

---

**УТВЕРЖДЕНА**

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

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

**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) «Машинное обучение» 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) «Машинное обучение» позволяет студентам научиться разрабатывать модели, способные анализировать большие объемы данных и делать предсказания, что находит применение в различных отраслях. Кроме того, знание методов машинного обучения способствует автоматизации процессов и улучшению принятия решений.

### **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 обязательную часть Блока 1.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 и 4 курсах в 6, 7 и 8 семестрах, доступна к изучению после успешного освоения дисциплины (модуля): «Введение в статистику» или «Искусственный интеллект».

**Цель изучения дисциплины (модуля):** заключается в формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по основам машинного обучения, овладение студентами инструментарием, моделями и методами машинного обучения, а также приобретение навыков исследователя данных (data scientist) и разработчика математических моделей, методов и алгоритмов анализа данных.

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

- освоение основ теории и алгоритмов машинного обучения;
- развитие умений работы с данными и построения моделей;
- формирование навыков программирования и критического мышления.

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

#### **знать:**

- ключевые понятия и термины (например, обучающая и тестовая выборки, переобучение, регуляризация);
- различные типы машинного обучения (обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с подкреплением);
- основные алгоритмы машинного обучения (линейные модели, деревья решений, ансамбли моделей, нейронные сети и др.);
- принципы работы алгоритмов и их применимости к различным типам данных;
- методы оценки производительности моделей (точность, полнота, F-мера, ROC-AUC и др.);

- принципы кросс-валидации и настроек гиперпараметров;
- популярные библиотеки для машинного обучения (например, Scikit-Learn, TensorFlow, Keras, PyTorch);
- основы работы с языком программирования Python и его библиотеками для работы с данными (NumPy, Pandas, Matplotlib).

#### **уметь:**

- собирать, очищать и предобрабатывать данные для машинного обучения;
- визуализировать данные для выявления закономерностей и аномалий;
- выбирать и применять подходящие алгоритмы машинного обучения для решения конкретных задач;

- настраивать гиперпараметры моделей и проводить их оценку;
- интерпретировать результаты работы моделей и делать выводы на основе полученных данных;
- выявлять и устранять проблемы, такие как переобучение и недообучение.

***владеть навыками:***

- использования библиотек для анализа данных и машинного обучения в языке программирования Python;
- критического анализа результатов и обоснования выбора алгоритмов и методов, используемых в проекте;
- самостоятельного и систематического обновления профессиональных знаний в области машинного обучения на основе анализа актуальных исследований и технологических тенденций.

## 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 отчеты, презентации, научные публикации по результатам выполненных исследований                                                   | ПК-3.1. | Знает требования и стандарты оформления научно-технических 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<br>контроль<br>успеваемости) |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|----------------------------|----------------------------------------------|
|                                           |                                                                                             | Очная форма                      |          |          |                            |                                              |
|                                           |                                                                                             | Аудиторная работа                |          | Контроль | Самостоятель<br>ная работа |                                              |
|                                           |                                                                                             | Лекции                           | Семинары |          |                            |                                              |
| 1                                         | Основные термины<br>машинного обучения<br>и смежных областей.<br>Оценка качества<br>моделей | 8                                | 8        | 2        | 8                          | Домашнее задание                             |
| 2                                         | Линейные модели                                                                             | 12                               | 12       | 4        | 12                         | Домашнее задание<br>Коллоквиум               |
| 3                                         | Деревья решений и<br>модели, основанные<br>на них                                           | 20                               | 20       | 2        | 20                         | Домашнее задание<br>Коллоквиум<br>Проект     |
| 4                                         | Обучение без учителя,<br>работа с признаками                                                | 20                               | 20       | 2        | 16                         | Домашнее задание<br>Коллоквиум               |
|                                           | Экзамен                                                                                     |                                  |          | 4        |                            |                                              |
| Итого:                                    |                                                                                             | 60                               | 60       | 14       | 56                         |                                              |
| 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    | Основные термины машинного обучения и смежных областей. Оценка качества моделей | Метрики и функционалы потерь в задачах регрессии и классификации. Контроль качества и выбор модели. Метрические алгоритмы                                                                                                                 |
| 2    | Линейные модели                                                                 | Линейная регрессия. Логистическая регрессия, метод опорных векторов                                                                                                                                                                       |
| 3    | Деревья решений и модели, основанные на них                                     | Решающие деревья. Сложность алгоритмов. Ансамбли алгоритмов<br>Случайные леса. Градиентный бустинг. Аплифт-моделирование                                                                                                                  |
| 4    | Обучение без учителя, работа с признаками                                       | Обучение без учителя. Кластеризация и методы понижения размерности. Обнаружение аномалий. Генерация и отбор признаков. Интерпретация моделей и диагностика сдвига данных:<br>Частые вопросы на собеседованиях по темам машинного обучения |

## 5. Учебно-методическое обеспечение

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

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

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

### *Основная литература:*

1. 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>.

