
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол №2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Проектирование систем машинного обучения»**

Направление подготовки: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Прикладной искусственный
интеллект

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 4 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения	5
3. Тематический план	10
4. Содержание дисциплины (модуля)	10
5. Учебно-методическое обеспечение	11
6. Материально-техническое обеспечение	11
7. Методические и оценочные материалы	13

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Проектирование систем машинного обучения» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Прикладной искусственный интеллект», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Проектирование систем машинного обучения» позволяет создавать интегрированные решения, обеспечивающие высокую производительность и устойчивость моделей в реальных условиях. Кроме того, знание проектирования систем машинного обучения способствует оптимизации ресурсов и ускоряет внедрение инноваций в различных сферах.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Прикладной искусственный интеллект» и входит в вариативную часть Блока 1 формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 6 семестре. Доступна к изучению после успешного освоения дисциплины (модуля) «Машинное обучение».

Цель изучения дисциплины (модуля): освоить принципы и методы проектирования эффективных, масштабируемых и надежных систем машинного обучения для решения практических задач.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- изучить основные принципы и архитектуры систем машинного обучения, включая выбор алгоритмов, подготовку данных, инфраструктуру и интеграцию с существующими технологиями.
- освоить методы оптимизации производительности, управления ресурсами, обеспечения безопасности и этических аспектов в проектировании МО-систем.
- приобрести практические навыки в разработке и реализации end-to-end пайплайнов машинного обучения, включая прототипирование и развертывание моделей в реальных средах.
- развить умение анализировать и оценивать эффективность МО-систем, учитывать ограничения и требования, а также применять системный подход к решению задач в области искусственного интеллекта.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- для каких задач применяются методы машинного обучения в компаниях и как проводить предварительный анализ для оценки целесообразности их внедрения;
- основные компоненты архитектуры систем машинного обучения;
- этапы жизненного цикла моделей машинного обучения;
- способы оценки эффективности решений на основе машинного обучения;
- принципы подготовки программного кода и моделей к промышленной эксплуатации;
- методы наблюдения и контроля работы систем машинного обучения в промышленной эксплуатации;
- принципы обеспечения масштабируемости и надежности систем машинного обучения.

уметь:

- формулировать техническую постановку задачи машинного обучения, выбирать показатели качества и базовое решение для сравнения;
- разрабатывать концепцию системы машинного обучения с учетом целей организации и существующих ограничений;
- разрабатывать проект решения на основе машинного обучения, включая функциональные требования и план реализации;
- проектировать архитектуру системы машинного обучения, включая компоненты для обработки данных, обучения моделей и получения прогнозов;
- оценивать экономическую эффективность внедрения проекта на основе машинного обучения;
- формулировать требования к вычислительной инфраструктуре с учетом нагрузки и возможностей масштабирования.

владеть:

- навыками проектирования систем машинного обучения, ориентированных на решение прикладных задач организации, с учетом технических ограничений и условий эксплуатации;
- навыками разработки концепций и архитектурных решений для систем машинного обучения в условиях ограниченного времени и неполноты данных;
- навыками оценки практической применимости и жизнеспособности решений на основе машинного обучения.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Код и содержание компетенции	Индикатор компетенции и перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
ППК-Р4. Способен использовать базы данных при создании программных модулей и компонентов	ППК-Р4.1. Пишет программный код с использованием языков определения и манипулирования данными в базах данных (базовый) ППК-Р4.1. 3-1. Знает архитектуры современных систем управления баз данных, включая SQL и noSQL ППК-Р4.1. У-1. Умеет применять выбранные языки работы с базами данных
	ППК-Р4.2. Проектирует базы данных для программных модулей и компонентов (средний) ППК-Р4.2. 3-1. Знает современные подходы к проектированию реляционных и нереляционных баз данных ППК-Р4.2. У-2. Умеет проектировать и актуализировать структуру базы данных для программных моделей и компонентов
	ППК-Р4.3. Оптимизирует производительность работы с базами данных (средний) ППК-Р4.3. 3-1. Знает внутреннее устройство СУБД выбранной архитектуры ППК-Р4.3. У-2. Умеет вырабатывать варианты оптимизации производительности запросов в базе данных
ППК-Р5. Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	ППК-Р5.1. Анализирует возможности реализации требований к компьютерному программному обеспечению (средний) ППК-Р5.1. 3-1. Знает возможности существующей программно-технической архитектуры ППК-Р5.1. У-3. Умеет вырабатывать варианты реализации требований к компьютерному программному обеспечению
	ППК-Р5.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие (средний) ППК-Р5.2. 3-2. Знает методы и средства проектирования программных интерфейсов ППК-Р5.2. У-1. Умеет выбирать средства реализации требований к компьютерному программному обеспечению
	ППК-Р5.3. Проектирует компьютерное программное обеспечение (продвинутый) ППК-Р5.3. 3-1. Знает принципы построения и виды архитектуры компьютерного программного обеспечения ППК-Р5.3. У-2. Умеет проектировать структуры данных
	ППК-Р5.4. Выполняет логическое проектирование системы (продвинутый) ППК-Р5.4. 3-3. Знает базовые технологии взаимодействия и интеграции систем и компонентов ППК-Р5.4. У-1. Умеет описывать интеграции со смежными системами на логическом уровне
ППК-Р6. Способен участвовать в промышленной разработке программного обеспечения	ППК-Р6.1. Работает в соответствии с промышленными методологиями разработки (средний) ППК-Р6.1. 3-1. Знает принципы Agile и их применение в промышленных проектах ППК-Р6.1. У-2. Умеет работать в команде с использованием инструментов управления проектами

