	1	1	
MF-3		2	2	3	П
MF-4.1	3	1	1	1	
MF-4.2	5	1	2	2	
MF-4.3	3	1	1	1	
MF-4		3	4	4	С
BD-1.2	4	1	1	2	
BD-1.3	3	1	1	1	
BD-1.4	3	1	1	1	
BD-1.5	3	1	1	1	
BD-1		4	4	5	П
BD-2.1	3	1	1	1	
BD-2.2	3	1	1	1	
BD-2.3	3	1	1	1	
BD-2		3	3	3	С
BD-3.1	3	1	1	1	
BD-3.2	3	1	1	1	
BD-3		2	2	2	С
BD-4.1	3	1	1	1	
BD-4.2	3	1	1	1	

Индикатор	Всего дисциплин, формирующих индикатор	Дисциплин, формирующих индикатор на уровне			Интегральный уровень освоения компетенции
		Б	С	П	
BD-4.3	3	1	1	1	
BD-4		3	3	3	C
ML-2.1	3	1	1	1	
ML-2.2	3	1	1	1	
ML-2.3	3	1	1	1	
ML-2		3	3	3	C
ML-3.1	4	1	2	1	
ML-3.2	5	1	3	1	
ML-3.3	3	1	1	1	
ML-3		3	6	3	C
ML-4.1	3	1	1	1	
ML-4.2	3	1	1	1	
ML-4.3	3	1	1	1	
ML-4		3	3	3	C
ML-6.1	4	1	1	2	
ML-6.2	3	1	1	1	
ML-6		2	2	3	II
DL-1.1	3	1	1	1	
DL-1.3	3	1	1	1	
DL-1.4	4	1	1	2	
DL-1.5	3	1	1	1	
DL-1.7	4	1	1	2	
DL-1.9	4	1	2	1	
DL-1.11	3	1	1	1	
DL-1.12	5	1	2	2	
DL-1		8	10	11	II
DL-3.1	3	1	1	1	
DL-3.2	4	1	1	2	
DL-3.3	3	1	1	1	
DL-3		3	3	4	II
DL-4.1	2	1	1	-	
DL-4.2	3	1	1	1	
DL-4.3	3	1	1	1	
DL-4		3	3	2	C
PL-1.1	5	1	2	2	
PL-1.2	4	1	2	1	
PL-1.3	3	1	1	1	
PL-1		3	5	4	C
LC-1.1	3	1	1	1	
LC-1.2	3	1	1	1	
LC-1.3	3	1	1	1	
LC-1		3	3	3	C
LC-2.1	4	1	2	1	
LC-2.2	4	1	1	2	
LC-2		2	3	3	C
LC-5.1	3	1	1	1	
LC-5.2	3	1	1	1	
LC-5		2	2	2	C
LLM-1.1	4	1	1	2	
LLM-1.2	3	1	1	1	
LLM-1.4	3	1	1	1	
LLM-1.5	4	1	2	1	
LLM-1.7	4	1	2	1	
LLM-1		5	7	6	C
AI S-1.1	3	1	1	1	
AI S-1.2	4	1	2	1	
AI S-1		2	3	2	C

Компетенции по уровням (соответствие ПР):

№ п/п	Компетенция	Интегральный уровень освоения компетенции в ОП ВО	Уровни освоения компетенций по профессиональным ролям (ПР) в соответствии с КРМ			
			ML Engineer (Инженер МО)	AI Architect (Архитектор ИИ)	MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)	Data Analyst (Аналитик данных)
1	MF-1	С	С	Б	Б	С
2	MF-3	П	С	Б	-	Б
3	MF-4	С	С	Б	-	П
4	BD-1	П	Б	Б	-	П
5	BD-2	С	Б	Б	Б	П
6	BD-3	С	Б	Б	С	Б
7	BD-4	С	Б	Б	С	Б
8	ML-2	С	П	С	С	С
9	ML-3	С	П	С	Б	С
10	ML-4	С	П	С	Б	С
11	ML-6	П	С	Б	Б	Б
12	DL-1	П	П	С	С	С
13	DL-3	П	С	Б	Б	С
14	DL-4	С	С	Б	-	С
15	PL-1	С	П	П	С	С
16	LC-1	С	Б	С	-	С
17	LC-2	С	С	Б	Б	С
18	LC-5	С	П	Б	П	-
19	LLM-1	С	С	Б	-	Б
20	AIS-1	С	Б	Б	Б	-

Все выбранные профессиональные (инструментальные) компетенции КРМ формируются в ОП ВО на уровне не ниже С.