3. Шолле, Ф. Глубокое обучение на Python : практическое руководство / Ф. Шолле. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 576 с. - (Библиотека программиста). - ISBN 978-5-4461-1909-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2123389>.

### *Дополнительная литература:*

1. Дьяконов, А.Г. Машинное обучение и анализ данных / А.Г. Дьяконов. — URL: [https://github.com/Dyakonov/MLDM\\_BOOK/blob/main/README.md](https://github.com/Dyakonov/MLDM_BOOK/blob/main/README.md).

2. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 89 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20732-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558662>.

3. Введение в статистическое обучение с примерами на языке R / Джеймс Г. [и др.]. — 2-е изд., испр. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 455 с. : ил. — Библиогр. : с. 450—455.

## 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<br>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) «Машинное обучение» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекция, семинары и домашние задания, проект, коллоквиумы, 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.

*Проект* – исследовательская работа по курсу и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту: четко определите цели и задачи проекта, распределите роли и обязанности между участниками, а также установите сроки выполнения каждой части работы. Регулярно проводите встречи для обсуждения прогресса и решения возникающих вопросов.

*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.

*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.

*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»**

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 **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 силлабусе дисциплины:

| <b>Десятибалльная оценка</b> | <b>Пятибалльная оценка</b> | <b>Общая характеристика результата обучения по 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,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6                            | Хорошо                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| Десятибалльная оценка | Пятибалльная оценка | Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |                     | 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. |
| 5                     | Удовлетворительно   | Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине, 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» оценивается следующим образом:

| Активность       | Вес | Количество | Описание                                                                                                               |
|------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Домашние задания | 30% | 10         | Набор задач по темам недели                                                                                            |
| Коллоквиум       | 30% | 3          | Устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее                                                     |
| Проект           | 20% | 1          | Исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов                                              |
| Экзамен          | 20% | 1          | Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю) |

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Машинное обучение»:** « $0,3 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,3 \times \text{среднее за коллоквиумы} + 0,2 \times \text{проект} + 0,2 \times \text{экзамен}$ ».

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

**Примерные вопросы к коллоквиуму**

***Коллоквиум 1: Линейные модели***

**Вопросы:**

1. Что такое линейная регрессия и в каких задачах она применяется?
2. Как интерпретировать коэффициенты в линейной модели?
3. Что такое функция потерь в линейной регрессии? Какая функция используется чаще всего?
4. В чём разница между линейной и логистической регрессией?
5. Как логистическая регрессия преобразует линейную комбинацию признаков в вероятность?
6. Что такое S-образная (сигмоидная) функция и зачем она нужна?

7. Объясните, как работает метод опорных векторов (SVM) в задаче классификации.
8. Что такое зазор (margin) и почему SVM старается его максимизировать?
9. Какое влияние оказывает параметр C в SVM? Что происходит при слишком малом или слишком большом значении?
10. Зачем нужна регуляризация в линейных моделях? Чем отличаются L1 и L2 регуляризация?

**Критерии оценивания:**

- Точность и корректность определений и объяснений.
- Понимание математической и логической основы моделей.
- Умение объяснить, как и зачем применяются модели на практике.
- Способность сравнивать подходы и аргументировать выбор метода.
- Чёткость, логичность и структурированность ответа.

***Коллоквиум 2: Деревья решений и ансамбли***

**Вопросы:**

1. Как строится решающее дерево? Какие критерии используются для разбиения узлов?
2. Что такое прирост информации (information gain) и неоднородность Джини?
3. Почему решающие деревья склонны к переобучению? Какие способы борьбы существуют?
4. Как работает алгоритм случайного леса (Random Forest)?
5. Почему в случайном лесу используются подвыборки признаков при каждом разбиении?
6. Как устроен градиентный бустинг (например, XGBoost)? Чем он отличается от случайного леса?
7. Что такое остатки (residuals) и как они используются в бустинге?
8. Как ансамбли моделей повышают качество предсказаний по сравнению с отдельными деревьями?
9. Что такое аплифт-моделирование? В каких задачах оно применяется?
10. Приведите пример бизнес-задачи, где аплифт-модель полезнее обычной модели отклика.

**Критерии оценивания:**

- Понимание принципов построения деревьев и ансамблей.
- Умение объяснить разницу между Random Forest и Gradient Boosting.
- Способность описать, как избежать переобучения и оценить важность признаков.
- Понимание специфических подходов, таких как аплифт-моделирование.
- Ясность, логичность и правильное использование терминологии.

