

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

13.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.15 Промышленные системы машинного обучения

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

09.03.02 Информационные системы и технологии

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Интеллектуальные информационные системы и
технологии

Курс 4
Семестр 7

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	16	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	32	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	76	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	7	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 09.03.02 Информационные системы и технологии

Программу составили:

доцент	ИТРС	СОГЛАСОВАНО	А.А. Кислицын
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра информационных технологий, радиотехники и связи

(наименование кафедры)		
13.01.2025	протокол №	2
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Дудин Александр Николаевич, Исполнительный директор ООО «Трэвел Лайн Системс»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.02.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. BD-5 Способен применять технологии организации инфраструктур ы баз данных	BD-5.1. Осуществляет выбор направления вспомогательных технологических решений для формирования единого стека работы с большими данными для решения поставленной задачи	знания: Продвинутый: Выполняет отдельные функции в проектах по созданию инфраструктуры БД Знает: основные вспомогательные технологии и архитектурные подходы к организации инфраструктуры больших данных умения: Умеет: выбирать и обосновывать направления технологических решений для формирования единого стека работы с большими данными с учётом требований задачи навыки: Владеет: навыками выполнения отдельных функций в проектах по проектированию и созданию инфраструктуры баз данных
	BD-5.2. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с применением различных технологий организации инфраструктуры БД	знания: Продвинутый: Участвует в разработке решений с элементами ИИ с применением различных технологий организации инфраструктуры БД Знает: основные технологии организации инфраструктуры баз данных и их применение при разработке решений с элементами искусственного интеллекта умения: Умеет: разрабатывать и отлаживать прикладные решения с элементами ИИ, используя различные технологии инфраструктуры БД в составе проектной команды навыки: Владеет: практическими навыками интеграции моделей ИИ с компонентами инфраструктуры баз данных в прикладных системах.
	BD-5.3. Тестирует, испытывает и оценивает качество решений с элементами ИИ, реализованных с использованием технологий организации инфраструктуры БД	знания: Продвинутый: Испытывает с элементами ИИ, реализованных с использованием технологий организации инфраструктуры БД Знает: методы и критерии тестирования и оценки качества прикладных решений с элементами ИИ, реализованных на основе технологий организации инфраструктуры БД умения: Умеет: проводить испытания, тестирование и анализ качества таких решений с учётом характеристик данных и инфраструктурных ограничений навыки: Владеет: навыками интерпретации результатов тестирования и формулирования выводов о надёжности и эффективности решений с элементами искусственного интеллекта.

2. ML-2 Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения включая подготовку данных оценку качества моделей и работу с признаками	ML-2.1. Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения	знания: Экспертный: проектирует и реализует комплексные решения машинного обучения для нестандартных задач, включая разработку пайплайнов, оптимизацию моделей и интерпретацию результатов Знает: продвинутые типы и постановки задач машинного обучения, современные методы их решения и критерии оценки качества умения: Умеет: проектировать и реализовывать комплексные решения машинного обучения для нестандартных задач, включая разработку сквозных пайплайнов, оптимизацию моделей и интерпретацию результатов навыки: Владеет: навыками системной разработки, настройки и внедрения ML-решений, обеспечивающих воспроизводимость, масштабируемость и обоснованность получаемых выводов
	ML-2.2. Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками	знания: Экспертный: проектирует и внедряет комплексные пайплайны предварительной обработки данных с использованием современных методов ИИ, автоматизации и feature engineering в различных предметных областях Знает: современные методы предварительной обработки данных, автоматизации и feature engineering, применяемые в различных предметных областях умения: Умеет: проектировать и внедрять комплексные пайплайны предварительной обработки данных с использованием методов ИИ и автоматизированных подходов навыки: Владеет: навыками разработки, оптимизации и сопровождения воспроизводимых и масштабируемых пайплайнов обработки данных и признаков для сложных ML-систем

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы технологий искусственного интеллекта (ML-2), Введение в машинное обучение и интеллектуальные системы (ML-2); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (BD-5), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (BD-5), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (BD-5), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (BD-5), Учебная практика. Ознакомительная практика (ML-2), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ML-2), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ML-2), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ML-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных

компетенций в следующих дисциплинах: Специализированные программно-аппаратные отраслевые комплексы (ML-2); практиках: Преддипломная практика (BD-5), Преддипломная практика (ML-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (BD-5), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ML-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма, лекция-провокация, мини-проекты, проблемная лекция, лекция с обсуждением новых научных достижений в сфере ии по результатам конференции и публикаций и др.), семинары с ит-практиками, конкурсы, хакатоны, кейс-чемпионаты, мастер-классы, командные проектные задания, доступ к учебным материалам, методическим указаниям, контрольно-измерительным тестам обеспечивается по сети интернет с помощью электронного курса и сервисов образовательного портала пгту на платформе lms moodle (elearning.volgatech.net), интегрированного с федеральной платформой гис ссос online.edu.ru открытый образовательный портал (moored.net), 1. активно планируется использовать ресурсы открытых образовательных платформ (яндекс-практикум, сберуниверситет, сберлабс — исследования и разработки сбера и др.)

