ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ИННОПРОГ»

Проект

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ООО «ИННОПРОГ»



_____ / Венедиктов Р.В.

подпись инициалы, фамилия

4 сентября 2026 г.

Приказ об утверждении программы

от 4 сентября 2026 г. № ОБР-17

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Разработка нейросетей»

Направленность:	техническая
Уровень освоения:	базовый
Возраст обучающихся:	12–17 лет
Трудоёмкость:	160 академических часов
Форма обучения:	очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий
Режим реализации:	80 учебных недель
Язык обучения:	русский

Иннополис, 2026

Содержание

1 Пояснительная записка . . . 3
1.1 Наименование, вид и направленность программы . . . 3
1.2 Актуальность и педагогическая целесообразность . . . 3
1.3 Адресат, входные требования и диагностика . . . 3
1.4 Порядок приёма, сопровождения и прекращения обучения . . . 4
1.5 Форма, режим и срок освоения . . . 4
1.6 Цель, задачи и планируемые результаты . . . 5
1.7 Нормативные основания . . . 6
1.8 Структура программы и документ об обучении . . . 6

2 Содержание программы . . . 7
2.1 Учебный план . . . 7
2.2 Календарный учебный график . . . 8
2.3 Рабочие программы модулей . . . 8
2.4 Проектная практика и консультации . . . 39

3 Организационно-педагогические условия . . . 40
3.1 Общие условия реализации . . . 40
3.2 Кадровое и методическое обеспечение . . . 40
3.3 Оборудование и учебная среда . . . 40
3.4 Электронная информационно-образовательная среда . . . 41
3.5 Здоровьесбережение, доступность и цифровая безопасность . . . 41

4 Оценка качества освоения программы . . . 42
4.1 Входная диагностика и текущий контроль . . . 42
4.2 Практикумы и обратная связь . . . 42
4.3 Внутренняя оценка качества реализации . . . 43

5 Методические материалы . . . 43
5.1 Указания для обучающихся . . . 43
5.2 Указания для преподавателя . . . 43
5.3 Литература и электронные ресурсы . . . 44

Приложение 1. Матрица формирования результатов . . . 45

Приложение 2. Практикумы по данным и качеству моделей . . . 46

Приложение 3. Учебные проекты . . . 48

Приложение 4. Памятка по подготовке работы . . . 50

Приложение 5. Лист актуализации программы . . . 51

1. Пояснительная записка

1.1. Наименование, вид и направленность программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Разработка нейросетей».

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности. Подвид образования — дополнительное образование детей и взрослых. Адресат данной программы — несовершеннолетние в указанном возрастном диапазоне. Уровень освоения — базовый. Язык образования — русский. Форма обучения — очная. Занятия и контрольные мероприятия реализуются дистанционно, посредством электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Основная форма взаимодействия — индивидуальные синхронные занятия с преподавателем.

1.2. Актуальность и педагогическая целесообразность

Курс предназначен для подростков, которым интересно, как из данных получается обученная модель и как проверяют её качество. Работа строится вокруг небольших экспериментов с табличными данными и изображениями. Ученик последовательно определяет задачу, составляет исходный прогноз для сравнения, обучает модели, разбирает ошибки и объясняет, в каких условиях полученный результат применим.

Учащимся нужно освоить Python и обработку данных, затем сравнить базовый прогноз, классические модели и небольшую нейросеть. Время на раздельную валидацию, анализ ошибок и повторяемый проект позволяет оценивать собственную работу ученика и не сводить курс к запуску готового ноутбука.

1.3. Адресат, входные требования и диагностика

Возраст обучающихся — 12–17 лет. Достаточно базовой компьютерной грамотности и готовности работать с числами, долями, координатами и простыми графиками. Опыт программирования не обязателен. На вводном занятии преподаватель предлагает короткие задания на чтение графика, выполнение ячейки и разбор простого условия. При необходимости ученик начинает с

шаблона и выполняет дополнительные упражнения по Python. Для подготовленных учеников усложняется задача внутри модуля.

Для подростков 12–15 лет расчёты нейрона и метрик сначала выполняются на нескольких объектах вручную или по схеме. Для 16–17 лет, в зависимости от диагностики, добавляются самостоятельный подбор одного параметра, разбор дисбаланса и письменное обоснование ограничений. Уровень опор зависит от подготовки ученика. При необходимости преподаватель даёт пошаговый шаблон ноутбука и табличные примеры, затем постепенно сокращает подсказки. При ограниченных вычислительных возможностях используются компактные наборы и локальный запуск на CPU. Общие критерии качества проверки сохраняются.

Перед началом занятий преподаватель предлагает короткое задание, выясняет интересы обучающегося и фиксирует исходный уровень. С учётом результатов подбираются объём опор, сложность и примеры. Индивидуальное расписание определяет даты занятий, сохраняя трудоёмкость, обязательные результаты и предусмотренные программой формы контроля. Зачисление оформляется в порядке, установленном локальными актами организации.