***Коллоквиум 3: Обучение без учителя и работа с признаками***

**Вопросы:**

1. Что такое обучение без учителя? Приведите примеры задач.
2. Как работает алгоритм k-means? Как он обновляет центры кластеров?
3. Какие проблемы есть у k-means? В каких случаях он работает плохо?
4. Как определить оптимальное число кластеров (например, метод локтя или силуэт)?
5. Что такое метод главных компонент (PCA)? Как он помогает при работе с данными?
6. Как интерпретировать главные компоненты и что такое доля объяснённой дисперсии?
7. Какие методы обнаружения аномалий вы знаете? Опишите один из них.
8. В чём идея изоляционного леса (Isolation Forest)? Почему он эффективен для аномалий?

9. Какие способы генерации и отбора признаков существуют?

10. Что такое сдвиг данных (data drift)? Почему его важно отслеживать в реальных системах?

**Критерии оценивания:**

— Понимание алгоритмов кластеризации, понижения размерности и обнаружения аномалий.

— Умение объяснить, зачем нужны методы работы с признаками.

— Осознание важности мониторинга моделей в продакшене (например, data drift).

— Способность привести практические примеры и объяснить логику работы методов.

— Чёткость, последовательность и грамотное использование терминов.

**Примерное задание для проекта**

**Задание для проекта по теме: Линейные модели**

Студентам предлагается провести анализ данных с использованием линейной регрессии, логистической регрессии и метода опорных векторов (SVM). Для этого необходимо выбрать набор данных из открытых источников (например, Kaggle, UCI Machine Learning Repository) и выполнить следующие шаги:

**1. Выбор и описание данных:**

- Выберите набор данных, который подходит для анализа с использованием линейной и логистической регрессии, а также SVM.

- Опишите данные: какие переменные присутствуют, каковы их типы, и какую задачу вы собираетесь решить (регрессия или классификация).

**2. Предобработка данных:**

- Проведите анализ данных на наличие пропусков и аномалий.

- Выполните необходимые преобразования, такие как нормализация, кодирование категориальных переменных и удаление выбросов.

**3. Моделирование:**

- Постройте модель линейной регрессии и оцените её качество, используя такие метрики, как MSE (среднеквадратичная ошибка) или  $R^2$ .

- Постройте модель логистической регрессии и оцените её качество, используя такие метрики, как accuracy, precision, recall и F1-score.

- Постройте модель SVM и сравните её качество с предыдущими моделями.

**4. Сравнительный анализ:**

- Сравните результаты всех трех моделей. Обсудите, какая модель показала лучшие результаты и почему.

- Проанализируйте влияние различных факторов на качество моделей.

**5. Выводы:**

- Сделайте выводы о применимости различных моделей для решения поставленной задачи и предложите рекомендации по выбору модели в зависимости от специфики данных.

**Критерии оформления проекта:**

**Структура:**

— Введение (описание задачи и целей проекта).

— Описание данных (выбор набора данных и его характеристика).

— Предобработка данных (методы и результаты).

— Моделирование (описание каждой модели, результаты и метрики).

— Сравнительный анализ (сравнение моделей и выводы).

— Заключение (общие выводы и рекомендации).

**Оформление:**

— Проект должен быть оформлен в виде документа (например, PDF или Word).

- Используйте графики и таблицы для визуализации результатов.
- Все коды должны быть оформлены и комментированы (можно использовать Jupyter Notebook или аналогичные инструменты).

**Объем:**

Минимальный объем проекта — 10 страниц (без учета графиков и таблиц).

**Сдача проекта:**

- Проект необходимо представить в электронном виде до установленного срока (указать дату).
- Презентация проекта (10-15 минут) должна быть подготовлена для защиты: краткое изложение целей, методов, результатов и выводов.
- Оценка проекта будет проводиться на основе качества анализа, глубины понимания темы, ясности изложения и оригинальности подхода.

### **Примерные домашние задания**

#### **Домашнее задание по теме «Основные термины машинного обучения и смежных областей. Оценка качества моделей»**

**Задание 1: Метрики и функционалы потерь**

Найдите примеры функционалов потерь, используемых в задачах регрессии и классификации. Опишите их особенности и применения. Кроме того, объясните понятие средней гипотезы и ее связь с функционалами потерь.

**Задание 2: Контроль качества и выбор модели**

Опишите методы контроля качества моделей машинного обучения, такие как валидация и кросс-валидация. Explain понятие ошибки внутри и вне выборки и ошибки обобщения. Кроме того, объясните неравенство Хёфдинга и его применение в контроле качества моделей.

**Задание 3: Метрические алгоритмы**

Найдите примеры метрических алгоритмов, используемых в задачах классификации и регрессии. Опишите их особенности и применения. Кроме того, объясните понятие размерности Вапника-Червоненкиса и ее связь с метрическими алгоритмами.