	ППК-Р6.2. Использует инструменты промышленной разработки (средний) ППК-Р6.2. 3-1. Знает принципы Continuous Integration and Continuous Delivery (CI/CD) ППК-Р6.2. У-1. Умеет настраивать потоки работ CI/CD
	ППК-Р6.3. Разрабатывает масштабируемый и поддерживаемый код (продвинутый) ППК-Р6.3. 3-1. Знает принципы чистого кода, SOLID, DRY, KISS и др. ППК-Р6.3. У-1. Умеет разрабатывать модульный и тестируемый программный код
	ППК-Р6.4. Участвует в развертывании и поддержке программного обеспечения (продвинутый) ППК-Р6.4. 3-1. Знает стратегии развертывания промышленного программного обеспечения ППК-Р6.4. У-1. Умеет развертывать приложения в облаке
	ППК-Р7. Способен применять искусственный интеллект (ИИ) для генерации и отладки программного кода
	ППК-Р7.1. Применяет ИИ-инструменты для генерации программного кода (базовый) ППК-Р7.1. 3-1. Знает принципы работы современных генеративных ИИ-моделей для генерации кода ППК-Р7.1. У-1. Умеет формулировать корректные текстовые запросы (промты) для генерации кода
	ППК-Р7.2. Использует ИИ для анализа и отладки кода (средний) ППК-Р7.2. 3-1. Знает методы ИИ-анализа кода ППК-Р7.2. У-2. Умеет интерпретировать рекомендации ИИ по исправлению кода
	ППК-Р7.3. Оптимизирует код с помощью ИИ (продвинутый) ППК-Р7.3. 3-1. Знает методы ИИ-оптимизации ППК-Р7.3. У-2. Умеет проверять корректность оптимизаций, предложенных ИИ
	ППК-Р7.4. Оценивает этические и профессиональные аспекты применения ИИ в разработке (продвинутый) ППК-Р7.4. 3-1. Знает этические нормы использования ИИ (конфиденциальность, плагиат кода и т.п.) ППК-Р7.4. У-2. Умеет документировать использование ИИ в разработке
ППК-ДА4. Способен выявлять бизнес-проблемы или бизнес-возможности	ППК-ДА4.1. Собирает информацию о бизнес-проблемах или бизнес-возможностях (средний) ППК-ДА4.1. 3-3. Знает инструменты, техники анализа бизнес-ситуации и предметной области ППК-ДА4.1. У-1. Умеет собирать, классифицировать, систематизировать и обеспечивать хранение и актуализацию информации для бизнес-анализа
	ППК-ДА4.2. Выявление истинных бизнес-проблем или бизнес-возможностей (продвинутый) ППК-ДА4.2. 3-2. Знает инструменты, техники анализа бизнес-ситуации и предметной области, включая анализ данных ППК-ДА4.2. У-1. Умеет выявлять и классифицировать бизнес-проблемы или бизнес-возможности
ППК-ДА5. Способен применять методы статистического анализа и теорию эксперимента для планирования, проведения и	ППК-ДА5.1. Разрабатывает дизайн эксперимента (базовый) ППК-ДА5.1. 3-1. Знает основные принципы планирования экспериментов ППК-ДА5.1. У-2. Умеет выбирать метрики для оценки эффекта воздействия

