

---

**УТВЕРЖДЕНА**

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«Машинное обучение (Machine Learning)»**

**Направление подготовки:** 02.04.01 Математика и компьютерные науки

**Направленность (профиль) подготовки:** Прикладное машинное  
обучение и интеллектуальные системы

**Квалификация (степень) выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения программы:** 2 года

**Год набора:** 2026

**Москва  
2026**

## Содержание

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля) ..... | 3  |
| 2. Перечень планируемых результатов обучения.....   | 5  |
| 3. Тематический план.....                           | 8  |
| 4. Содержание дисциплины (модуля).....              | 8  |
| 5. Учебно-методическое обеспечение .....            | 10 |
| 6. Материально-техническое обеспечение .....        | 10 |
| 7. Методические и оценочные материалы .....         | 12 |

## **1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)**

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Машинное обучение (Machine Learning)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Прикладное машинное обучение и интеллектуальные системы, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Машинное обучение (Machine Learning)» позволяет сформировать системное понимание методов анализа данных и разработки интеллектуальных моделей, применяемых для решения прикладных и бизнес-задач, а также научиться применять современные алгоритмы и инструменты машинного обучения для повышения качества принимаемых решений и создания конкурентоспособных цифровых продуктов.

### **Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Прикладное машинное обучение и интеллектуальные системы обучения и входит в обязательную часть Блока 1.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 1 курсе в 1 семестре.

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование системного понимания методологии науки о данных (Data Science) и практических навыков разработки, валидации и интерпретации моделей машинного обучения для решения прикладных и бизнес-задач.

### **Задачи изучения дисциплины (модуля):**

- освоить этапы жизненного цикла проекта машинного обучения и принципы работы ключевых алгоритмов машинного обучения для задач регрессии, классификации, кластеризации и uplift-моделирования;
- научиться проводить разведочный анализ данных, выполнять генерацию и отбор признаков, предотвращать утечки данных и готовить данные к моделированию;
- сформировать умение обучать, настраивать и валидировать модели с использованием кросс-валидации, пайплайнов, функций потерь и метрик качества;
- освоить методы борьбы с переобучением, регуляризации и интерпретации моделей с использованием SHAP, LIME и других инструментов объяснимого ИИ;
- развить навыки построения воспроизводимых решений с применением современных библиотек Python и интерпретации результатов в бизнес-контексте.

### **В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:**

#### **знать:**

- основы методологии науки о данных (Data Science), машинного обучения, включая этапы жизненного цикла проектов;
- принципы работы ключевых алгоритмов: линейные модели, метод k ближайших соседей (k-nearest neighbors, kNN), деревья решений, ансамбли,

включая случайный лес (Random Forest) и бустинг (boosting), кластеризация и снижение размерности;

- метрики качества, функции потерь и методы валидации моделей для задач регрессии, классификации и uplift-моделирования;
- концепции смещения и разброса, переобучения, регуляризации, а также подходы к интерпретации моделей (SHAP, LIME);
- типы признаков и методы работы с ними, включая генерацию, отбор и предотвращение утечек данных.

***уметь:***

- проводить разведочный анализ данных (EDA), формулировать гипотезы и готовить данные для моделирования;
- обучать, настраивать и оценивать модели машинного обучения с использованием кросс-валидации, пайплайнов и метрик;
- реализовывать задачи кластеризации, детекции аномалий и снижения размерности, интерпретируя результаты;
- строить и валидировать uplift-модели, а также генерировать признаки для сложных данных (временных, географических, финансовых и других);
- интерпретировать модели и визуализировать влияние признаков с помощью SHAP, LIME и других инструментов.

***владеть:***

- инструментами Python для анализа и моделирования: pandas, numpy, scikit-learn;
- продвинутыми библиотеками машинного обучения: XGBoost, CatBoost, lightgbm, а также SHAP, LIME для интерпретации;
- навыками построения воспроизводимых пайплайнов и работы с разнотипными данными;
- методами предобработки, валидации и оптимизации моделей в реальных задачах.