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Проектирование и архитектура промышленных ML-систем	56	ML-2
Лекция. Лекция 1. Промышленные задачи и требования к системам машинного обучения	2	
Практическое занятие. Практическая работа № 1. Проектирование и настройка устойчивого ML-пайплайна для промышленных датчиков	4	
Лекция. Лекция 2. Архитектура промышленных ML-систем: от сбора данных до вывода	2	
Лекция. Лекция 3. Интеграция ML-систем в существующие производственные процессы	2	
Практическое занятие. Практическая работа 2. Интеграция ML-модели с промышленным контроллером при помощи симулятора	4	
Лекция. Лекция 4. Обеспечение безопасности, конфиденциальности и соответствия стандартам	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение изучить и осмыслить полный цикл проектирования промышленной системы машинного обучения на примере индустриального партнера. В ходе выполнения задания необходимо последовательно проанализировать, каким образом формируются промышленные задачи машинного обучения, какие требования предъявляются к таким системам с точки зрения надежности, устойчивости, масштабируемости и времени отклика. Особое внимание следует уделить специфике данных промышленных датчиков, условиям их сбора и предварительной обработки, а также ограничениям реального производства. Далее требуется описать архитектуру промышленной ML-системы, начиная с уровня сбора и передачи данных, включая этапы хранения, обработки, обучения модели и получения результатов инференса. Необходимо показать взаимосвязь между компонентами системы и обосновать выбор архитектурных решений с учетом промышленного контекста. Отдельным этапом самостоятельного изучения является рассмотрение вопросов интеграции ML-системы в существующие производственные процессы. Студенту следует проанализировать, каким образом результаты работы модели могут быть использованы в системе управления, взаимодействовать с промышленным контроллером или оператором, а также какие проблемы могут возникнуть при внедрении модели в уже функционирующую инфраструктуру. В завершение задания необходимо рассмотреть аспекты безопасности, конфиденциальности данных и соответствия промышленным стандартам. Следует описать потенциальные риски, связанные с эксплуатацией ML-системы в промышленной среде, и подходы к их минимизации, включая защиту данных, отказоустойчивость и соблюдение нормативных требований. Результатом самостоятельной работы должен стать связный аналитический текст (отчет), в котором отражено целостное понимание проектирования, архитектуры и интеграции промышленных систем машинного обучения с учетом практических и теоретических аспектов, рассмотренных в лекциях и практических занятиях.	40	BD-5, ML-2
Эксплуатация, масштабирование и управление жизненным циклом	52	
Лекция. Лекция 5. Масштабирование и оптимизация производительности в промышленной среде	2	
Лекция. Лекция 6. Обеспечение устойчивости и отказоустойчивости ML-систем в реальных условиях	2	
Практическое занятие. Практическая работа 4. Реализация системы мониторинга и аварийного оповещения на основе ML-модели	4	
Лекция. Лекция 7. Мониторинг, диагностика и управление жизненным циклом моделей в промышленной среде	2	
Лекция. Лекция 8 Кейсы внедрения промышленных ML-систем: энергетика, производство, логистика	2	

Практическое занятие. Практическая работа 5. Оценка эффективности и безопасности промышленной ML-системы	4
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Работа с кейсами от АО «ММЗ» на выбор: «Создание ИИ-инструментов для автоматизации тестирования и контроля качества продукции (разработка алгоритмов для автоматического определения дефектов и несоответствий, интеграция с системами сбора данных и отчётности, улучшение точности и скорости проверки продукции)» (1 з.е. 36 часов) «Гарантия безопасности ИИ-систем в промышленной среде (анализ потенциальных угроз и рисков использования ИИ, разработка методов защиты данных и моделей от взлома и несанкционированного доступа, создание протоколов безопасности и регулярных аудитов)» (1 з.е. 36 часов) «Оптимизация производственных процессов с использованием алгоритмов машинного обучения (прогнозирование потребностей в материалах и ресурсах, оптимизация маршрутов и планирование производства, улучшение эффективности работы сотрудников через интеллектуальные рекомендации)» (1 з.е. 36 часов) «Разработка ИИ-систем для автоматизации анализа больших данных в производстве (обработка и анализ структурированных и неструктурированных данных, выявление тенденций, аномалий и улучшение качества	36
Иная контактная работа:	0

