

---

**УТВЕРЖДЕНА**

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

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

**Направление подготовки:** 38.03.05 Бизнес-информатика

**Направленность (профиль) подготовки:** Бизнес и аналитика

**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 .....                          | 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 подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, профиль Бизнес и аналитика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 838 от 29.07.2020 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 38.03.05 Бизнес-информатика, профиль Бизнес и аналитика и входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1, как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 или 4 курсе в 6,7 или 8 семестре на выбор. 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:

| 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 разработки, 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.         |
| ОПК-2.      | Способен проводить исследование и анализ рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, выбирать рациональные решения для управления бизнесом                                          | ОПК-2.1.              | Знает основные тенденции и характеристики рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий                                                                     |
|             |                                                                                                                                                                                                                  | ОПК-2.2.              | Умеет проводить исследование и анализ рыночной информации для оценки потребностей бизнеса и выбора оптимальных решений                                                                |
|             |                                                                                                                                                                                                                  | ОПК-2.3.              | Имеет практический опыт в разработке и внедрении стратегий управления бизнесом на основе анализа рынка информационных технологий                                                      |
| ПК-2.       | Способен использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования для решения задач профессиональной деятельности | ПК-2.1.               | Знает основные математические методы и инструментальные средства, применяемые для обработки и анализа информации                                                                      |
|             |                                                                                                                                                                                                                  | ПК-2.2.               | Умеет эффективно использовать математический аппарат для систематизации данных и решения профессиональных задач                                                                       |
|             |                                                                                                                                                                                                                  | ПК-2.3.               | Имеет практический опыт работы с инструментами анализа информации в рамках исследовательских проектов                                                                                 |
| ПК-3.       | Способен готовить научно-технические                                                                                                                                                                             | ПК-3.1.               | Знает требования и стандарты оформления научно-технических                                                                                                                            |

|       |                                                                                                                                                                        |         |                                                                                                                    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | отчеты, презентации, научные публикации по результатам выполненных исследований                                                                                        |         | отчетов, презентаций и публикаций                                                                                  |
|       |                                                                                                                                                                        | ПК-3.2. | Умеет структурировать и представлять результаты исследований в ясной и доступной форме                             |
|       |                                                                                                                                                                        | ПК-3.3. | Имеет практический опыт подготовки и публикации научных материалов, отражающих результаты выполненных исследований |
| ПК-8. | Способен под руководством специалиста более высокой категории осуществлять планирование и организацию проектной деятельности на основе стандартов управления проектами | ПК-8.1. | Знает принципы и стандарты управления проектами                                                                    |
|       |                                                                                                                                                                        | ПК-8.2. | Умеет разрабатывать планы и организовывать проектную деятельность в соответствии с установленными стандартами      |
|       |                                                                                                                                                                        | ПК-8.3. | Имеет практический опыт участия в проектной работе, включая планирование и координацию задач                       |