## 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)                                                                                                                                          |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3.      | Способен самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов, в том числе отечественного производства | ОПК-3.1.              | Знает основные принципы программирования, архитектуры программного обеспечения и современные языки программирования, а также особенности отечественных информационных технологий и сетевых ресурсов       |
|             |                                                                                                                                                                               | ОПК-3.2.              | Умеет разрабатывать прикладные программные средства, используя современные инструменты и технологии, а также интегрировать их с сетевыми ресурсами для решения конкретных задач                           |
|             |                                                                                                                                                                               | ОПК-3.3.              | Имеет практический опыт разработки программных средств, используемых при построении математических моделей в естественных науках                                                                          |
| ПК-3.       | Способен решать задачи профессиональной деятельности, формулировать результат, увидеть следствия полученного результата                                                       | ПК-3.1.               | Знает основные принципы и методы решения задач профессиональной деятельности, а также способы формулирования и представления результатов, включая анализ последствий и их значимость в контексте проекта  |
|             |                                                                                                                                                                               | ПК-3.2.               | Умеет применять математические и компьютерные методы для решения конкретных задач, формулировать четкие и обоснованные результаты, а также анализировать их последствия для дальнейших действий и решений |

|       |                                                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                    | ПК-3.3. | Имеет практический опыт в решении профессиональных задач, включая участие в проектах, где были получены результаты и проанализированы их следствия, что способствовало принятию обоснованных решений                                               |
| ПК-5. | Способен передавать результат решенных прикладных задач в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах области машинного обучения и интеллектуальных систем | ПК-5.1. | Знает основные методы и подходы к формулированию рекомендаций на основе результатов решения прикладных задач, а также термины и концепции, специфичные для области машинного обучения и интеллектуальных систем                                    |
|       |                                                                                                                                                                    | ПК-5.2. | Умеет анализировать результаты решенных задач и формулировать четкие, конкретные рекомендации, адаптируя их к требованиям и ожиданиям целевой аудитории                                                                                            |
|       |                                                                                                                                                                    | ПК-5.3. | Имеет практический опыт в разработке и представлении рекомендаций на основе анализа прикладных задач, включая участие в проектах, где результаты были успешно применены и оценены в контексте области машинного обучения и интеллектуальных систем |
| ПК-6. | Способен разрабатывать программное обеспечение для решения прикладных задач в сфере машинного обучения и интеллектуальных систем                                   | ПК-6.1. | Знает основные языки программирования, методы разработки программного обеспечения, а также принципы проектирования и архитектуры программных систем, применяемых в машинном обучении и интеллектуальных системах                                   |
|       |                                                                                                                                                                    | ПК-6.2. | Умеет анализировать прикладные задачи, разрабатывать алгоритмы и реализовывать их в виде программного обеспечения, используя современные                                                                                                           |

|  |  |         |                                                                                                                                                                                                                                |
|--|--|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |         | инструменты и технологии, а также проводить тестирование и отладку созданных решений                                                                                                                                           |
|  |  | ПК-6.3. | Имеет практический опыт разработки программного обеспечения в рамках реальных проектов, включая участие в командах, где были успешно реализованы решения для конкретных прикладных задач в сфере профессиональной деятельности |