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** предоставляют систематизированные знания о промышленных системах машинного обучения, архитектуре промышленных ML-систем: от сбора данных до вывода, устойчивости и отказоустойчивости ML-систем в реальных условиях, масштабировании и оптимизация производительности в промышленной среде, безопасности, конфиденциальности и соответствии стандартам, интеграции ML-систем в существующие производственные процессы. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом занятия: изучение целей, задач и структуры семинара, включая конкретные кейсы индустриальных партнеров; работа с конспектом лекций: повторение ключевых теоретических понятий или анализ статей с конференций уровня A*/A; работа с литературой и образовательными ресурсами в сфере ИИ, повторение ключевых теоретических понятий и тестирование небольших программ или моделей для закрепления материала. Рекомендуется фиксировать вопросы для обсуждения на семинаре и подготавливать развёрнутые ответы для дальнейшей демонстрации. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к

образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. В самостоятельную работу также включено изучение кейсов и реальных задач из практического опыта индустриальных партнеров. Изучение дисциплины включает выполнение практических работ. Организацию практических работ рекомендуется выполнять с использованием следующих систем, технологий и инструментов: лекционные материалы, фокусируясь на платформах MLOps для воспроизводимости пайплайнов, инструментах для работы с потоковыми данными и feature store, средах для симуляции промышленных контроллеров и протоколов (OPC UA, MQTT), а также на edge-устройствах для отработки развертывания в ограниченных условиях, обязательно включая инструменты для мониторинга моделей и данных в реальном времени и системы обеспечения безопасности на уровне контейнеров и управления секретами. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является бально-рейтинговый контроль (БРК).

Кроме того:

1. Содержание дисциплины включает изучение исследований и разработок, представленных в научных публикациях на конференциях уровня А*/А, статьях, опубликованных в журналах 1 уровня Белого списка научных журналов Минобрнауки России, в том числе:
 - International Conference on Learning Representations (ICLR) Сайт: <https://iclr.cc/> Международная конференция по обучению представлением. Имеет открытый процесс рецензирования и специальные секции (workshop tracks), ориентированные на студентов и исследователей, представляющих прикладные решения и обучающие эксперименты с использованием библиотек Python.
 - International Conference on Machine Learning (ICML) Сайт: <https://icml.cc/> Одна из ведущих конференций по машинному обучению. Включает постерные и демонстрационные треки (demo, education), где принимаются проекты по анализу данных, визуализации результатов и разработке обучающих приложений на Python.
 - AAAI Conference on Artificial Intelligence Сайт: <https://aaai.org/conference/> Конференция Ассоциации по развитию искусственного интеллекта. Содержит специальную программу Student Abstract and Poster Program, ориентированную на студенческие и начальные исследовательские работы по искусственному интеллекту, включая разработку алгоритмов и систем на Python.
 - International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI) Сайт: <https://www.ijcai.org/> Международная объединённая конференция по искусственному интеллекту. Имеет секцию AI Education Track, где рассматриваются проекты, направленные на развитие методов обучения ИИ и использование Python в образовательных целях.
- рецензируемый журнал «Искусственный интеллект и принятие решений» (Белый список, K1). Публикует оригинальные научные статьи и обзоры по широкому кругу проблем в области искусственного интеллекта и интеллектуальных систем, анализа и принятия решений, систем поддержки принятия решений, их практического применения.
- международный, междисциплинарный рецензируемый журнал «Форсайт» (Белый список K1), публикует оригинальные научные статьи с результатами передовых теоретических и прикладных исследований в ключевых областях стратегического

- планирования, научно-технической и инновационной политики, информирующий читателей о возможных альтернативных сценариях будущего для своевременного принятия правильных решений.

– рецензируемый журнал «Компьютерная оптика» (Белый список, K1). публикует оригинальные статьи и обзоры по следующим разделам: дифракционная оптика; информационные оптические технологии; нанофотоника и оптика наноструктур; анализ и понимание изображений, распознавание образов; геоинформационные технологии; цифровая обработка сигналов и изображений, кодирование и защита информации, технологии дистанционного зондирования Земли; анализ гиперспектральных данных; численные методы компьютерной оптики; интеллектуальный анализ видеопотоков.

– рецензируемый журнал «Программирование» (Белый список, K1).. Публикует статьи по всем проблемам, связанным с теоретическим и практическим программированием: операционные системы, технологии программирования, языки программирования и компиляторы, параллельное программирование, верификация и тестирование программ, машинная графика, компьютерная алгебра и т.п.

- –международный журнал "Pattern Recognition and Image Analysis. Advances in Mathematical Theory and Applications" (Белый список, K2). Публикует оригинальные работы в области распознавания образов, анализа, понимания и обработки изображений, а также в смежных областях теоретической и прикладной информатики.
- –рецензируемый журнал «Т-Comm – Телекоммуникации и Транспорт» (Белый список, K2). Публикует достижения и проблемы российских инфокоммуникаций; развитие интеллектуальных транспортных систем.