интерпретации результатов экспериментов	ППК-ДА5.2. Проводит статистический анализ данных эксперимента (средний) ППК-ДА5.2. 3-1. Знает методы проверки гипотез (t-тест, χ^2 , ANOVA) ППК-ДА5.2. У-2. Умеет интерпретировать p-value и уровень значимости
	ППК-ДА5.3. Интерпретирует результаты экспериментов (продвинутый) ППК-ДА5.3. У-2. Умеет формулировать рекомендации на основе статистических выводов
МО-2. Способен проектировать и внедрять системы автоматизации жизненного цикла машинного обучения (MLOps)	МО-2.1. Проектирует и настраивает CI/CD-пайплайны для машинного обучения (базовый) МО-2.1. 3-1. Знает принципы CI/CD применительно к моделям машинного обучения МО-2.1. У-1. Умеет настраивать CI/CD-пайплайны для МО с использованием инструментов
	МО-2.2. Организует версионирование моделей, данных и экспериментов (средний) МО-2.2. 3-1. Понимает системы версионирования моделей и данных МО-2.2. У-2. Умеет использовать инструменты MLOps для воспроизводимости и масштабируемости экспериментов
	МО-2.3. Внедряет системы мониторинга моделей в продуктивную эксплуатацию (средний) МО-2.3. 3-1. Знает метрики мониторинга моделей МО МО-2.3. У-1. Умеет развертывать системы мониторинга моделей МО
	МО-2.4. Автоматизирует процессы переобучения и развертывания моделей (продвинутый) МО-2.4. 3-1. Знает стратегии автоматизации переобучения МО-2.4. У-1. Умеет автоматизировать переобучение моделей и А/В-тестирование развертываний
РГ-1. Способен руководить процессами разработки компьютерного программного обеспечения	РГ-1.1. Руководит разработкой программного кода (средний) РГ-1.1. У-1. Способен распределять задачи на разработку программного кода между исполнителями РГ-1.1. У-3. Оценивает качество и эффективность программного кода
	РГ-1.2. Руководит проверкой работоспособности компьютерного программного обеспечения (средний) РГ-1.2. У-2. Умеет оценивать результаты проверки работоспособности компьютерного программного обеспечения
	РГ-1.3. Руководит интеграцией программных модулей и компонентов (продвинутый) РГ-1.3. 3-2. Знает методы и программные интерфейсы взаимодействия компьютерного программного обеспечения с внешними программными компонентами
РГ-2. Способен организовать процессы разработки компьютерного программного обеспечения	РГ-2.1. Управляет проектированием компьютерного программного обеспечения (средний) РГ-2.1. 3-1. Знает принципы построения архитектуры компьютерного программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения
	РГ-2.2. Управляет процессом разработки компьютерного программного обеспечения (продвинутый) РГ-2.2. У-1. Умеет составлять планы процесса разработки программного продукта