### 3. Тематический план

| №<br>п/п                                  | Наименование<br>раздела дисциплины<br>(модуля)                                               | Трудоемкость, академические часы |                                           |              |                               | ТКУ<br>(текущий контроль<br>успеваемости) |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
|                                           |                                                                                              | Аудиторная работа                |                                           | Контр<br>оль | Самосто<br>тельна<br>я работа |                                           |
|                                           |                                                                                              | Лекции                           | Семинары<br>(Практичес<br>кие<br>занятия) |              |                               |                                           |
| 1                                         | Основные термины<br>машинного обучения и<br>смежных областей.<br>Оценка качества<br>моделей. | 12                               | 6                                         |              | 26                            | Домашние задания                          |
| 2                                         | Линейные модели                                                                              | 8                                | 4                                         |              | 18                            | Домашние задания                          |
| 3                                         | Деревья решений и<br>модели, основанные на<br>них                                            | 20                               | 10                                        |              | 26                            | Домашние задания<br>Коллоквиум            |
| 4                                         | Обучение без учителя<br>и работа с признаками                                                | 20                               | 10                                        |              | 26                            | Домашние задания<br>Проект                |
|                                           | Экзамен                                                                                      |                                  |                                           | 4            |                               |                                           |
| Итого:                                    |                                                                                              | 60                               | 30                                        | 4            | 96                            |                                           |
| Объем дисциплины<br>(модуля) (в ак. ч.)   |                                                                                              | 190                              |                                           |              |                               |                                           |
| Объем дисциплины (модуля)<br>(в зач. ед.) |                                                                                              | 5                                |                                           |              |                               |                                           |

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

| №<br>п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)                                         | Содержание дисциплины (модуля) по темам                                                                                                                                                                                         |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Основные термины машинного обучения и смежных областей. Оценка качества моделей. | Жизненный цикл проекта машинного обучения (ML Lifecycle). Метрики и функционалы потерь в задаче регрессии.<br>Метрики и функционалы потерь в задаче классификации.<br>Контроль качества и выбор модели<br>Метрические алгоритмы |
| 2        | Линейные модели                                                                  | Линейная регрессия<br>Логистическая регрессия, Метод опорных векторов (SVM)                                                                                                                                                     |
| 3        | Деревья решений и модели, основанные на них                                      | Решающие деревья<br>Сложность алгоритмов. Ансамбли алгоритмов<br>Случайные леса<br>Градиентный бустинг<br>Аплифт-моделирование                                                                                                  |
| 4        | Обучение без учителя и работа с признаками                                       | Кластеризация и методы понижения размерности<br>Обнаружение аномалий<br>Генерация и отбор признаков                                                                                                                             |

|  |  |                                                   |
|--|--|---------------------------------------------------|
|  |  | Интерпретация моделей и диагностика сдвига данных |
|--|--|---------------------------------------------------|

## 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. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных : учебник / П. Флах. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 401 с. — ISBN 978-5-89818-300-4. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2085038>.

2. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение: введение : практическое руководство / К. П. Мэрфи ; пер. с англ. А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 990 с. — ISBN 978-5-93700-119-1. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2109489>.

### *Дополнительная литература:*

1. Гудфеллоу, И. Глубокое обучение / И. Гудфеллоу, Й. Бенджио, А. Курвилль ; пер. с англ. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2109488>.

## 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  | Катастрофы, стихийные бедствия, аварии, эпидемии. Солнечная и геомагнитная активность. /ежедневный обзор | <a href="http://www.disasters.chat.ru">http://www.disasters.chat.ru</a>         |
| 2  | Каталог по безопасности жизнедеятельности                                                                | <a href="http://www.eun.chat.ru">http://www.eun.chat.ru</a>                     |
| 3  | Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека                                                    | <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a> |
| 4  | База данных для IT-специалистов                                                                          | <a href="https://habr.com">https://habr.com</a>                                 |
| 5  | База данных ScienceDirect                                                                                | <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>       |
| 6  | Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации                           | <a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>           |
| 7  | Федеральный портал «Российское образование»                                                              | <a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>                           |
| 8  | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"                                  | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                       |
| 9  | Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов                                                       | <a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a> |
| 10 | 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>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) «Машинное обучение (Machine Learning)» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, коллоквиум, проект, 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.

*Коллоквиум* – устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее.

В процессе подготовки к коллоквиуму необходимо проанализировать учебные материалы, ознакомившись с лекциями, учебниками и дополнительными источниками, акцентируя внимание на ключевых темах. Рекомендуется создать структурированные конспекты, выделяя основные идеи, термины и формулы.