7.7. По окончании освоения ОП ВО выпускник должен обладать следующими **ОПЕРЕЖАЮЩИМИ** компетенциями **КРМ**:

№ п/п	Код	Формулировка компетенции	Индикаторы, формируемые в ОП ВО	Всего индикаторов в КРМ	Формируется в ОП ВО
1	FC-1	Способен проводить передовые исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики	FC-1.1, FC-1.2, FC-1.3	4	3
2	FC-2	Способен проводить передовые исследования в области фундаментальных и генеративных моделей	FC-2.1, FC-2.2, FC-2.3, FC-2.4	5	4
3	FC-5	Способен проводить передовые исследования в области безопасности, доверия и объяснимости	FC-5.1, FC-5.2, FC-5.3	4	3
		ИТОГО		13	10 (77%)

ТРИ ИЗ ПЯТИ ОПЕРЕЖАЮЩИЕ КОМПЕТЕНЦИИ КРМ ФОРМИРУЮТСЯ В ОП ВО (60%)

МАТРИЦА ФОРМИРОВАНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩИХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
Блок 1. Дисциплины (модули)				
Обязательная часть				
Б1.О.01	Базовая компонента			
Б1.О.01.01	Базовый модуль "Гуманитарные дисциплины, БЖД, физическая культура"			
Б1.О.01.01.01	История России			
Б1.О.01.01.02	Основы российской государственности			
Б1.О.01.01.03	История религий России			
Б1.О.01.01.04	Русский язык и культура речи			
Б1.О.01.01.05	Правоведение	FC-5.1. Обеспечивает защиту от использования моделей ИИ во вред человеку и обществу	Изучение правовых основ защиты персональных данных, интеллектуальной собственности и информационной безопасности формирует правовую базу для оценки проектных решений в области ИИ с точки зрения нормативных требований.	Б — студент оценивает проектные решения с точки зрения соблюдения требований нормативно-правовых актов в областях персональных данных, информационной безопасности, интеллектуальной собственности
Б1.О.01.01.06	Философия			
Б1.О.01.01.07	Основы военной подготовки. Безопасность жизнедеятельности			
Б1.О.01.01.08	Физическая культура			
Б1.О.01.02	Базовый модуль "Математика для искусственного интеллекта"			
Б1.О.01.02.01	Линейная алгебра	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы	Изучение матричных разложений, собственных значений, спектральной теории	Б — студент знает основной математический аппарат для теоретического обоснования свойств

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		машинного обучения	создаёт фундамент для понимания теоретических основ моделей глубокого обучения: инициализации весов, анализа устойчивости обучения, низкоранговых аппроксимаций.	моделей глубокого обучения; использует способы эффективного обучения при заданных условиях для часто встречающихся задач
		FC-1.3. Развивает методы ускорения обучения	Изучение низкоранговых разложений (SVD, LU, QR), разреженных матриц закладывает вычислительную основу для методов сжатия нейронных сетей и ускорения инференса.	Б — студент знает основные понятия вычислительной математики, приводящие к задачам сжатия нейронных сетей и ускорения инференса; может использовать основные инструменты для оптимизации вычислений из готовых библиотек
Б1.О.01.02.02	Дискретная математика			
Б1.О.01.02.03	Математический анализ	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения	Изучение многомерного анализа, мер, интегралов, рядов формирует аппарат для теоретического обоснования процессов обучения: анализа функций потерь, сходимости градиентных методов, вариационного вывода.	Б — студент знает основной математический аппарат для теоретического обоснования свойств моделей глубокого обучения
Б1.О.01.02.04	Теория вероятностей и математическая статистика	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения	Изучение вероятностных распределений, байесовского вывода, стохастических процессов формирует вероятностный фундамент для разработки алгоритмов МО: вероятностные модели, стохастическая оптимизация, статистические гарантии обучения.	Б — студент знает основной математический аппарат для теоретического обоснования свойств моделей глубокого обучения; использует способы эффективного обучения при заданных условиях
Б1.О.01.02.05	Численная линейная алгебра	FC-1.3. Развивает методы ускорения обучения	Изучение итерационных методов, разреженных вычислений, аппроксимаций матриц развивает навыки, необходимые	Б — студент знает основные понятия вычислительной математики, приводящие к задачам сжатия нейронных сетей и ускорения инференса