1.4. Порядок приёма, сопровождения и прекращения обучения

Приём, зачисление и прекращение обучения оформляются по локальным актам организации. При работе с несовершеннолетними применяются предусмотренные организацией процедуры взаимодействия с законным представителем. Преподаватель фиксирует учебную цель, согласованный маршрут и результаты диагностики в принятой форме учёта. При пропуске занятия согласуются порядок восполнения и форма проверки результата.

1.5. Форма, режим и срок освоения

Программа рассчитана на 160 академических часов за 80 учебных недель. Занятия планируются раздельными встречами с учётом возраста, продолжительности экранной работы и перерывов. Индивидуальный учебный план и календарный график оформляются по локальному порядку. При индивидуальном графике с семьёй может быть согласован более продолжительный календарный срок с сохранением 160 академических часов, обязательных результатов

и аттестации. До зачисления фиксируются программа, плановый срок, режим и стоимость по применимым договорным документам. Месячный абонемент покрывает согласованное количество занятий за расчётный период.

1.6. Цель, задачи и планируемые результаты

Научить обучающихся ставить учебную задачу машинного обучения, подготавливать данные, разрабатывать и проверять небольшие модели, в том числе нейронную сеть, и представлять воспроизводимый ИИ-проект с описанием ошибок и ограничений.

Учебные задачи — последовательно сформировать перечисленные умения и отработать их в практических заданиях. Развивающие задачи — научить планировать решение, проверять гипотезу на примерах и исправлять ошибки. Воспитательные задачи — формировать самостоятельность, ответственное обращение с цифровыми материалами и уважение к авторству.

По завершении программы обучающийся выполняет следующие действия.

- Р1. Запускает ноутбук с чистого состояния, пишет функции обработки и проверяет их на контрольных случаях.
- Р2. Проверяет типы, пропуски, дубли и диапазоны значений, строит графики с подписями и отделяет наблюдения от гипотез.
- Р3. Формулирует предсказываемую величину или класс, называет доступные признаки и рассчитывает базовый результат.
- Р4. Разделяет данные на обучающую, валидационную и тестовую части, обучает преобразования на обучающей части и выбирает настройки по валидации.
- Р5. Сравнивает модель с базовым прогнозом по обоснованной метрике и объясняет ошибки на примерах.
- Р6. Объясняет назначение весов, слоёв, функции потерь и шага оптимизатора, запускает и проверяет обучение компактной сети.
- Р7. Представляет собственный ИИ-проект с данными, инструкцией запуска, зафиксированными настройками, результатом проверки и границами применимости.

1.7. Нормативные основания

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», в том числе статьи 2, 12, 16, 28, 29, 54, 58, 60 и 75.
- Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629, утвердивший Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 11.10.2023 № 1678 о применении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в редакции постановления от 06.05.2026 № 517.
- СП 2.4.2.4283-26, утверждённые постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02.06.2026 № 19, и СанПиН 1.2.3685-21 в применимой редакции, включая таблицу 6.8 о продолжительности использования электронных средств обучения.
- Устав, правила приёма и положения ООО «ИННОПРОГ» об образовательном процессе, режиме занятий, электронном обучении и дистанционных технологиях, текущем контроле, промежуточной и итоговой аттестации, порядке выдачи документов об обучении. Приказ ООО «ИННОПРОГ» от 02.08.2026 № ОБР-12.

1.8. Структура программы и документ об обучении

В комплект входят учебный план, календарный учебный график, рабочие программы модулей, организационно-педагогические условия, материалы текущего контроля и методические материалы. Освоение программы фиксируется по результатам текущего контроля. При освоении программы и выполнении предусмотренных учебным планом работ ООО «ИННОПРОГ» оформляет сертификат как документ об обучении по установленному организацией образцу. Лицам, освоившим часть программы или отчисленным из организации, выдаётся справка об обучении или о периоде обучения в соответствии с частью 12 статьи 60 Федерального закона № 273-ФЗ.

2. Содержание программы

2.1. Учебный план

Академический час составляет 45 минут и служит единицей учёта трудоёмкости. На странице курса длительность индивидуального урока указана в пределах 45–60 минут, а расписание согласуется индивидуально. Плановый объём 160 академических часов и нормативный учебный график определены этой программой. Перерывы и организационные паузы в учебные часы не включаются. Тематические часы включают объяснение, демонстрацию, практические задания и текущий контроль. Отдельный раздел «Практика» и направление на внешнюю базу практики учебным планом не предусмотрены. Учебные проекты и практикумы входят в практические часы соответствующих модулей. Педагог проверяет результаты в рамках текущего контроля. Дополнительные упражнения на закрепление, которые педагог предлагает по желанию, в обязательную трудоёмкость не входят.