*Проект* – исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту рекомендуется: четко определить цели и задачи проекта; составить план работы, разбив проект на этапы с указанием сроков выполнения каждого из них; использовать разнообразные источники информации и инструменты для исследования темы; регулярно проверять прогресс и вносить коррективы в план, если это необходимо.

*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) «Машинное обучение (Machine Learning)».**

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

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме **экзамена**, 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:

| Десятибалльная<br>оценка | Пятибалльная<br>оценка | Общая характеристика результата обучения по<br>дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10                       | Отлично                | Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). 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 |
| 9                        | Отлично                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8                        | Отлично                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Десятибалльная оценка | Пятибалльная оценка | Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |                     | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 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              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 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) «Машинное обучение (Machine Learning)» оценивается следующим образом:

| Активность       | Вес | Количество | Описание                                                                  |
|------------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Домашние задания | 50% | 10         | Набор задач по темам недели                                               |
| Коллоквиум       | 15% | 1          | Устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее        |
| Проект           | 15% | 1          | Исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов |

| Активность | Вес | Количество | Описание                                                                                                    |
|------------|-----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Экзамен    | 20% | 1          | Письменная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю) |

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Машинное обучение (Machine Learning)»:**  $0,5 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,15 \times \text{коллоквиум} + 0,15 \times \text{проект} + 0,2 \times \text{экзамен}$ .

**Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **Примерные домашние задания**

#### **Домашнее задание 1**

Выберите датасет для задачи регрессии или классификации, выполните разведочный анализ данных, разделите выборку на обучающую и тестовую, обучите не менее двух моделей (одну метрическую, например kNN), рассчитайте соответствующие метрики качества и функции потерь, выполните кросс-валидацию, сравните результаты моделей и обоснуйте выбор лучшей модели с точки зрения контроля качества и устойчивости.

#### **Домашнее задание 2**

Реализуйте линейную регрессию для задачи прогнозирования числового признака, оцените качество модели с использованием MAE, MSE и  $R^2$ , проанализируйте влияние регуляризации, затем решите задачу бинарной классификации с использованием логистической регрессии и SVM, сравните их по метрикам качества и визуализируйте границы принятия решений.

#### **Домашнее задание 3**

Обучите модель решающего дерева для задачи классификации или регрессии, проанализируйте глубину дерева и влияние гиперпараметров на переобучение, затем реализуйте случайный лес и градиентный бустинг (например, XGBoost или LightGBM), сравните модели по качеству и скорости обучения, выполните подбор гиперпараметров и сделайте выводы о преимуществах ансамблей по сравнению с одиночным деревом.

#### **Домашнее задание 4**

Выберите датасет и выполните кластеризацию (например, K-means или DBSCAN), примените метод снижения размерности (PCA или t-SNE) для визуализации, реализуйте алгоритм обнаружения аномалий, выполните генерацию и отбор признаков, проверьте наличие утечек данных, постройте uplift-модель для оценки инкрементального эффекта (при наличии подходящих данных), интерпретируйте результаты с помощью SHAP или аналогичного инструмента и проанализируйте возможный сдвиг данных между обучающей и тестовой выборками.

### **Примерные вопросы к коллоквиуму**

1. Что такое жизненный цикл проекта машинного обучения? Перечислите основные этапы и кратко охарактеризуйте каждый.
2. В чём разница между функционалом потерь и метрикой качества? Приведите примеры для задачи регрессии.

3. Как устроена логистическая регрессия? Как интерпретировать её коэффициенты?
4. Что такое переобучение? Какие методы позволяют с ним бороться?
5. В чём суть метода k ближайших соседей? Как выбор метрики влияет на качество модели?
6. Как устроено решающее дерево? Какие критерии используются для разбиения в задачах классификации?
7. Чем случайный лес отличается от градиентного бустинга? В каких случаях предпочтительнее каждый из методов?
8. Что такое кросс-валидация? Зачем она нужна и какие виды вы знаете?
9. Как работают методы понижения размерности, такие как PCA? В каких случаях их применение оправдано?
10. Что такое uplift-моделирование? В каких бизнес-задачах оно применяется?