	РГ-2.3. Управляет запросами на изменения, дефектами и проблемами (продвинутый) РГ-2.3. 3-1. Знает методы и средства выявления дефектов, проблем и причин их возникновения в компьютерном программном обеспечении
	РГ-2.4. Управляет конфигурациями и выпусками программного продукта (продвинутый) РГ-2.5. У-1. Умеет управлять версиями отдельных компонентов и программного продукта в целом
	РГ-4. Способен организовать промышленную разработку программного обеспечения РГ-4.1. Внедряет промышленные методологии разработки (средний) РГ-4.1. 3-1. Знает принципы Agile и их применение в промышленных проектах
	РГ-4.2. Внедряет инструменты промышленной разработки (средний) РГ-4.2. 3-1. Знает принципы Continuous Integration and Continuous Delivery (CI/CD) РГ-4.3. Организует разработку масштабируемого и поддерживаемого кода (продвинутый) РГ-4.3. У-1. Умеет управлять разработкой модульного и тестируемого программного кода РГ-4.4. Организует развертывание и поддержку программного обеспечения (продвинутый) РГ-4.4. У-1. Умеет организовать развертывание приложения в облаке
РГ-5. Способен организовать процессы применения искусственного интеллекта (ИИ) для генерации и отладки программного кода	РГ-5.1. Организует применение ИИ-инструментов для генерации программного кода (средний) РГ-5.1. 3-1. Знает принципы работы современных генеративных ИИ-моделей для генерации кода
	РГ-5.2. Организует применение ИИ для анализа и отладки кода (продвинутый) РГ-5.2. 3-1. Знает методы ИИ-анализа кода
	РГ-5.3. Организует оптимизацию кода с помощью ИИ (продвинутый) РГ-5.3. 3-1. Знает методы ИИ-оптимизации
	РГ-5.4. Оценивает этические и профессиональные аспекты применения ИИ в разработке (продвинутый) РГ-5.4. 3-1. Знает этические нормы использования ИИ (конфиденциальность, плагиат кода и т.п.)
УК-4. (УНК-01.) Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) <i>(соответствует УНК-01 – Способен применять коммуникационные компетенции в профессиональной деятельности)</i>	УНК-01.01. Осуществляет коммуникации в профессиональной деятельности (базовый) УНК-01.01.01. У-1 Владеет навыками презентации и публичной дискуссии УНК-01.01.01. У-3 Способен формулировать и понимать технологические и бизнес-требования
	УНК-01.02. Демонстрирует владение профессиональной культурой (базовый) УНК-01.02.01. У-3. Умеет грамотно оформлять документацию и вести коммуникацию в соответствии с профессиональными стандартами
УК-3. (УНК-02.) Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УНК-02.01. Принимает участие в групповом взаимодействии (базовый) УНК-02.01.01. У-5. Умеет работать в команде, проявлять инициативу и поддерживать коллег
	УНК-02.02. Проявляет лидерство и осуществляет

<i>(соответствует УНК-02 – Способен применять методы коллективной работы в профессиональной деятельности)</i>	наставничество (базовый) УНК-02.02.01. У-3. Умеет делиться знаниями и опытом, оказывать поддержку и осуществлять наставничество коллегам
---	--

3. Тематический план

№п/ п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия			
1	Основы проектирования систем машинного обучения	16			84	Домашние задания
2	Практика на реальных кейсах	14			72	Домашние задания
	Зачёт с оценкой			4		
Итого:		30		4	156	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		190				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		5				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы проектирования систем машинного обучения	Введение в проектирование систем машинного обучения. Типы задач машинного обучения в бизнесе Постановка задач, взаимодействие с заказчиками, выбор показателей качества и оценка практической ценности решения Экспериментальная проверка решений: как измерить влияние модели на бизнес-показатели Методология машинного обучения: выбор алгоритмов, базовые решения для сравнения, проверка качества на исторических данных Высокоуровневая архитектура решений на основе машинного обучения Проектирование информационных систем с использованием машинного обучения Наблюдение за работой системы, обеспечение масштабируемости и надежности Рекомендательные системы
2	Практика на реальных кейсах	Поисковые системы Интеллектуальные помощники на основе больших языковых моделей Прогнозирование спроса Персонализированные маркетинговые рассылки и предложения Применение машинного обучения в информационной безопасности Подготовка к собеседованиям по проектированию систем машинного обучения

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебник для вузов / А. В. Платонов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 78 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-22200-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/600893>.

2. Ричардс, М. Фундаментальный подход к программной архитектуре: паттерны, свойства, проверенные методы : практическое руководство / М. Ричардс, Н. Форд. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 448 с. - (Серия «Для профессионалов»). - ISBN 978-5-4461-1842-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2122895>.

Дополнительная литература:

1. Григорьев, А. Машинное обучение. Портфолио реальных проектов : практическое руководство / А. Григорьев. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 496 с. - (Серия «Библиотека программиста»). - ISBN 978-5-4461-1978-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2123375>.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое

Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robot Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Проектирование систем машинного обучения» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Бонусные баллы — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Проектирование систем машинного обучения»

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *зачёта с оценкой*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задаст дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Проектирование систем машинного обучения» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	90%	10	Набор задач по темам недели
Зачёт с оценкой	10%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Проектирование систем машинного обучения»: $0,9 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,1 \times \text{зачёт с оценкой}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1.

