ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«24» июня 2025 г.
Протокол №2

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

**Направление подготовки:** *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

**Направленность (профиль) подготовки:** *Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика»*

**Квалификация (степень) выпускника:** *бакалавр*

**Форма обучения:** *очная*

**Срок освоения программы:** *4 года*

**Год набора:** *2025*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B0C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

**Москва**
**2025**

**Содержание**

1. **Краткая характеристика дисциплины (модуля)** ..... 3
2. **Перечень планируемых результатов обучения** ..... 5
3. **Тематический план** ..... 7
4. **Содержание дисциплины (модуля)** ..... 7
5. **Учебно-методическое обеспечение** ..... 8
6. **Материально-техническое обеспечение** ..... 8
7. **Методические и оценочные материалы** ..... 10

## 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 «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика», 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 «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика» 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 масшабируемости 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:

| Компетенция | Содержание компетенции | Индикатор компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|---|
| УК-1. | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1. | Знает методы поиска и анализа информации в области искусственного интеллекта, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности. |
| | | УК-1.2. | Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем |
| | | УК-1.3. | Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации |
| 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-2.1. | Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач |
| | | УК-2.2. | Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения |
| | | УК-2.3. | Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями |
| ОПК-1. | Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики | ОПК-1.1. | Знает основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ОПК-1.2. | Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и представлять результаты в понятной и доступной форме |
| | | ОПК-1.3. | Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи |
| ПК-1. | Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук | ПК-1.1. | Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов. |
| | | ПК-1.2. | Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты. |
| | | ПК-1.3. | Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач |
| ПК-2. | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности в области искусственного интеллекта, опираясь на информационную и библиографическую культуру, используя информационно-коммуникационные технологии и учитывая основные требования информационной безопасности | ПК-2.1. | Знает основы информационной и библиографической культуры, а также принципы информационной безопасности и применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности |
| | | ПК-2.2. | Умеет эффективно использовать информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности, учитывая требования информационной безопасности |
| | | ПК-2.3. | Имеет опыт работы с информационными ресурсами и технологиями в области искусственного интеллекта, включая соблюдение норм информационной безопасности |

## 3. Тематический план

| №п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Трудоемкость, академические часы | | | | ТКУ (текущий контроль успеваемости) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Очная форма* | | | | |
| | | Аудиторная работа | | Контроль | Самостоятельная работа | |
| | | Лекции | Семинары | | | |
| 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<br>Постановка задач, взаимодействие с заказчиками, выбор показателей качества и оценка практической ценности решения<br>Экспериментальная проверка решений: как измерить влияние модели на бизнес-показатели<br>Методология машинного обучения: выбор алгоритмов, базовые решения для сравнения, проверка качества на исторических данных<br>Высокоуровневая архитектура решений на основе машинного обучения<br>Проектирование информационных систем с использованием машинного обучения<br>Наблюдение за работой системы, обеспечение масштабируемости и надежности<br>Рекомендательные системы |
| 2 | Практика на реальных кейсах | Поисковые системы<br>Интеллектуальные помощники на основе больших языковых моделей<br>Прогнозирование спроса<br>Персонализированные маркетинговые рассылки и предложения<br>Применение машинного обучения в информационной безопасности<br>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 |
| Robotic 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 удается, 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 задает 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 × среднее за домашние задания + 0,1 × 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 |
|---|---|---|---|
| 1. | Какой из следующих типов ML задач относится к категории задач классификации?<br>a) Прогнозирование цены акций<br>b) Определение спама в электронной почте<br>c) Кластеризация клиентов по поведению<br>d) Поиск аномалий в данных | b | ПК-1 |
| 2. | Какой метод используется для валидации моделей машинного обучения?<br>а) Кросс-валидация<br>б) Гиперпараметрическая оптимизация<br>в) Обработка выбросов<br>г) Нормализация данных | а | ОПК-1 |
| 3. | Как называется процесс оценки экономической эффективности ML проекта? | ROI /возврат инвестиций | ОПК-1 |
| 4. | Как называется процесс, при котором модель тестируется на новых данных? | Валидация | УК-1 |
| 5. | Какая метрика чаще всего используется для оценки бинарной классификации? | Точность | ПК-1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6. | Как называется процесс сбора, обработки и анализа данных? | Аналитика | УК-1 |
| 7. | Какой термин обозначает способность быстро адаптироваться к новым знаниям? | Обучаемость | УК-2 |
| 8. | Какой тип архитектуры часто используется для разработки ML приложений? | Микросервисная архитектура | УК-2 |
| 9. | Какой инструмент часто используется для мониторинга производительности ML систем? | Prometheus | ПК-1 |
| 10. | Как называется процесс, при котором данные очищаются и подготавливаются для обучения? | Предобработка данных | ОПК-1 |
| 11. | Какой метод оценки экономического эффекта ML решений используется для анализа затрат и выгоды? | Анализ затрат-выгода | ПК-1 |
| 12. | Какой метод используется для интеграции ML решений с существующими системами? | API | ПК-2 |
| 13. | Как называется подход, при котором модели обновляются на основе новых данных? | Динамическое обучение | УК-1 |