### **Критерии оценивания коллоквиума:**

1. Полнота и точность ответа — корректное раскрытие сути вопроса, отсутствие фактических ошибок.
2. Логичность и структурированность — чёткая последовательность изложения, наличие примеров и пояснений.
3. Использование терминологии — правильное употребление понятий и определений из области машинного обучения.
4. Связь с практикой — способность привести примеры применения методов в реальных задачах.
5. Ответ на дополнительные вопросы — умение корректно реагировать на уточнения и развёртывать ответ.

### **Примерное задание и критерии оценивания к проекту**

#### **Описание проекта:**

Проект направлен на решение практической задачи машинного обучения (регрессии, классификации или аплифт-моделирования) с применением нескольких классов моделей, сравнением их качества и обоснованием выбора наилучшего решения.

Студент должен продемонстрировать владение основными понятиями машинного обучения, умение выбирать метрики и функционалы потерь, проводить контроль качества модели, работать с признаками и интерпретировать результаты.

В проекте необходимо реализовать и сравнить не менее трёх различных подходов:

- линейные модели;
- деревья решений и ансамбли;
- метрические алгоритмы;
- минимум один метод обучения без учителя (при обосновании применимости).

#### **Цели проекта:**

1. Закрепление понимания ключевых терминов и концепций машинного обучения.
2. Освоение методов оценки качества моделей и выбора метрик.
3. Практическое применение линейных моделей, деревьев решений, ансамблей и метрических алгоритмов.
4. Развитие навыков работы с признаками и интерпретации моделей.
5. Формирование навыков выбора и обоснования финальной модели.

#### **Задачи проекта:**

## **1. Постановка задачи**

- Определить тип задачи и целевую переменную.
- Обосновать выбор метрик качества.
- Описать данные и их особенности.

## **2. Анализ и подготовка данных**

- Провести исследовательский анализ данных.
- Обработать пропуски, выбросы и категориальные признаки.
- Выполнить генерацию и/или отбор признаков.
- При необходимости применить методы понижения размерности.

## **3. Обучение и сравнение моделей**

Реализовать и сравнить:

- Линейные модели (линейная или логистическая регрессия, SVM).
- Деревья решений и ансамбли (решающее дерево, случайный лес, градиентный бустинг).
- Метрические алгоритмы (kNN).
- Минимум один метод обучения без учителя (кластеризация, обнаружение аномалий и др.).

## **4. Оценка качества и выбор модели**

- Разделить данные на обучающую и тестовую выборки.
- Использовать кросс-валидацию.
- Проанализировать переобучение.
- Сравнить модели по выбранным метрикам.
- Обосновать выбор финальной модели.

## **5. Интерпретация и диагностика**

- Проанализировать важность признаков.
- Провести анализ ошибок.
- Дать интерпретацию полученных результатов.
- Оценить устойчивость модели и возможный сдвиг данных (при наличии).

### **Критерии оценивания:**

Оценка проекта осуществляется по следующим критериям:

- Корректность постановки задачи и использование терминологии машинного обучения.
- Обоснованность выбора метрик качества и функционалов потерь.
- Полнота и глубина анализа данных.
- Качество предобработки и работы с признаками.
- Реализация требуемых классов моделей.
- Корректность процедуры обучения и валидации.
- Сравнительный анализ моделей.
- Обоснованность выбора итоговой модели.
- Анализ переобучения и устойчивости модели.
- Интерпретация результатов и качество выводов.

### Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

| № п/п | Задание                                                                                                                                                                                                                       | Ответ                                           | Компетенция |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|
| 1.    | Как называется множество всех возможных объектов в задаче машинного обучения?<br><b>Ответ запиши в виде словосочетания на русском языке.</b>                                                                                  | Пространство объектов/<br>пространство объектов | ПК-3        |
| 2.    | Как называется средняя ошибка модели на обучающей выборке?<br><b>Ответ запиши в виде словосочетания на русском языке.</b>                                                                                                     | Эмпирический<br>риск/ эмпирический<br>риск      | ПК-6        |
| 3.    | Верно ли то, что L1-регуляризация (LASSO) склонен к отбору признаков?<br><b>Ответ запиши в виде Да/Нет.</b>                                                                                                                   | да / Да / верно /<br>Верно                      | ПК-3        |
| 4.    | Как называется метод оценки качества модели через генерацию подвыборок с возвращением?<br><b>Ответ запиши в виде одного слова на английском или русском языках.</b>                                                           | Бутстреп/бутстреп/<br>bootstrap/Bootstrap       | ПК-3        |
| 5.    | Средняя ..... ошибка - это функция ошибки, вычисляемая как средний модуль отклонений<br><b>Ответ запиши в виде одного слова на русском языке.</b>                                                                             | абсолютная/Абсол<br>ютная                       | ПК-6        |
| 6.    | Среднеквадратичная _____ - это квадратный корень из MSE. Какое слово пропущено?<br><b>Ответ запиши в виде одного слова на русском языке.</b>                                                                                  | ошибка/Ошибка                                   | ПК-6        |
| 7.    | Какая компания создала наиболее популярную библиотеку градиентного бустинга Categorical Boosting (CatBoost)?<br><b>Ответ запиши в виде одного слова на русском языке.</b>                                                     | Яндекс/яндекс                                   | ПК-6        |
| 8.    | Верно ли то, что метод главных компонент - это метод, который проецирует данные на второстепенные компоненты?<br><b>Ответ запиши в виде Да/Нет.</b>                                                                           | нет / Нет / не верно<br>/ Не верно              | ПК-6        |
| 9.    | Что такое "метка" в обучении с учителем?<br>А. Значение, которое модель предсказывает<br>Б. Признак объекта<br>В. Функция ошибки<br>Г. Гиперпараметр модели                                                                   | А                                               | ОПК-3       |
| 10.   | Как называется вариант kNN, где ближайшие соседи влияют сильнее?<br>А. kNN<br>Б. Взвешенный kNN<br>В. Soft-Margin SVM<br>Г. Бэггинг                                                                                           | Б                                               | ОПК-3       |
| 11.   | Что решает проблему вырожденности матрицы в линейной регрессии?<br><br>А. Увеличение обучающей выборки<br>Б. Регуляризация (например, Ridge)<br>В. Уменьшение числа признаков<br>Г. Использование kNN<br>Д. Стекинг<br>Е. PCA | Б                                               | ОПК-3       |

|     |                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|
| 12. | Как в случайном лесе вычисляется важность признака?<br><br>А. Через корреляцию с целевой переменной<br>Б. Через уменьшение ошибки после расщепления по признаку<br>В. Через веса в линейной модели<br>Г. Через расстояние между объектами | Б                                           | ОПК-3 |
| 13. | Вычислите среднюю абсолютную ошибку для регрессии, если истинные значения: 3, -1, 2, а предсказания: 2, 0, 2.<br><b>Ответ запишите в формате числа (округлите до 2 знаков).</b>                                                           | 0.67 / 0,67 / 0.67 / 0,67                   | ПК-5  |
| 14. | Вычислите recall (полноту), если TP=40 и FN=20.<br><b>Ответ запишите в формате числа (округлите до 2 знаков).</b>                                                                                                                         | 0.67 / 0,67 / 0.6667 / 0,6667 / 0.67 / 0,67 | ПК-5  |
| 15. | Вычислите F1-меру, если TP=40, FP=10, FN=20.<br><b>Ответ запишите в формате числа (округлите до 2 знаков).</b>                                                                                                                            | 0.73 / 0,73 / 0.7273 / 0,7273 / 0.73 / 0,73 | ПК-5  |
| 16. | Для выбора модели классификации вам даны значения ROC-AUC: модель А — 0.78, модель В — 0.81. Укажите значение метрики, по которому вы рекомендуете лучшую модель.<br><b>Ответ запишите в формате числа.</b>                               | 0.81 / 0,81 / 0.81 / 0,81                   | ПК-5  |