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
			для оптимизации вычислений при обучении и инференсе нейронных сетей.	
Б1.О.01.02.06	Дифференциальные уравнения			
Б1.О.01.03	Базовый модуль "Программирование"			
Б1.О.01.03.01	История и теория программирования			
Б1.О.01.03.02	Программирование на языке Python			
Б1.О.01.03.03	Программирование на языке C++			
Б1.О.01.03.04	Параллельное и распределенное программирование	FC-1.3. Развивает методы ускорения обучения	Изучение принципов параллельных и распределённых вычислений формирует базу для понимания методов ускорения обучения: параллелизм данных, модельный параллелизм, GPU-оптимизация.	Б — студент может использовать основные инструменты для оптимизации вычислений из готовых библиотек
Б1.О.01.04	Базовый модуль "Введение в искусственный интеллект"			
Б1.О.01.04.01	Введение в искусственный интеллект	FC-1.2. Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей	Обзорный курс формирует начальное понимание соответствий в триаде «архитектура—данные—задача»: какие типы архитектур подходят для каких типов задач и данных.	Б — студент знает основные соответствия в триаде «архитектура-данные-задача», способен по описанию данных и задачи подобрать архитектуру-бейзлайн; активно пользуется алгоритмами автоматизации подбора архитектур
Б1.О.01.04.02	Искусственный интеллект и когнитивная психология			
Б1.О.01.04.03	Этика и безопасность использования искусственного интеллекта	FC-5.1. Обеспечивает защиту от использования моделей ИИ во вред человеку и обществу	Изучение этических аспектов применения ИИ, рисков генерации вредоносного контента, проблем предвзятости моделей формирует начальное понимание необходимости формирования датасетов для контроля «вредоносного» результата.	Б — студент формирует датасеты для дообучения моделей с целью контроля выдачи «вредоносного» результата моделями ИИ
		FC-5.2. Обеспечивает объяснения причин принятия тех или иных	Знакомство с проблематикой объяснимости ИИ: «чёрный ящик» vs. прозрачный ИИ,	Б — студент умеет применять подходы для обеспечения объяснимости, повышения доверия

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		решений в результатах работы ИИ	необходимость объяснения решений ИИ для пользователей и регуляторов.	работы искусственного интеллекта
		FC-5.3. Обеспечивает отсутствие случайных или добавленных уязвимостей в системах ИИ	Изучение инструментов управления версиями кода и контейнеризации формирует практику безопасной разработки: контроль целостности кода, изоляция зависимостей, воспроизводимость окружений.	Б — студент проводит проверку на уязвимости процесса создания ИИ и используемых при этом библиотек/модулей
Б1.О.01.04.04	Методы разработки решений на основе искусственного интеллекта (Git, Docker)			
Б1.О.01.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык			
Б1.О.02	Вариативная компонента			
Б1.О.02.01	Профессиональный модуль "Работа с данными"			
Б1.О.02.01.01	Алгоритмы и структуры данных			
Б1.О.02.01.02	Статистические методы и первичный анализ данных			
Б1.О.02.01.03	Введение в базы данных			
Б1.О.02.01.04	Hadoop, SPARK			
Б1.О.02.01.05	Онтология и графы знаний	FC-2.1. Исследует и разрабатывает большие языковые модели (LLM) и другие модели для символьных данных	Изучение онтологий, графов знаний и формальных систем представления знаний формирует базу для понимания символического ИИ и принципов работы нейросимволических систем.	Б — студент владеет принципами работы систем на базе символьного искусственного интеллекта; умеет использовать готовые нейросимволические фреймворки (DeepProbLog, Neurosymbolic AI Toolkit)
Б1.О.02.02	Профессиональный модуль "Машинное обучение"			
Б1.О.02.02.01	Методы машинного обучения	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения	Систематическое изучение алгоритмов МО с математическим обоснованием: линейные модели, SVM, деревья, ансамбли, вероятностные модели — формирует навык использования способов эффективного	Б — студент знает основной математический аппарат для теоретического обоснования свойств моделей глубокого обучения; использует способы эффективного обучения при заданных условиях для часто встречающихся задач