1. Предусмотрено участие ИТ-практиков в различных форматах обучения (лекции, семинары с ИТ-практиками, конкурсы, хакатоны, кейс-чемпионаты, мастер-классы, командные проектные задания и др.) и в качестве наставников. В программе предусмотрено изучение кейсов и реальных задач (проектов по разработке, внедрению, развитию цифровых технологий, ИТ-разработок и др.) из практического опыта ИП:

«Создание ИИ-инструментов для автоматизации тестирования и контроля качества продукции (разработка алгоритмов для автоматического определения дефектов и несоответствий, интеграция с системами сбора данных и отчётности, улучшение точности и скорости проверки продукции)» (1 з.е. 36 часов)

«Гарантия безопасности ИИ-систем в промышленной среде (анализ потенциальных угроз и рисков использования ИИ, разработка методов защиты данных и моделей от взлома и несанкционированного доступа, создание протоколов безопасности и регулярных аудитов)» (1 з.е. 36 часов)

«Оптимизация производственных процессов с использованием алгоритмов машинного обучения (прогнозирование потребностей в материалах и ресурсах, оптимизация маршрутов и планирование производства, улучшение эффективности работы сотрудников через интеллектуальные рекомендации)» (1 з.е. 36 часов)

1. «Разработка ИИ-систем для автоматизации анализа больших данных в производстве (обработка и анализ структурированных и неструктурированных данных, выявление тенденций, аномалий и улучшение качества продукции, интеграция с системами мониторинга и управления»

Мастер-классы с Practical ML Conf. Темы: проектирование RecSys, оптимизация моделей генерации видео на множестве GPU, разметка с помощью LLM, практический опыт генерации сюжетных видео

2. Рекомендованные источники учебно-методической литературы, стандартов и иные.

1. MapReduce Tutorial https://hadoop.apache.org/docs/r1.2.1/mapred_tutorial.html
2. Большие данные. Принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном вр.: Марц, Уоррен, Вильямс, 2018
3. Стандарты по направлению «Искусственный интеллект» <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/aistandarts>
4. ГОСТ Р 59277-2020. Системы искусственного интеллекта.
5. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 29.06.2021 № 392 "Об утверждении критериев определения принадлежности проектов к проектам в сфере искусственного интеллекта [ublication.pravo.gov.ru](http://publication.pravo.gov.ru)
6. Марков С. Охота на электроовец. Большая книга искусственного интеллекта. Москва, 2024: <https://markoff.science/#book>
7. Искусственный интеллект : современный подход / С. Рассел, П. Норвиг ; [пер. с англ. И ред. К. А. Птицина]. – 2-е изд. – Москва : Вильямс, 2005. – 1408 с. : ил. – Парал. тит. л. на англ. яз. – Прил.: с. 1288–1301
8. Национальная стратегия: Указ Президента Российской Федерации от 15.02.2024 г. № 124 О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» и в Национальную стратегию, утвержденную этим Указом <http://kremlin.ru/acts/bank/50326>
9. Sheikh, H., Prins, C., Schrijvers, E. (2023). Artificial Intelligence: Definition and Background. In: Mission AI. Research for Policy. Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-21448-6_2
10. История нейронных сетей в СССР: <https://habr.com/ru/companies/sberdevices/articles/543988/>
11. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 29.06.2021 № 392 "Об утверждении критериев определения принадлежности проектов к проектам в сфере искусственного интеллекта" (Зарегистрирован 28.07.2021 № 64430) <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107290008>
12. Указ Президента Российской Федерации от 15.02.2024 г. № 124 О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» и в Национальную стратегию, утвержденную этим Указом <http://kremlin.ru/acts/bank/50326>
13. Стандарты по направлению «Искусственный интеллект» <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/aistandarts>
14. Базовая модель профессий и компетенций в области искусственного интеллекта Альянса в сфере ИИ <https://a-ai.ru/#methodology-proffession-model>
15. Модель профессиональных компетенций в области ИИ в ИТМО: <https://github.com/aimclub/ai-competency-model>
16. Серл Дж. Разум, мозг и программы //Хофштадтер Д. , ДеннеттД. «Глаз разума:

1. Фантазии и размышления о самосознании и о душе».- Самара:Бахрах-М, 2003
2. Нагель Т. Каково это быть летучей мышью?//Хофштадтер Д. , ДеннеттД. «Глаз разума: Фантазии и размышления о самосознании и о душе». - Самара:Бахрах-М,2003
3. Хайдеггер М. Вопрос о технике // Время и бытие. - СПб: Наука, 2007
4. Chalmers D.J. The Singularity A Philosophical Analysis // Journal of Consciousness Studies – 2010. – Vol. 17, № 9-10.
5. Искусственный интеллект. Концепции и терминология искусственного интеллекта ГОСТ Р 71476-2024 (ИСО-МЭК 22989-2022)
6. Annotated History of Modern AI and Deep Learning <https://arxiv.org/abs/2212.11279>
7. Gartner Research Hype Cycle for Artificial Intelligence
8. Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2021
9. Информационные технологии. Большие данные. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению ГОСТ Р 59925-2021
10. Искусственный интеллект. Большие данные. Функциональные требования к происхождению данных ПНСТ847-2023
11. Искусственный интеллект. Большие данные. Обзор и требования по обеспечению сохранности данных ПНСТ848-2023
12. Обучение на больших данных https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Обучение_на_больших_данных
13. About MLCommons Benchmarks<https://mlcommons.org/benchmarks/>
14. The AI community building the future <https://huggingface.co/>
15. A reproducible and transparent framework for evaluating foundation models <https://crfm.stanford.edu/helm/>
16. Системы искусственного интеллекта. Классификация алгоритмов и вычислительных методов ПНСТ953-2024
17. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта ГОСТ Р 59277-2020
18. Искусственный интеллект. Структура описания систем искусственного интеллекта использующих машинное обучение ПНСТ838-2023/ИСО/МЭК 23053:2022
19. Машинное обучение. <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/mashinnoye-obucheniye>
20. Понятие машинного обучения в искусственном интеллекте https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Общие_понятия
21. Искусственный интеллект. Качество данных для аналитики и машинного обучения. Часть 1. Обзор, термины и примеры ГОСТ Р 71484.1-2024 (ИСО-МЭК 5259-1:2024)
22. Искусственный интеллект. Качество данных для аналитики и машинного обучения. Часть 2. Показатели качества данных ГОСТ Р 71484.2-2024 (ИСО/МЭК 5259-2:2024)
23. Искусственный интеллект. Качество данных для аналитики и машинного обучения. Часть 3. Требования и рекомендации по управлению качеством данных ГОСТ Р 71484.3 -2024 (ИСО-МЭК 5259-3-2024)
24. Искусственный интеллект. Качество данных для аналитики и машинного обучения. Часть 4. Структура процесса управления качеством данных ГОСТ Р 71484.4-2024 (ИСО/МЭК 5259-4:2024)
25. Информационные технологии. Искусственный интеллект. Структура жизненного цикла данных ГОСТ Р 70889-2023 (ИСО/МЭК 8183:2023)
26. Предварительная обработка данных https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Предварительная_обработка_данных
27. Feature Selection https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/feature_selection/index.html

4. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

В частности, электронные курсы:

Курс «Машинное обучение». Режим доступа: URL:
<https://mooped.net/local/coursemanage/courseinfo.php?id=9>

Курс «ML-hackathon». Режим доступа: URL:
<https://mooped.net/local/coursemanage/courseinfo.php?id=196>

Курс «Программирование в Python и методы вычислений». Режим доступа: URL:
<https://mooped.net/local/coursemanage/courseinfo.php?id=351>

Курс «Информационные технологии». Режим доступа: URL:
<https://mooped.net/local/coursemanage/courseinfo.php?id=394>

Курс «Машинное обучение и нейросетевой анализ данных в Python». Режим доступа: URL:
<https://mooped.net/local/coursemanage/courseinfo.php?id=393>

Курс «Основы построения и эволюции систем искусственного интеллекта». Режим доступа: URL: <https://mooped.net/course/view.php?id=782>

Курсы Яндекс Практикума:

Курс «MLOps для разработки и мониторинга моделей». Режим доступа: URL:
<https://practicum.yandex.ru/mlops/?from=catalog>

Курс «Инженер машинного обучения». Режим доступа: URL: <https://practicum.yandex.ru/machine-learning/?from=catalog>

Курс «Python-разработчик». Режим доступа: URL: <https://practicum.yandex.ru/backend-developer/?from=catalog>

Курс «DevOps для эксплуатации и разработки». Режим доступа: URL: <https://practicum.yandex.ru/devops/?from=catalog>

В том числе используются материалы Института искусственного интеллекта ИТМО и материалы онлайн-конференции Яндекса про образование (Yet another Conference on Education): Режим доступа: URL: <https://yace.yandex.ru/>