1. Опишите, как проводится оценка целесообразности внедрения модели машинного обучения в бизнес-процесс: какие технические, экономические и организационные факторы учитываются;

2. Сформулируйте постановку задачи для системы персонализированных рекомендаций в онлайн-кинотеатре: определите цель, метрики качества (offline и online), базовое решение и критерии успеха;

3. Разработайте высокоуровневую архитектуру системы машинного обучения: выделите компоненты для сбора данных, обучения модели, деплоя, получения предсказаний и мониторинга;

4. Объясните, как с помощью A/B-тестирования или аплифт-моделирования можно измерить реальное влияние модели на бизнес-показатели;

5. Опишите, какие меры необходимо реализовать для обеспечения масштабируемости, отказоустойчивости и долгосрочной поддержки системы машинного обучения в продакшне.

Домашнее задание 2.

1. Спроектируйте архитектуру поисковой системы для электронного маркетплейса: опишите этапы индексации, ранжирования, использование векторных эмбеддингов и роль моделей машинного обучения;
2. Разработайте концепцию чат-бота на основе большой языковой модели для поддержки клиентов: укажите сценарии использования, способы контроля качества и безопасности ответов, интеграцию с базой знаний;
3. Объясните, как можно использовать RAG (Retrieval-Augmented Generation) для снижения hallucinations и повышения точности генерации в LLM-помощнике;
4. Опишите, какие метрики и методы мониторинга следует применять для отслеживания качества работы системы машинного обучения на основе LLM в промышленной эксплуатации;
5. Предложите стратегию масштабирования и оптимизации затрат при развёртывании LLM в условиях ограниченного бюджета и высокой нагрузки.

Домашнее задание 3.

1. Постройте концептуальную модель прогнозирования спроса для ритейлера: опишите входные данные, целевую переменную, возможные алгоритмы и способы учёта внешних факторов (сезонность, промоакции);
2. Спроектируйте систему персонализированных маркетинговых рассылок: опишите логику сегментации, выбора предложения, оценки отклика и предотвращения "спама";
3. Предложите архитектуру системы машинного обучения для обнаружения мошеннических транзакций: укажите типы признаков, стратегию валидации, способы борьбы с дисбалансом классов и интеграцию с операционными процессами;
4. Оцените экономическую эффективность внедрения одной из разработанных систем машинного обучения: рассчитайте примерный ROI, учитывая затраты на разработку, инфраструктуру и ожидаемый прирост выручки;
5. Подготовьте структуру ответа на типичный вопрос собеседования по проектированию систем машинного обучения (например, «Спроектируйте рекомендательную систему для такси»): опишите подход шаг за шагом — от цели до мониторинга.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция	Индикатор
1.	Назовите основные типы задач машинного обучения, применяемые в бизнесе.	Классификация / Регрессия / Кластеризация / Ранжирование / Прогнозирование	ППК-Р5	ППК-Р5.1. 3-1
2.	Объясните, как проводится оценка целесообразности внедрения ML-системы в бизнес-процесс.	Анализ технической возможности / Экономической эффективности / Доступности данных	ППК-ДА4	ППК-ДА4.1. У-1
3.	Укажите факторы, учитываемые при постановке задачи ML при взаимодействии с заказчиком.	Бизнес-цель / Метрики успеха / Ограничения / Данные / Сроки	ППК-Р5	ППК-Р5.2. 3-2
4.	Назовите базовое решение для задачи классификации оттока клиентов.	Постоянный прогноз / Простая	ППК-Р5	ППК-Р5.1. У-3