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
			обучения при заданных условиях.	
		FC-5.2. Обеспечивает объяснения причин принятия тех или иных решений в результатах работы ИИ	Изучение интерпретируемых моделей (деревья решений, линейная регрессия) и инструментов объяснимости (SHAP, LIME) для моделей «чёрного ящика».	Б — студент владеет стандартными инструментами объяснения в машинном обучении для интерпретации предсказаний моделей (SHAP, LIME и т.п.)
Б1.О.02.02.02	Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)	FC-1.3. Развивает методы ускорения обучения	Изучение GPU-вычислений, CUDA-программирования, оптимизации тензорных операций формирует навыки использования продвинутых инструментов для ускорения обучения и инференса.	С — студент знает и использует продвинутые инструменты для низкоранговых разложений; умеет пользоваться продвинутыми методами оптимизации для обучения сжатых моделей; использует особенности задач и архитектур для оптимизации обучения и инференса
Б1.О.02.02.03	Оптимизация моделей машинного обучения	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения	Углублённое изучение методов оптимизации для МО: стохастические градиентные методы, адаптивные алгоритмы, методы второго порядка, методы самообучения формирует продвинутый математический аппарат для разработки алгоритмов МО.	С — студент знает продвинутый математический аппарат, обеспечивающий более разностороннее понимание процессов обучения; использует математический аппарат для эффективного обучения моделей, для создания моделей меньшего размера; создаёт гибридные модели; использует методы самообучения
		FC-1.2. Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей	Изучение связи методов оптимизации с архитектурными решениями: как особенности оптимизации влияют на выбор архитектуры, подбор архитектур, адекватных вычислительным устройствам.	С — студент знает передовые архитектуры в основных триадах «архитектура-данные-задача», принципы их построения, сильные и слабые стороны; знает особенности наиболее часто встречающихся вычислителей, умеет подбирать архитектуры, адекватные особенностям вычислительных устройств
		FC-1.3. Развивает методы ускорения обучения	Изучение методов сжатия моделей (квантизация,	С — студент знает и использует продвинутые инструменты для

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
			прунинг, дистилляция знаний) с математическим обоснованием: низкоранговые разложения, оптимизация обучения сжатых моделей.	низкоранговых разложений; умеет пользоваться продвинутыми методами оптимизации для обучения сжатых моделей; использует особенности задач и архитектур для оптимизации обучения и инференса
Б1.О.02.02.04	MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта	FC-5.3. Обеспечивает отсутствие случайных или добавленных уязвимостей в системах ИИ	Изучение практик безопасной промышленной разработки ИИ: сканирование зависимостей, проверка целостности моделей, контроль доступа к данным обучения, мониторинг аномалий в продуктиве.	С — студент создает методы поиска уязвимостей в коде сторонних библиотек, применяемых при создании систем с искусственным интеллектом
		FC-5.2. Обеспечивает объяснения причин принятия тех или иных решений в результатах работы ИИ	Изучение практик обеспечения объяснимости моделей в продуктиве: логирование решений, инструменты мониторинга предсказаний, верификация авторства результатов.	С — студент владеет методами верификации авторства результатов работы нейросетей
Б1.О.02.03	Профессиональный модуль "Глубокое обучение и нейронные сети"			
Б1.О.02.03.01	Основы глубокого обучения	FC-1.2. Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей	Изучение основных архитектур глубокого обучения (CNN, RNN, трансформеры, автоэнкодеры) с пониманием принципов их построения, соответствий «архитектура-данные-задача».	Б — студент знает основные соответствия в триаде «архитектура-данные-задача», способен по описанию данных и задачи подобрать архитектуру-бейзлайн
		FC-2.2. Исследует и разрабатывает диффузионные и другие модели для несимвольных данных	Знакомство с основными архитектурами генеративных моделей (GAN, VAE, диффузионные модели) и принципами их работы.	Б — студент знает существующие архитектуры (DDPM, DDIM, латентная диффузия) и может модифицировать их компоненты

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		FC-2.4. Развивает методы переноса знаний с адаптацией моделей	Изучение transfer learning, fine-tuning, заморозки слоёв, стандартных PEFT-методов (LoRA, Adapters).	Б — студент применяет стандартные PEFT-методы (LoRA, Adapters) для специализации LLM; оценивает качество адаптации через домен-специфичные метрики; работает с задачами обучения с несколькими примерами
Б1.О.02.03.02	Нейронные сети	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения	Углублённое изучение архитектур нейронных сетей с математическим обоснованием их свойств: теоремы об универсальной аппроксимации, анализ репрезентативной мощности, глубина vs. ширина, связь архитектуры и ландшафта функции потерь.	С — студент знает продвинутый математический аппарат, обеспечивающий более разностороннее понимание процессов обучения; создаёт гибридные модели; использует методы самообучения
		FC-1.2. Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей	Изучение принципов проектирования архитектур: остаточные соединения, механизмы внимания, нормализация, модульные архитектуры; понимание связи архитектуры с вычислительными устройствами.	С — студент знает передовые архитектуры в основных триадах «архитектура-данные-задача», принципы их построения, сильные и слабые стороны; знает особенности наиболее часто встречающихся вычислителей
		FC-2.2. Исследует и разрабатывает диффузионные и другие модели для несимвольных данных	Изучение продвинутых генеративных архитектур: модификации U-Net, стратегии изменения шума, альтернативные диффузионные процессы.	С — студент умеет внедрять улучшения в структуре модели за счёт новых блоков в U-Net; использует альтернативные методы стратегии изменения шума (расписание шума)
		FC-2.4. Развивает методы переноса знаний с адаптацией моделей	Изучение продвинутых методов адаптации: создание адаптеров для мультимодальных моделей, интеграция CLIP с доменными энкодерами.	С — студент создаёт адаптеры для мультимодальных моделей, в частности, для интеграции CLIP с доменными энкодерами
Б1.О.02.03.03	Безопасность систем искусственного интеллекта	FC-5.1. Обеспечивает защиту от	Изучение методов дообучения моделей для ограничения	С — студент осуществляет дообучение моделей