### 3. Тематический план

| №п/<br>п                                  | Наименование<br>раздела дисциплины<br>(модуля)  | Трудоемкость, академические часы |          |          |                           | ТКУ<br>(текущий контроль<br>успеваемости) |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|---------------------------|-------------------------------------------|
|                                           |                                                 | Очная форма                      |          |          |                           |                                           |
|                                           |                                                 | Аудиторная<br>работа             |          | Контроль | Самостоятельная<br>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)<br>(в ак. ч.)   |                                                 | 190                              |          |          |                           |                                           |
| Объем дисциплины (модуля)<br>(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 | <p>Введение в проектирование систем машинного обучения. Типы задач машинного обучения в бизнесе</p> <p>Постановка задач, взаимодействие с заказчиками, выбор показателей качества и оценка практической ценности решения</p> <p>Экспериментальная проверка решений: как измерить влияние модели на бизнес-показатели</p> <p>Методология машинного обучения: выбор алгоритмов, базовые решения для сравнения, проверка качества на исторических данных</p> <p>Высокоуровневая архитектура решений на основе машинного обучения</p> <p>Проектирование информационных систем с использованием машинного обучения</p> <p>Наблюдение за работой системы, обеспечение масштабируемости и надежности</p> <p>Рекомендательные системы</p> |
| 2    | Практика на реальных кейсах                     | <p>Поисковые системы</p> <p>Интеллектуальные помощники на основе больших языковых моделей</p> <p>Прогнозирование спроса</p> <p>Персонализированные маркетинговые рассылки и предложения</p> <p>Применение машинного обучения в информационной безопасности</p> <p>Подготовка к собеседованиям по проектированию систем машинного обучения</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 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<br>(издания, курса, документа)                            | Ссылка                                                                          |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека                          | <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a> |
| 2. | База данных для IT-специалистов                                                | <a href="https://habr.com">https://habr.com</a>                                 |
| 3. | База данных ScienceDirect                                                      | <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>       |
| 4. | Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации | <a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>           |
| 5. | Федеральный портал «Российское образование»                                    | <a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>                           |
| 6. | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"        | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                       |
| 7. | Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов                             | <a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a> |
| 8. | Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов                     | <a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>                         |

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 |
|---------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------|
| <b>Операционные системы:</b>                                        |               |                                          |
| Microsoft Imagine (Windows Client, Server)                          | зарубежное    | лицензионное                             |
| <b>Браузеры:</b>                                                    |               |                                          |
| Яндекс.Браузер                                                      | отечественное | свободно распространяемое                |
| Google Chrome                                                       | зарубежное    | свободно распространяемое                |
| <b>Офисные приложения:</b>                                          |               |                                          |
| Microsoft Imagine (Visio, OneNote)                                  | зарубежное    | лицензионное                             |
| TeXstudio                                                           | зарубежное    | свободно распространяемое                |
| Adobe Acrobat Reader                                                | зарубежное    | свободно распространяемое                |
| <b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>    |               |                                          |
| Toggle app                                                          | зарубежное    | свободно распространяемое                |
| <b>Системы управления проектами:</b>                                |               |                                          |
| Microsoft Imagine (Project)                                         | зарубежное    | лицензионное                             |
| <b>Системы управления базами данных:</b>                            |               |                                          |
| Microsoft Imagine (SQL Server)                                      | зарубежное    | лицензионное                             |
| <b>Системы резервного копирования (backup):</b>                     |               |                                          |
| Acronis Backup Advanced for HyperV                                  | зарубежное    | лицензионное                             |
| <b>Справочно-правовые системы:</b>                                  |               |                                          |
| КонсультантПлюс: справочно-правовая система                         | отечественное | лицензионное                             |
| <b>Средства антивирусной защиты:</b>                                |               |                                          |
| Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition | отечественное | лицензионное                             |
| <b>Среды разработки:</b>                                            |               |                                          |
| 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 |
| <b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>           |            |                           |
| AutoPsy                                                  | зарубежное | свободно распространяемое |
| Interactive Disassembler (IDA)                           | зарубежное | свободно распространяемое |
| <b>Системы управления библиографической информацией:</b> |            |                           |
| Zotero                                                   | зарубежное | свободно распространяемое |
| <b>Сервисы и службы:</b>                                 |            |                           |
| 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 syllabus дисциплины:

| <b>Десятибалльная<br/>оценка</b> | <b>Пятибалльная<br/>оценка</b> | <b>Общая характеристика результата обучения по<br/>дисциплине (модулю)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | назовите типы задач машинного обучения, наиболее востребованные в бизнесе, и приведите примеры их применения            | классификация, регрессия, кластеризация, ранжирование, прогнозирование временных рядов | УК-1        |
| 2     | объясните, как проводится предварительная оценка целесообразности внедрения системы машинного обучения в бизнес-процесс | анализ технической возможности, экономической эффективности и доступности данных       | УК-1        |
| 3     | укажите, какие факторы учитываются при постановке задачи машинного обучения в условиях взаимодействия с заказчиком      | бизнес-цель, метрики успеха, ограничения, доступные данные, сроки                      | УК-1        |