		эвристика / Логистическая регрессия		
5.	Объясните, как с помощью A/B-тестирования измеряется влияние модели на бизнес-показатели.	Сравнение метрик между контрольной и тестовой группами	ППК-ДА5	ППК-ДА5.2. У-2
6.	Назовите метод оценки эффективности модели, измеряющий причинное воздействие на бизнес.	Uplift-моделирование / Causal Inference	ППК-ДА5	ППК-ДА5.3. У-2
7.	Укажите компоненты высокоуровневой архитектуры системы машинного обучения.	Сбор данных / Предобработка / Обучение / Деплой / Инференс / Мониторинг	ППК-Р5	ППК-Р5.3. 3-1
8.	Объясните, зачем необходим мониторинг дрейфа данных в промышленной ML-системе.	Для обнаружения ухудшения качества из-за изменения распределения данных	МО-2	МО-2.3. 3-1
9.	Назовите подход к проектированию рекомендательной системы с учётом релевантности и разнообразия.	Retrieval + Ranking с дополнительными ограничениями / Diversity constraints	ППК-Р5	ППК-Р5.3. У-2
10.	Объясните, как выбирается метрика качества модели в зависимости от бизнес-цели.	Метрика должна коррелировать с бизнес-показателем (Precision/Recall/RO I)	ППК-Р5	ППК-Р5.4. У-1
11.	Назовите архитектурный паттерн для масштабирования ML-системы при росте нагрузки.	Микросервисная архитектура / Горизонтальное масштабирование / Load Balancing	ППК-Р5	ППК-Р5.3. 3-1
12.	Объясните, как обеспечивается отказоустойчивость ML-системы в продакшене.	Резервирование / Health Checks / Fallback-механизмы / Circuit Breaker	ППК-Р6	ППК-Р6.4. 3-1
13.	Назовите метод оценки качества модели на исторических данных перед внедрением.	Offline-оценка / Time-based split / Backtesting	ППК-Р5	ППК-Р5.4. 3-3
14.	Укажите меры для минимизации рисков при деплое новой ML-модели.	Canary Release / Shadow Mode / Gradual Rollout / Feature Flags	ППК-Р6	ППК-Р6.4. У-1
15.	Назовите способ интеграции LLM в систему поддержки клиентов с контролем качества.	RAG (Retrieval-Augmented Generation) / Пост-фильтрация / Guardrails	ППК-Р5	ППК-Р5.1. У-3
16.	Назовите компоненту системы для сбора метрик производительности и качества модели.	Система мониторинга / Prometheus + Grafana / MLflow / Custom Dashboard	МО-2	МО-2.3. У-1

17.	Объясните, как проектируется система прогнозирования спроса с учётом внешних факторов.	Ковариаты в модели / Внешние признаки / Сезонность / Промоакции	ППК-P5	ППК-P5.3. У-2
18.	Назовите подход к персонализации маркетинговых рассылок на основе ML.	Сегментация / CTR-моделирование / Uplift-подход / Recommendation Engine	ППК-P5	ППК-P5.1. У-3
19.	Укажите, как используется ML для обнаружения аномалий в информационной безопасности.	Моделирование поведения пользователей / Выявление отклонений / Anomaly Detection	ППК-P5	ППК-P5.3. 3-1
20.	Назовите структуру ответа на собеседовании по проектированию ML-систем.	Постановка задачи / Метрики / Архитектура / Валидация / Мониторинг / Масштабирование	ППК-P5	ППК-P5.2. 3-2
21.	Какой тип базы данных подходит для хранения признаков (features) в ML-системе?	Feature Store / PostgreSQL / Redis / Cassandra / MLflow	ППК-P4	ППК-P4.2. 3-1
22.	Какой метод используется для оптимизации запросов к данным для обучения моделей?	Индексирование / Partitioning / Caching / Materialized Views	ППК-P4	ППК-P4.3. У-2
23.	Какой принцип Agile применяется в разработке ML-проектов?	Scrum / Kanban / Iterative / Sprint / MLOps Sprint	РГ-4	РГ-4.1. 3-1
24.	Что означает аббревиатура CI/CD в контексте проектирования ML-систем?	Continuous Integration / Continuous Delivery	МО-2	МО-2.1. 3-1
25.	Какой инструмент используется для версионирования моделей и экспериментов в ML-проекте?	MLflow / DVC / Weights & Biases / Neptune / Model Registry	МО-2	МО-2.2. У-2
26.	Какая метрика важна для мониторинга бизнес-эффекта ML-модели в продакшене?	ROI / Conversion Rate / Revenue Impact / Cost Savings / LTV	МО-2	МО-2.3. 3-1
27.	Какой процесс позволяет автоматизировать переобучение модели при изменении данных?	Auto-retraining Pipeline / Trigger-based Retraining / Drift Detection	МО-2	МО-2.4. У-1
28.	Какой навык необходим для распределения задач в команде проектирования ML-систем?	Лидерство / Делегирование / Планирование / Sprint Planning	РГ-1	РГ-1.1. У-1
29.	Как называется документ, описывающий архитектуру ML-системы для заказчика?	Техническая спецификация / Архитектурное описание / System Design Document	ППК-P5	ППК-P5.2. 3-2