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		использования моделей ИИ во вред человеку и обществу	генерации нежелательного контента: RLHF, конституционное ИИ, фильтрация выходов, выявление условий «вредоносного» результата.	и/или добавление уровней контроля с целью ограничения вывода нежелательной информации; выявляет условия, при которых модель ИИ выдаёт «вредоносный» результат
		FC-5.2. Обеспечивает объяснения причин принятия тех или иных решений в результатах работы ИИ	Изучение продвинутых методов объяснимости: post-factum интерпретация нейронных сетей (Grad-CAM, Attention Visualization, Concept Bottleneck Models), создание прозрачных ИИ-систем.	С — студент создаёт методы post-factum объяснения (интерпретации) непрозрачных методов искусственного интеллекта на основе нейронных сетей
		FC-5.3. Обеспечивает отсутствие случайных или добавленных уязвимостей в системах ИИ	Углублённое изучение атак на ML-модели (сопоставительные примеры, отравление данных, бэкдоры, инверсия модели) и методов защиты (сопоставительная тренировка, сертифицированная робастность, защита от отравления).	С — студент владеет методами и программными инструментами защиты от атак на ML-модели во время обучения и исполнения; разрабатывает методы и программные инструменты защиты от атак на датасеты (в том числе от отравления и закладок)
Б1.О.02.03.04	Практическая подготовка на проектах отраслевых промышленных партнеров	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения	Студент применяет продвинутый математический аппарат для создания передовых методов МО в реальном проекте индустриального партнёра, разрабатывает новые архитектуры и способы взаимодействия.	П — студент способен внедрять передовые математические идеи в процесс обучения без привлечения сторонних библиотек; всесторонне применяет математический аппарат для создания передовых методов МО, архитектур
		FC-1.2. Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей	Студент создаёт архитектуры нейросетей под конкретные задачи индустриального партнёра, адаптирует их под специализированные вычислительные устройства.	П — студент способен по описанию создать архитектуры нейросетей, которые могут подстраиваться под конкретные задачи и типы данных с использованием минимального количества сторонних библиотек; использует методы автоматизации МО для создания новых архитектур

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		FC-1.3. Развивает методы ускорения обучения	Студент реализует передовые методы ускорения обучения и оптимизации инференса для задач индустриального партнёра.	П — студент способен реализовать по описанию с использованием минимального количества сторонних библиотек передовой метод обучения с учётом квантизации; оптимизировать инференс заданной архитектуры с помощью методов обрезки сети, квантизации; применяет знания для оптимизации отдельных частей архитектур
		FC-2.4. Развивает методы переноса знаний с адаптацией моделей	Студент разрабатывает методы дообучения моделей для задач индустриального партнёра с решением проблемы катастрофического забывания.	П — студент разрабатывает методы дообучения моделей для новых данных с сохранением первоначального качества модели (решение проблемы катастрофического забывания); создаёт системы автоматического подбора стратегий адаптации
		FC-5.1. Обеспечивает защиту от использования моделей ИИ во вред человеку и обществу	Студент разрабатывает новые методы обеспечения безопасности и доверия для ИИ-систем индустриального партнёра.	П — студент разрабатывает новые методы и подходы обеспечения безопасности и доверия при использовании моделей ИИ; фильтрует результаты вывода моделей ИИ с целью контроля «вредоносного» результата с помощью ансамбля моделей
Б1.О.02.ДВ.01	Иностранный/русский (как иностранный) язык в профессиональной деятельности			
Часть, формируемая участниками образовательных отношений				
Б1.В.ДВ.01	Прикладная физическая культура			
Б1.В.ДВ.02	Второй иностранный язык (практический курс)			
Б1.В.ДВ.03	Междисциплинарный модуль			