Другие курсы

1. Стенфордский курс по нейронным сетям <http://cs231n.stanford.edu/>
2. Курсы в ШАД (Школа Анализа Данных), первый год обучения <https://yandexdataschool.ru/>
3. Финтех от Тинькофф <https://fintech.tinkoff.ru/>
4. Стенфордский курс по машинному обучению <https://ru.coursera.org/learn/machine-learning>
5. IBM DS <https://ru.coursera.org/specializations/ibm-data-science-professional-certificate>
8. Курс "Машинное обучение с подкреплением" Центра когнитивного моделирования МФТИ http://rairi.ru/wiki/index.php/Машинное_обучение_с_подкреплением
10. Курс "Компьютерное зрение" Центра когнитивного моделирования МФТИ http://rairi.ru/wiki/index.php/Компьютерное_зрение
12. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman «The Elements of Statistical

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Остроух, А. В. Интеллектуальные информационные системы и технологии [Электронный ресурс] / Остроух А. В., Николаев А. Б. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 308 с. ISBN 978-5-507-48511-6.	https://e.lanbook.com/book/354536
2.	Остроух, А. В. Теория проектирования распределенных информационных систем [Электронный ресурс] : монография / Остроух А. В., Помазанов А. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 96 с. ISBN 978-5-8114-3417-6.	https://e.lanbook.com/book/206483
3.	Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : монография / Остроух А. В., Суркова Н. Е.; Суркова Н. Е. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 228 с. ISBN 978-5-507-47478-3.	https://e.lanbook.com/book/379988
4.	Кревецкий, Александр Владимирович. Основы технологий искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Кревецкий, Ю. А. Ипатов, Н. И. Роженцова ; под общей редакцией А. В. Кревецкого; Министерство науки и высшего образования	https://portal.volgatech.net/books/Krevetskiy_Osnovy_tekhnologii_iskusstvennogo_intellekta_2023.pdf

	Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 272 с. ISBN 978-5-8158-2358-	
5.	Советов, Б. Я. Информационные технологии: теоретические основы [Электронный ресурс] / Советов Б. Я., Цехановский В. В. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 444 с. ISBN 978-5-8114-1912-8.	https://e.lanbook.com/book/209876
6.	Романов, П. С. Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Романов П. С., Романова И. П.; Романова И. П. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 140 с. ISBN 978-5-507-47377-9.	https://e.lanbook.com/book/364964
7.	Модели и способы взаимодействия пользователя с киберфизическим интеллектуальным пространством [Электронный ресурс] : монография / И. В. Ватаманюк, Д. К. Левоневский, Д. А. Малов [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 176 с. ISBN 978-5-8114-3877-8.	https://e.lanbook.com/book/206672
8.	Цехановский, В. В. Архитектор информационных систем: как проектировать большие системы [Электронный ресурс] / Цехановский В. В. Москва, Алматы: Ай Пи Ар Медиа, EDP Hub (Идипи Хаб), 2024. - 284 с. ISBN 978-5-4497-2315-4.	https://www.iprbookshop.ru/133454.html

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	333б (III)	GPS приемник в составе (1), VICTORIA 3065 C (1), Аппаратно-программный комплекс (адаптер+ПО) (1), Вольтметр В7-37 (3), ГЕНЕРАТОР Г2-57 (4), Генератор шумовых сигналов (1), ИЗМЕРИТ.ПОМЕХ LMZ-4 (2), ИЗМЕРИТЕЛЬ ПОМЕХ (1), ИЗМЕРИТЕЛЬ X6-5 (1), Измерительный прибор SNT LITE PSTN (1), Комплект дополнит.оборудования к VICTORIA (1), Лабораторный стенд "Цифровая электроника" 1060x256x654 (2), Монитор 19" Samsung 940N (KSB) TFT Silver. Round Simple (3), Монитор 19"Samsung 940N (LKSB) TFT (2), Монитор LG LCD 19" L1919S-SF (1), Осциллограф GDS-820C (1), ПРИБОР Д/ИС КОР X6-8 (3),	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