30.	Какой принцип чистого кода важен при разработке ML-пайплайнов?	DRY / SOLID / KISS / Modular Design / Reproducibility	ППК-Р6	ППК-Р6.3. 3-1
31.	Что такое технический долг в контексте проектирования ML-систем?	Накопленные проблемы кода / Устаревшие модели / Отсутствие документации / Quick Fixes	РГ-4	РГ-4.3. У-1
32.	Какой инструмент ИИ помогает генерировать код для ML-пайплайнов и архитектуры?	GitHub Copilot / ChatGPT / Cursor / Codeium	ППК-Р7	ППК-Р7.1. У-1
33.	Что необходимо учитывать при использовании ИИ-кода с точки зрения этики в ML-проектах?	Лицензирование / Безопасность / Конфиденциальность / Bias / Fairness	ППК-Р7	ППК-Р7.4. 3-1
34.	Какой метод используется для проверки гипотез в эксперименте с ML-моделью?	A/B тестирование / T-test / ANOVA / Statistical Significance	ППК-ДА5	ППК-ДА5.2. У-2
35.	Как называется процесс сбора информации о требованиях к ML-системе от заказчика?	Интервью / Анализ требований / Business Analysis / Stakeholder Interview	ППК-ДА4	ППК-ДА4.1. У-1
36.	Какой навык важен для презентации архитектуры ML-системы заказчику?	Коммуникация / Визуализация / Презентация / Storytelling	УНК-01 (УК-4)	УНК-01.01.01. У-1
37.	Какое действие проявляет поддержку коллег в команде проектирования ML-систем?	Наставничество / Code Review / Обратная связь / Knowledge Sharing	УНК-02 (УК-3)	УНК-02.01.01. У-5
38.	Какой инструмент используется для управления задачами в ML-проекте?	Jira / Trello / Asana / GitHub Projects / Linear	РГ-4	РГ-4.1. 3-1
39.	Что такое стратегия развертывания промышленной ML-системы?	Canary / Blue-Green / Rolling / Shadow Mode / Feature Flags	ППК-Р6	ППК-Р6.4. 3-1
40.	Какой метод используется для оптимизации инференса ML-модели в продакшене?	Model Pruning / Quantization / ONNX / TensorRT / Model Distillation	ППК-Р6	ППК-Р6.3. У-1
41.	Как называется план процесса разработки ML-продукта?	Roadmap / План проекта / Gantt Chart / Timeline / Sprint Plan	РГ-2	РГ-2.2. У-1
42.	Какой принцип важен при проектировании архитектуры ML-системы для продакшена?	Modularity / Scalability / Fault Tolerance / Low Latency / Observability	ППК-Р5	ППК-Р5.3. 3-1
43.	Как называется процесс адаптации к изменениям в требованиях к ML-модели?	Change Management / Adaptation / Model Retraining /	РГ-2	РГ-2.3. 3-1

		Feedback Loop		
44.	Какой инструмент используется для поиска уязвимостей в коде ML-систем?	SAST / Security Scan / Static Analysis / Dependency Check	ППК-P7	ППК-P7.2. 3-1
45.	Как называется метод интерпретации рекомендаций ИИ по оптимизации ML-кода?	Code Review / Validation / Manual Verification / Security Audit	ППК-P7	ППК-P7.3. Y-2
46.	Что такое долгосрочное хранение данных экспериментов и артефактов в ML-проектах?	Data Lake / Artifact Store / Model Registry / MLflow Tracking / Feature Store	ППК-P4	ППК-P4.2. Y-2
47.	Какой навык необходим для работы в команде над проектом проектирования ML-систем?	Коллаборация / Коммуникация / Teamwork / Cross-functional Collaboration	УНК-02 (УК-3)	УНК-02.01.01. Y-5
48.	Как называется процесс оценки результатов проверки работоспособности ML-системы?	Testing / Validation / QA / Integration Testing / Performance Testing	ПГ-1	ПГ-1.2. Y-2
49.	Какой метод используется для выявления бизнес-проблем в проекте проектирования ML?	Анализ предметной области / Business Analysis / Problem Framing / ROI Analysis	ППК-ДА4	ППК-ДА4.2. Y-1
50.	Как называется документация, оформленная в соответствии с профессиональными стандартами для ML-проектов?	Техническая документация / API Docs / Model Cards / Runbooks / System Design Docs	УНК-01 (УК-4)	УНК-01.02.01. Y-3