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
Б1.В.ДВ.04	Образовательные траектории			
Б1.В.ДВ.04.01	Трек "Компьютерное зрение"			
<i>Б1.В.ДВ.04.01.01</i>	<i>Введение в компьютерное зрение</i>	FC-2.2. Исследует и разрабатывает диффузионные и другие модели для несимвольных данных	Знакомство с применением генеративных моделей (GAN, диффузионные) для задач компьютерного зрения: генерация изображений, аугментация данных, суперразрешение.	Б — студент знает существующие архитектуры (DDPM, DDIM, латентная диффузия) и может модифицировать их компоненты
<i>Б1.В.ДВ.04.01.02</i>	<i>Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта</i>	FC-2.2. Исследует и разрабатывает диффузионные и другие модели для несимвольных данных	Практика применения диффузионных моделей для генерации и модификации изображений, стилизации, inpainting.	С — студент умеет внедрять улучшения в структуре модели за счёт новых блоков в U-Net; использует альтернативные методы стратегии изменения шума
<i>Б1.В.ДВ.04.01.03</i>	<i>Проектирование и разработка систем компьютерного зрения</i>	FC-2.2. Исследует и разрабатывает диффузионные и другие модели для несимвольных данных	Студент разрабатывает адаптивные стратегии обучения диффузионных моделей для задач CV в проектном формате.	П — студент разрабатывает адаптивные стратегии обучения, динамическое расписание шума; умеет разрабатывать модели генерации
Б1.В.ДВ.04.02	Трек "Обработка естественного языка"			
<i>Б1.В.ДВ.04.02.01</i>	<i>Лингвистические основы анализа естественного языка</i>	FC-2.1. Исследует и разрабатывает большие языковые модели (LLM) и другие модели для символьных данных	Изучение лингвистических структур и формальных грамматик формирует понимание символического уровня обработки языка, необходимого для нейросимволического ИИ.	Б — студент владеет принципами работы систем на базе символического искусственного интеллекта
<i>Б1.В.ДВ.04.02.02</i>	<i>Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта</i>	FC-2.1. Исследует и разрабатывает большие языковые модели (LLM) и другие модели для символьных данных	Изучение нейросетевых методов NLP с элементами интеграции символических и нейросетевых подходов.	С — студент умеет разрабатывать кастомные символические слои для PyTorch; умеет интегрировать различные формальные верификаторы (Z3, Prolog) в пайплайны генерации
<i>Б1.В.ДВ.04.02.03</i>	<i>Практикум по обработке естественного языка (NLP)</i>	FC-2.1. Исследует и разрабатывает большие языковые модели (LLM) и другие	Студент разрабатывает новые подходы к нейросимволической	П — студент способен самостоятельно разрабатывать новые парадигмы

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		модели для символьных данных	генерации в проектном формате.	нейросимволической генерации
		FC-2.3. Исследует и создает мультимодальные большие языковые модели (LLM)	Практика работы с мультимодальными моделями для задач NLP: дообучение LLaVA, Flamingo, построение пайплайнов выравнивания модальностей.	Б — студент дообучает готовые мультимодальные модели (Flamingo, LLaVA); строит пайплайны согласования данных разных модальностей; владеет техниками базового выравнивания модальностей через CLIP-подобные энкодеры
Б1.В.ДВ.05	Элективный модуль 1			
<i>Б1.В.ДВ.05.01</i>	<i>Основы программирования HTML - CSS - JavaScript</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.02</i>	<i>Основы программирования на языке NodeJS</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.03</i>	<i>Основы программирования на языке Go</i>			
<i>Б1.В.ДВ.05.04</i>	<i>Основы программирования на языке Julia</i>			
Б1.В.ДВ.06	Элективный модуль 2			
<i>Б1.В.ДВ.06.01</i>	<i>Основы робототехники</i>			
<i>Б1.В.ДВ.06.02</i>	<i>Цифровые двойники</i>			
		FC-2.1. Исследует и разрабатывает большие языковые модели (LLM) и другие модели для символьных данных	Углублённое изучение архитектур БЯМ, методов масштабирования, нейросимволических подходов к генерации.	С — студент умеет разрабатывать кастомные символические слои для PyTorch; умеет интегрировать формальные верификаторы в пайплайны генерации
<i>Б1.В.ДВ.06.03</i>	<i>Большие языковые модели</i>	FC-2.3. Исследует и создает мультимодальные большие языковые модели (LLM)	Изучение мультимодальных БЯМ (GPT-4V, Gemini): архитектуры кросс-модального внимания, трёхстадийное обучение, методы снижения межмодального дисбаланса.	С — студент разрабатывает кастомные механизмы внимания для слияния модальностей; владеет техниками выравнивания для снижения межмодального дисбаланса; использует трёхстадийное обучение: Предобучение - Выравнивание - Дообучение
		FC-2.4. Развивает методы переноса знаний с	Изучение продвинутых методов адаптации БЯМ:	С — студент создаёт адаптеры для мультимодальных