		ПРИБОР ИКХ-Х6-5 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP-X2514WN (1), Систем.блок Athlon 64 3500/512Mb*2/160Gb/FDD/DVD-RW клав.мышь.ковр. (2), Систем.блок Core 2Duo E6320/2Гб/320Гб/512Мб клав.мышь (2), Систем.блок АМД3000+(512*2)/160Gb/DVD+R Wtkfd/+мышь+коврик+клав. (1), Системный блок RAY P360.3 ,клав,мышь оптич, коврик+монитор 19" ViewSonic VA916 (1), Системный блок AMD*2 4000/2*512 MB/160Gb/512 MB/ (1), Учебная Лабораторная установка "Изучение КМ-кодека" (1), Учебная Лабораторная установка "Изучение принципов временного разделения каналов" (1), Учебная телевиз.установка "УТС-2004" (1), Экран настенный 200*200см Braun Roll Vision (1), Комплект учебной мебели (1)	
2.	333г (III)	Измерительный прибор "BerCut-E" (1), Комплекс ПАИК/77100/КПВ (1), Комплект дополнит.оборудования к ПАИК/7710/КПВ(автогенератор AnCom и автоответчи (1), Компьютер P4-3.0/2*256Mb/HDD 200Gb/128 6600GT/DVD-RW/KM/FDD/MBi945P/UPS (1), Ксерокс Canon FC-860 (1), Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (10), Лабораторный практикум "Основы радиотехники и телекоммуникаций" Emona DATEx Tele (10), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным кон (10), Монитор 19"Samsung 940N (LKSB) TFT (1), Принтер HP Laser Jet 1100 (1), Систем.блок Core2 DUOE6300/1024Mb*2/320Gb/DVD-RW/клав.мышь.ковр. (1), Учебный лабораторный стенд LESO1 (6), Учебный лабораторный стенд LESO2 (6), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
 - умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
 - умение применять теоретические знания при решении практических заданий.
- Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе

Пороговый уровень:

Формат оценивания сформированности результата обучения: тестовые задания (закрытые с выбором ответа)

Формирование компетенции ML-2, BD-5

1. Что такое облачные вычисления?

- а) Технология, при которой программы и данные запускаются только на компьютере пользователя*
- б) Облачные вычисления — это аренда машин с фиксированными вычислительными мощностями без масштабирования*
- в) Модель предоставления вычислительных ресурсов через интернет, управляемых провайдером облачных услуг*
- г) Способ подключения локального сервера к интернету для удалённого доступа*

2. Что означает модель IaaS?

- а) Программное обеспечение как услуга*
- б) Инфраструктура как услуга*
- в) Платформа как услуга*
- г) База данных как услуга*

3. Какой из следующих вариантов описывает модель SaaS?

- а) Поставщик предоставляет доступ к виртуальным серверам*
- б) Пользователь получает готовое программное приложение, запускаемое провайдером*
- в) Управление инфраструктурой осуществляется через код*
- г) Пользователь запускает функции в ответ на события*

4. Что такое модель Serverless в облачных вычислениях?

- а) Конфигурирование выделенного сервера вручную*
- б) Полный отказ от виртуальных машин*
- в) Управление инфраструктурой полностью возлагается на провайдера, а разработчик пишет только код*
- г) Хранение данных только на локальных серверах*

5. Что даёт гибридное облако?

- а) Тотальное отключение всех локальных сервисов*
- б) Комбинированное использование собственных ресурсов и облачных сервисов*
- в) Использование нескольких облачных провайдеров одновременно*
- г) Объединение только частных облаков*

6. Что из перечисленного относится к теме хранение и анализ данных?

- а) Серверы Kubernetes и ingress*
- б) OLAP, OLTP и NoSQL*
- в) Настройка VPN-подключений*
- г) Принципы API Gateway*

7. Что означает аббревиатура OLAP?

- а) Online Log Access Protocol*
- б) OnLine Analytical Processing*
- в) Offline Analytics Program*
- г) OnLine Application Processing*

8. Какую основную задачу решают OLAP-системы?

- а) Обновление транзакций в реальном времени*
- б) Быстрый доступ к OLTP-записям*
- в) Анализ больших массивов данных и построение отчётов*
- г) Управление сетевыми подключениями*

9. Что такое OLTP?

- а) Система аналитической обработки*
- б) Онлайн обработка транзакций*
- в) Хранилище данных для отчётов*
- г) Балансировка нагрузки*

10. Какой инструмент часто используется для управления контейнерами?

- а) FTP*

б) *Kubernetes*

в) *SMTP*

г) *SQL*

Продвинутый уровень:

Формат оценивания сформированности результата обучения: анализ ситуации и предложение решения, задания на соответствие / упорядочивание, задания с открытым ответом (короткий текст, одно правильное решение)

Формирование компетенции BD-5, ML-2

1. Соотнесите модель и описание:

- | | |
|---------|--|
| 1. IaaS | A. Готовое приложение, доступное через интернет |
| 2. PaaS | B. Управление инфраструктурой и запуск виртуальных машин |
| 3. SaaS | C. Среда для разработки и развертывания приложений |
| 4. FaaS | D. Запуск функций без управления серверами |

2. Соотнесите типы баз данных и их назначение:

- | | |
|--------------|------------------------------------|
| 1. OLTP | A. Анализ исторических данных |
| 2. OLAP | B. Хранение данных в виде графов |
| 3. Key-Value | C. Быстрая обработка транзакций |
| 4. Graph DB | D. Хранение данных «ключ–значение» |

3. Соотнесите типы облаков и назначение:

- | | |
|-----------------|--|
| 1. Публичное | A. Используется одной организацией |
| 2. Частное | B. Комбинация локальных и облачных ресурсов |
| 3. Гибридное | C. Несколько облачных провайдеров |
| 4. Мультиоблако | D. Ресурсы доступны широкому кругу пользователей |

1. Расположите этапы ETL-процесса (OLAP) в правильном порядке:

A. Загрузка данных в хранилище

В. Извлечение данных

С. Преобразование данных

2. Расположите модели по степени абстракции от инфраструктуры (от минимальной к максимальной):

A. SaaS

B. IaaS

C. FaaS

D. PaaS

3. Как расшифровывается аббревиатура OLAP?