|    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4  | назовите базовое решение (baseline), используемое для сравнения качества модели в задаче классификации оттока                   | постоянный прогноз (например, "все останутся"), простая эвристика или логистическая регрессия            | УК-1  |
| 5  | объясните, как с помощью A/B-тестирования можно измерить влияние модели на ключевые бизнес-показатели                           | сравнение метрик (например, конверсии) между контрольной и тестовой группами                             | ОПК-2 |
| 6  | назовите метод оценки эффективности модели, позволяющий измерить не только точность предсказаний, но и их причинное воздействие | аплицт-моделирование / uplift modelling                                                                  | ОПК-2 |
| 7  | укажите, какие компоненты входят в высокоуровневую архитектуру системы машинного обучения                                       | сбор данных, предобработка, обучение, деплой, инференс, мониторинг                                       | ОПК-2 |
| 8  | объясните, зачем необходим мониторинг дрейфа данных в промышленной системе машинного обучения                                   | для своевременного обнаружения ухудшения качества предсказаний из-за изменения распределения данных      | ОПК-2 |
| 9  | назовите подход к проектированию системы рекомендаций, учитывающий как релевантность, так и разнообразие рекомендаций           | двухэтапная архитектура: retrieval + ranking с дополнительными ограничениями                             | ПК-2  |
| 10 | объясните, как выбирается метрика качества модели в зависимости от бизнес-цели задачи                                           | метрика должна коррелировать с бизнес-показателем (например, precision при работе с дорогими действиями) | ПК-2  |
| 11 | назовите архитектурный паттерн, позволяющий масштабировать систему машинного обучения при росте нагрузки                        | микросервисная архитектура с горизонтальным масштабированием компонентов                                 | ПК-2  |
| 12 | объясните, как обеспечивается отказоустойчивость системы машинного обучения в продакшне                                         | резервирование компонентов, проверка работоспособности, fallback-механизмы                               | ПК-2  |
| 13 | назовите метод оценки качества модели на исторических данных перед внедрением в промышленную эксплуатацию                       | offline-оценка с использованием временного разбиения выборки                                             | ПК-3  |
| 14 | укажите, какие меры помогают минимизировать риски при деплое новой модели в продакшн                                            | постепенный rollout (canary release), синхронный запуск с текущей моделью (shadow mode)                  | ПК-3  |

|    |                                                                                                                          |                                                                                           |      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 15 | назовите способ интеграции большой языковой модели в систему поддержки клиентов с контролем качества ответов             | использование RAG (Retrieval-Augmented Generation) и пост-фильтрация                      | ПК-3 |
| 16 | назовите компоненту системы, отвечающую за сбор и агрегацию метрик производительности и качества модели                  | система мониторинга (например, на базе Prometheus + Grafana)                              | ПК-3 |
| 17 | объясните, как проектируется система прогнозирования спроса с учётом внешних факторов, таких как промоакции и сезонность | включение дополнительных признаков в модель и использование временных рядов с ковариатами | ПК-8 |
| 18 | назовите подход к персонализации маркетинговых рассылок на основе моделей машинного обучения                             | сегментация пользователей, моделирование CTR, uplift-подход для выбора целевой аудитории  | ПК-8 |
| 19 | укажите, как можно использовать машинное обучение для обнаружения аномалий в информационной безопасности                 | построение модели поведения пользователей и выявление отклонений (аномалий)               | ПК-8 |
| 20 | назовите структуру ответа на собеседовании при проектировании системы машинного обучения                                 | постановка задачи, выбор метрик, архитектура, валидация, мониторинг, масштабируемость     | ПК-8 |