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		адаптацией моделей	LoRA, QLoRA, DPO, RLHF, создание адаптеров для мультимодальных моделей.	моделей, в частности, для интеграции CLIP с доменными энкодерами
Б1.В.ДВ.07	Элективный модуль 3			
<i>Б1.В.ДВ.07.01</i>	<i>Информационный поиск</i>			
<i>Б1.В.ДВ.07.02</i>	<i>Рекомендательные системы</i>			
<i>Б1.В.ДВ.07.03</i>	<i>Генеративные модели</i>	FC-2.2. Исследует и разрабатывает диффузионные и другие модели для несимвольных данных	Углублённое изучение диффузионных моделей: математические основы прямой и обратной диффузии, разработка адаптивных стратегий обучения, динамическое расписание шума.	П — студент разрабатывает адаптивные стратегии обучения, динамическое расписание шума; умеет разрабатывать модели генерации текста
		FC-2.3. Исследует и создает мультимодальные большие языковые модели (LLM)	Изучение мультимодальной генерации: text-to-image, image-to-text, кросс-модальное согласование, методы снижения межмодального дисбаланса.	С — студент разрабатывает кастомные механизмы внимания для слияния модальностей; владеет техниками выравнивания для снижения межмодального дисбаланса
Б1.В.ДВ.08	Элективный модуль 4			
<i>Б1.В.ДВ.08.01</i>	<i>Обработка сигналов</i>			
<i>Б1.В.ДВ.08.02</i>	<i>Анализ временных рядов</i>			
<i>Б1.В.ДВ.08.03</i>	<i>Вайб-кодирование</i>			
Блок 2. Практика				
Обязательная часть				
Б2.О.01	Базовая компонента			
Б2.О.01.01(У)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная)			
Б2.О.01.02(У)	Эксплуатационная практика (учебная)	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения	Студент выполняет индивидуальный исследовательский проект, требующий применения продвинутого математического аппарата для разработки или модификации алгоритмов МО.	С — студент знает продвинутый математический аппарат, обеспечивающий более разностороннее понимание процессов обучения; использует математический аппарат для эффективного обучения моделей; создаёт гибридные модели
		FC-5.2. Обеспечивает объяснения	Студент применяет инструменты объяснимости (SHAP,	С — студент создаёт методы post-factum объяснения

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		причин принятия тех или иных решений в результатах работы ИИ	LIME, Attention Visualization) для интерпретации результатов моделей в исследовательском проекте.	(интерпретации) непрозрачных методов ИИ на основе нейронных сетей
Б2.О.02	Вариативная компонента			
Б2.О.02.01(П)	Эксплуатационная практика (производственная)	FC-5.1. Обеспечивает защиту от использования моделей ИИ во вред человеку и обществу	Студент обеспечивает безопасность ИИ-систем в промышленном окружении: дообучение для контроля выходов, фильтрация «вредоносных» результатов, выявление условий генерации нежелательного контента.	С — студент осуществляет дообучение моделей и/или добавление уровней контроля с целью ограничения вывода нежелательной информации; выявляет условия, при которых модель ИИ выдаёт «вредоносный» результат
		FC-5.3. Обеспечивает отсутствие случайных или добавленных уязвимостей в системах ИИ	Студент обеспечивает безопасность промышленных ИИ-систем: проверка библиотек, сканирование уязвимостей, защита от атак на модели и данные.	С — студент создает методы поиска уязвимостей в коде сторонних библиотек; разрабатывает методы и программные инструменты защиты от атак на датасеты
Б2.О.02.02(П)	Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная)	FC-1.3. Развивает методы ускорения обучения	Студент реализует методы оптимизации инференса и ускорения обучения для промышленных систем.	П — студент способен реализовать передовой метод обучения с учётом квантизации; оптимизировать инференс с помощью методов обрезки сети, квантизации; применяет знания для оптимизации отдельных частей архитектур
		FC-2.4. Развивает методы переноса знаний с адаптацией моделей	Студент разрабатывает методы адаптации моделей для промышленных задач с сохранением качества на предыдущих задачах.	П — студент разрабатывает методы дообучения моделей для новых данных с сохранением первоначального качества модели; создаёт системы автоматического подбора стратегий адаптации
Часть, формируемая участниками образовательных отношений				
Б2.В.01(Пд)	Преддипломная практика	FC-1.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые	Студент всесторонне применяет математический аппарат для создания	П — студент способен внедрять передовые математические идеи в процесс обучения без