4. Какой тип базы данных лучше всего подходит для хранения данных без фиксированной схемы?

5. Как называется модель облачных вычислений, при которой разработчик пишет только код, а инфраструктурой управляет провайдер?

6. Назовите инструмент, который чаще всего используется для оркестрации контейнеров.

7. Какой тип облака сочетает локальную инфраструктуру и публичное облако?

Высокий уровень

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Блок 1: Промышленные задачи и архитектура (Темы 1, 2)

8. Основные отличия промышленных ML-систем от академических решений, включая ключевые инженерные вызовы.

9. Критически важные метрики эффективности для ML-системы, работающей в режиме реального времени на производственной линии.

10. Компоненты сквозного (end-to-end) ML-пайплайна в промышленной среде и их взаимодействие.

11. Роль и требования к системам хранения данных на различных этапах жизненного цикла промышленной ML-модели.

12. Влияние выбора архитектуры развертывания (edge, cloud, гибридная) на показатели задержки, надежности и безопасности системы.

Блок 2: Надежность, устойчивость и безопасность (Темы 3, 5)

13. Стратегии обеспечения отказоустойчивости ML-пайплайна при сбоях в источнике данных или канале передачи.

14. Методы повышения устойчивости ML-модели к работе с неполными или зашумленными

данными от промышленных датчиков.

15. Принципы обеспечения безопасности данных на всем пути их движения: от датчика до модели и обратно.
16. Меры защиты интеллектуальной собственности при передаче и хранении обученных моделей в промышленной экосистеме.
17. Основные требования стандартов (таких как GDPR или ISO 27001), влияющие на проектирование системы сбора и обработки данных для ML.

Блок 3: Масштабирование, производительность и интеграция (Темы 4, 6)

1. Подходы к горизонтальному и вертикальному масштабированию ML-системы для обработки растущего потока промышленных данных.
2. Техники оптимизации производительности модели на этапе инференса для работы на ресурсо-ограниченных edge-устройствах.
3. Паттерны интеграции ML-модели в существующую систему управления предприятием (например, через MES или ERP).
4. Роль API-интерфейсов в обеспечении взаимодействия между ML-сервисом и промышленными системами управления (например, SCADA).
5. Особенности развертывания ML-решений в цепочке поставок, учитывая распределенность и гетерогенность инфраструктуры.

Блок 4: Мониторинг и управление жизненным циклом (Тема 7)

1. Причины и методы обнаружения деградации качества (дрейфа) ML-модели в промышленной эксплуатации.
2. Критерии и процесс принятия решения о необходимости переобучения промышленной ML-модели.
3. Цели и методика проведения A/B тестирования новых версий моделей в работающей производственной системе.
4. Минимально необходимый набор метрик и логов для эффективного мониторинга состояния промышленной ML-системы.
5. Процесс управления жизненным циклом модели (MLOps) от повторного обучения до переразвертывания в промышленной среде.

Блок 5: Практическая реализация и кейсы (Тема 8, Практические задания)

1. Этапы проектирования устойчивого пайплайна для обработки данных с промышленного датчика, начиная со сбора и заканчивая инференсом.
2. Архитектура системы аварийного оповещения на основе ML-модели обнаружения аномалий, включая каналы уведомлений.
3. Особенности разработки и тестирования API для взаимодействия ML-сервиса с промышленным контроллером или симулятором.
4. Методика оценки эффективности развернутой промышленной ML-системы, выходящая за рамки точности модели.
5. План тестирования промышленной ML-системы на устойчивость к преднамеренным помехам

или атакам на целостность данных.

6. Типовые проблемы и ключевые факторы успеха при внедрении ML-систем для предиктивного обслуживания в энергетике.
7. Возможности применения компьютерного зрения и ML на производстве для задач контроля качества и их интеграция в конвейер.
8. Пример использования ML для оптимизации логистических маршрутов и управления складскими запасами в реальном времени.
9. Анализ компромисса между сложностью модели, её точностью и требованием к низкой задержке при работе на промышленном оборудовании.
10. Структура итогового отчета по оценке эффективности и безопасности промышленной ML-системы для стейкхолдеров.