Таблица 1 – Учебный план

№	**Учебный модуль**	**Теория**	**Практика**	**Всего**
1	Старт и основы Python	3	6	9
2	Python для обработки последовательностей	3	7	10
3	Таблицы и качество данных	4	7	11
4	Исследование данных и графики	3	11	14
5	Задача модели и базовый прогноз	4	6	10
6	Разделение данных и честная проверка	4	8	12
7	Первые модели в scikit-learn	3	9	12
8	Метрики и разбор ошибок	3	11	14
9	Как устроена небольшая нейросеть	4	8	12
10	Обучение и настройка сети	4	10	14
11	Учебный проект с изображениями	4	10	14
12	Собственный ИИ-проект и демонстрация	5	23	28
	Итого	44	116	160

2.2. Календарный учебный график

Недели отсчитываются от начала обучения. Если темы сменяются внутри недели, она указана в обеих строках. Часы в таблице относятся ко всей теме. Даты занятий и перерывы определяются индивидуальным расписанием.

Таблица 2 – Календарный учебный график

Учебный модуль	**Учебные недели**	**Часы**	**Результат работы**
Старт и основы Python	1–5	9	Запущенный ноутбук с проверками
Python для обработки последовательностей	5–10	10	Функция обработки последовательности и тесты
Таблицы и качество данных	10–15	11	Таблица с отчётом о качестве данных
Исследование данных и графики	16–22	14	Графики с подписями и выводами по данным
Задача модели и базовый прогноз	23–27	10	Карточка задачи и базовый прогноз
Разделение данных и честная проверка	28–33	12	План разбиения данных и проверка утечек
Первые модели в scikit-learn	34–39	12	Сравнение простых моделей на одной выборке
Метрики и разбор ошибок	40–46	14	Матрицы ошибок и обоснованный выбор метрики
Как устроена небольшая нейросеть	47–52	12	Расчёт выхода нейрона и схема сети
Обучение и настройка сети	53–59	14	Кривые обучения и протокол сравнения
Учебный проект с изображениями	60–66	14	Классификатор изображений и разбор ошибок
Собственный ИИ-проект и демонстрация	67–80	28	Воспроизводимый ИИ-проект и демонстрация
Итого	80	160	

2.3. Рабочие программы модулей

Тематические таблицы показывают последовательность учебных действий. Указанные часы темы включают разбор и выполнение упражнения, а

также проверку результата. Типовые ошибки используются для обратной связи и выбора повторного задания. Контрольная работа модуля входит в практические часы.

Модуль 1. Старт и основы Python

Предметный результат. Повторно запускает ноутбук с чистого состояния, получает ожидаемый вывод на обычном и граничном вводе и объясняет исправление.

Содержание. Что получает модель на вход и какой ответ выдаёт. Примеры верных и ошибочных предсказаний. Устройство учебного ноутбука, ячейки с кодом и текстом, зависимость результатов от порядка запуска. Переменные, числа, строки, преобразование типов и простые условия. Чтение имени исключения и номера строки. Правила работы с файлами, ключами доступа и персональными данными.

Практическая работа. Запустить готовый ноутбук, затем перезапустить ядро и выполнить ячейки сверху вниз. Добавить расчёт стоимости нескольких билетов с проверкой положительного количества. Исправить ошибку преобразования строки и объяснить причину. На числовых примерах обсудить, какие предсказания нельзя проверять на реальных персональных записях.

Таблица 3 – Тематический план модуля 1

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Что модель получает и предсказывает	2	Предсказание привязывается к одному объекту. У записи есть сведения, доступные до ответа, и результат, который надо угадать. На примере учебного прогноза числа посетителей определяют, что можно измерить до открытия выставки и почему оценка может не совпасть с фактом. Практика. Для двух ситуаций запишите вход, предполагаемый ответ и одну причину возможной ошибки.

Продолжение таблицы 3

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
2	Рабочий файл и учебный ноутбук	2	Файл программы хранит инструкции, а ноутбук объединяет код, пояснение и вывод. Сохранение текста кода и выполнение команды являются разными действиями. Порядок открытия файла и его местоположение влияют на поиск соседних материалов. Практика. Создайте копию ноутбука, добавьте вычисление и текстовое пояснение, сохраните и заново откройте файл.
3	Ячейки и состояние вычислений	1	Интерпретатор сохраняет значения в памяти между запусками ячеек. При выполнении вразнобой вывод может зависеть от старого значения, которого в исходном документе больше нет. Перезапуск ядра и запуск сверху вниз проверяют независимость от скрытого состояния. Практика. Добейтесь того, чтобы после перезапуска ноутбук давал тот же вывод, и укажите ячейку, где создаётся используемая дальше переменная.
4	Числа, текст и преобразование типов	1	Строка «12» хранит символы, целое число 12 участвует в арифметике. Перед преобразованием данных проверяют, какой формат ожидается и как реагировать на пустое поле или лишние символы. Имена переменных показывают назначение величины. Практика. Рассчитайте итоговую стоимость по двум строковым значениям, объясните отличие от склеивания строк.
5	Условие как правило допустимости	1	Условие превращает сформулированное словами требование в проверяемое логическое выражение. Порог следует проверять на значениях до границы, на границе и после неё. Вычисление выполняют только после проверки тех предположений, на которых оно основано. Практика. Напишите проверку количества от 1 до 12 и запустите её на 0, 1, 12 и 13.