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		алгоритмы машинного обучения	передовых методов МО в рамках ВКР-проекта, работает с передовыми концепциями представления знаний.	привлечения сторонних библиотек; всесторонне применяет математический аппарат для создания передовых методов МО, архитектур, способов взаимодействия человек-ИИ, ИИ-ИИ; обладает продвинутыми знаниями для создания моделей, работает с передовыми концепциями представления знаний
		FC-1.2. Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей	Студент создаёт новые архитектуры нейросетей в рамках ВКР, адаптирует их под конкретные задачи и вычислительные устройства.	П — студент способен по описанию создать архитектуры нейросетей, которые могут подстраиваться под конкретные задачи и типы данных с использованием минимального количества сторонних библиотек; использует методы автоматизации МО для создания новых архитектур и приспособления архитектур под специализированные программно-аппаратные комплексы
		FC-2.2. Исследует и разрабатывает диффузионные и другие модели для несимвольных данных	Студент разрабатывает продвинутые генеративные модели в рамках ВКР: адаптивные стратегии обучения, новые архитектурные решения для диффузионных моделей.	П — студент разрабатывает адаптивные стратегии обучения, динамическое расписание шума; умеет разрабатывать модели генерации текста
		FC-2.3. Исследует и создает мультимодальные большие языковые модели (LLM)	Студент разрабатывает методы дообучения мультимодальных моделей с решением проблемы катастрофического забывания в рамках ВКР.	П — студент разрабатывает методы дообучения моделей для новых данных с сохранением первоначального качества модели; создаёт системы автоматического подбора стратегий адаптации
		FC-5.1. Обеспечивает защиту от	Студент разрабатывает новые методы обеспечения	П — студент разрабатывает новые методы и подходы

Индекс	Название дисциплины / практики	Индикатор формирования компетенции	Обоснование	Уровень сформированности индикаторов компетенции
		использования моделей ИИ во вред человеку и обществу	безопасности и доверия при использовании моделей ИИ в рамках ВКР.	обеспечения безопасности и доверия при использовании моделей ИИ; фильтрует результаты вывода моделей ИИ с целью контроля «вредоносного» результата с помощью ансамбля моделей
		FC-5.2. Обеспечивает объяснения причин принятия тех или иных решений в результатах работы ИИ	Студент создаёт новые методы прозрачного ИИ и разрабатывает протоколы тестирования на объяснимость в рамках ВКР.	П — студент создаёт новые методы прозрачного искусственного интеллекта на основе формальных систем, логики и баз знаний; разрабатывает общие требования и протоколы тестирования систем ИИ на объяснимость
		FC-5.3. Обеспечивает отсутствие случайных или добавленных уязвимостей в системах ИИ	Студент создаёт новые методы безопасной разработки ИИ и бенчмарки для оценки безопасности в рамках ВКР.	П — студент создаёт новые методы и обеспечивает инфраструктуру для безопасной разработки систем с ИИ (MLSecOps); создаёт бенчмарки для оценки безопасности и обеспечения заданной степени доверия в системах с использованием ИИ
Блок 3. Государственная итоговая аттестация				
БЗ.01(Д)	Оформление, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР	Все компетенции	ВКР является интегральной формой проверки всех формируемых ОП ВО опережающих компетенций. Студент демонстрирует способность проводить передовые исследования в области архитектур и алгоритмов МО, генеративных моделей, обеспечивать безопасность, доверие и объяснимость ИИ-систем для решения значимой исследовательской или прикладной задачи.	П — по всем индикаторам всех формируемых ОП ВО опережающих компетенций

Анализ уровней освоения индикаторов и опережающих компетенций КРМ:

Индикатор / компетенция	Всего дисциплин, формирующих индикатор	Дисциплин, формирующих индикатор на уровне			Интегральный уровень освоения индикатора / компетенции
		Б	С	П	
FC-1.1	9	4	3	2	
FC-1.2	6	2	2	2	
FC-1.3	7	3	2	2	
FC-1		9	7	6	Б
FC-2.1	5	2	2	1	
FC-2.2	7	2	2	3	
FC-2.3	4	1	2	1	
FC-2.4	5	1	2	2	
FC-2		6	8	7	С
FC-5.1	6	2	2	2	
FC-5.2	6	2	3	1	
FC-5.3	5	1	3	1	
FC-5		5	8	4	С
Итого	60	20	23	17	

Компетенции по уровням (соответствие ПР):

№ п/п	Компетенция	Интегральный уровень освоения компетенции в ОП ВО	Уровни освоения компетенций по профессиональным ролям (ПР) в соответствии с КРМ			
			ML Engineer (Инженер МО)	AI Architect (Архитектор ИИ)	MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)	Data Analyst (Аналитик данных)
1	FC-1	Б	Б	Б	-	Б
2	FC-2	С	Б	С	-	-
3	FC-5	С	Б	Б	Б	-