#### **Домашнее задание по теме «Линейные модели»**

**Задание 1: Линейная регрессия**

Дан набор данных, содержащий информацию о цене на жилье и площади квартир в городе. Используя линейную регрессию, построить модель, которая позволяет предсказать цену на жилье на основе площади квартиры.

- Найдите коэффициенты линейной регрессии ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ) используя метод наименьших квадратов.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации ( $R^2$ ).
- Дайте интерпретацию результатов и объясните, как можно использовать эту модель для предсказания цены на жилье.

**Задание 2: Логистическая регрессия и SVM**

Дан набор данных, содержащий информацию о клиентах банка и их кредитной истории. Используя логистическую регрессию и SVM, построить модели, которые позволяют предсказать вероятность того, что клиент вернет кредит.

- Найдите коэффициенты логистической регрессии ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ) используя метод максимального правдоподобия.
- Построить модель SVM с линейным ядром и оценить ее качество с помощью коэффициента точности.

- Дайте интерпретацию результатов и объясните, как можно использовать эти модели для предсказания вероятности возврата кредита.

### Задание 3: Линейные модели

Дан набор данных, содержащий информацию о влиянии различных факторов на результаты студентов в университете. Используя линейные модели, построить модель, которая позволяет предсказать результаты студентов на основе следующих факторов: возраст, пол, количество посещенных занятий и средний балл по предметам.

- Найдите коэффициенты линейной регрессии ( $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ ) используя метод наименьших квадратов.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации ( $R^2$ ).
- Дайте интерпретацию результатов и объясните, как можно использовать эту модель для предсказания результатов студентов.

### Домашнее задание по теме: «Деревья решений и модели, основанные на них»

Задача 1. Реализуйте алгоритмы построения дерева с критерием информационного выигрыша и критерием Джини и определению класса по мажоритарному классу в листе. Найдите оптимальную глубину дерева в обоих случаях (в отрезке 2-10).

Задача 2. Примените метод SVM (например, из библиотеки sklearn) для датасета blobs2. Визуализируйте результат (разбиение плоскости и опорные вектора) при разных вариантах ядер (линейное; полиномиальное степеней 2,3,5; RBF).

Задача 3. Найдите максимум функции с помощью алгоритма кросс-энтропийного поиска, изображая распределение на каждом шаге.

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

| № п/п | Задание                                                                                        | Ответ                     | Компетенция |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| 1.    | Назовите обобщающее название основных типов задач машинного обучения.                          | задачи обучения           | УК-1        |
| 2.    | Укажите интерпретацию коэффициента детерминации $R^2$ для идеальной модели линейной регрессии. | идеальная подгонка        | УК-1        |
| 3.    | Назовите тип параметров в простой линейной регрессии (без регуляризации).                      | веса и смещение           | УК-1        |
| 4.    | Назовите метрику для оценки качества в задаче бинарной классификации.                          | точность/precision/recall | УК-1        |
| 5.    | Назовите преимущество дерева решений по умолчанию в библиотеке scikit-learn.                   | простота интерпретации    | ОПК-2       |
| 6.    | Назовите метод ансамблирования в случайном лесе.                                               | бутстрэппинг              | ОПК-2       |
| 7.    | Назовите роль learning rate в градиентном бустинге XGBoost.                                    | скорость обучения         | ОПК-2       |
| 8.    | Назовите алгоритм кластеризации для метода k-средних.                                          | k-means                   | ОПК-2       |
| 9.    | Назовите цель метода рекурсивного исключения для отбора признаков.                             | снижение размерности      | ПК-2        |
| 10.   | Назовите метод генерации новых признаков с порогом корреляции.                                 | полиномиальные признаки   | ПК-2        |
| 11.   | Назовите тип палитры для визуализации данных в matplotlib.                                     | дискретная палитра        | ПК-2        |
| 12.   | Назовите библиотеку, рекомендуемую для машинного обучения на Python.                           | scikit-learn              | ПК-2        |

|     |                                                                         |                                 |      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|
| 13. | Назовите технологию для параллельной обработки в случайном лесе.        | многопоточность                 | ПК-3 |
| 14. | Назовите назначение батча в нейронных сетях Keras.                      | мини-батч<br>градиентный спуск  | ПК-3 |
| 15. | Назовите технику для предотвращения переобучения при обучении.          | ранняя остановка                | ПК-3 |
| 16. | Назовите баланс bias-variance tradeoff для оптимальной модели.          | минимальная<br>ошибка           | ПК-3 |
| 17. | Назовите тип иерархической кластеризации для визуализации дендрограммы. | агломеративная<br>кластеризация | ПК-8 |