Продолжение таблицы 3

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
6	Чтение сообщения об ошибке	1	Исключение содержит имя типа ошибки и место её возникновения. Место сбоя часто отличается от места, где появилось неподходящее значение. Для поиска причины полезно воспроизвести сбой на минимальном примере и проверить данные на входе. Практика. Исправьте ошибку преобразования «7,5» и ошибку использования имени до определения, укажите точное изменение для каждой.
7	Работа с учебными данными и секретами	1	Учебный ноутбук может сохранять вывод ячеек вместе с кодом. Поэтому перед передачей проверяют и исходный текст, и отображённые значения, удаляют реальные сведения и не вставляют токены. Задачи строятся на синтетических записях или материалах, разрешённых для учебного использования. Практика. В учебном файле с вымышленным ключом найдите, где он отображается, удалите его из кода и вывода и запишите правило повторной проверки.
	Итого	9	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Порядок ячеек. Если после перезапуска появляется NameError, найти ячейку-источник имени и перенести её выше первого использования.
– Граница. Если отклоняется ровно допустимое значение 12, сравнить выражение с текстом задания и исправить оператор.

Текущий контроль. Проверить небольшой расчёт для условного школьного мероприятия в чистом ноутбуке.

Предъявляемые материалы. Ноутбук, четыре строки протокола и пояснение к исправленной ошибке.

Ожидаемый результат. Ноутбук открывается и запускается сверху вниз. При 1 и 12 вычисляет итог, при 0 и 13 объясняет ограничение.

Модуль 2. Python для обработки последовательностей

Предметный результат. Пишет функцию с ясными входом и выходом, применяет её к строкам CSV и обрабатывает пустой список по принятому правилу.

Содержание. Список, индекс и перебор элементов. Словарь для записи с именованными полями. Цикл и накопление суммы или количества. Параметры функции, возвращаемое значение, проверки на небольших примерах. Импорт модуля csv, заголовок и строки таблицы, чтение краткой документации.

Практическая работа. Рассчитать среднее и количество значений выше порога. Написать функцию проверки учебной записи с обработкой пустого поля. Загрузить CSV с вымышленными показателями, объяснить смысл столбцов и проверить функцию на нескольких записях.

Таблица 4 – Тематический план модуля 2

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Список и позиция элемента	2	Список хранит последовательность значений, включая повторяющиеся. Индекс показывает место, перебор по значениям подходит, когда позиции не нужны. Перед доступом по позиции проверяют, что нужный элемент существует. Практика. Покажите первое и последнее измерение, затем соберите значения выше порога без привязки к конкретным индексам.
2	Запись с именованными полями	2	Словарь связывает ключ с его значением и помогает читать запись по смыслу, например «категория» и «цена». Отсутствующее поле, пустое значение и число ноль требуют разных решений. Правило обработки фиксируют до подсчёта. Практика. Сравните три записи, где цена отсутствует, пуста и равна нулю, и верните для каждой понятную отметку.
3	Цикл, счётчик и накопитель	2	В цикле одни переменные отражают число подходящих записей, другие складывают их значения. Среднее рассчитывается после перебора, при ненулевом числе записей. Отдельное имя у каждой величины облегчает проверку результата. Практика. Для списка [2, 4, 4, 8] посчитайте сумму и среднее элементов строго больше 3, выведите также число элементов.

Продолжение таблицы 4

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
4	Функция обработки	1	Функция оформляет одно действие с понятным входом и результатом. Параметр позволяет использовать тот же код для другой записи, а возвращаемое значение — передать результат дальше. Печать результата служит для показа, когда вызывающему коду значение уже не нужно. Практика. Выделите проверку записи в функцию, вызовите её для обычной и неполной строки, отдельно сохраните возвращённые значения.
5	Проверка функции на контрольных примерах	1	Контрольный пример задаёт вход и ожидаемый результат до запуска. Набор проверок охватывает обычный случай, границу и случай, требующий особой обработки. Расхождение локализуют проверкой одной функции на простых данных. Практика. Добавьте три проверки к функции отбора, включая пустой список и значение, равное порогу.
6	Модуль и документация	1	Импорт позволяет обратиться к инструменту из стандартной библиотеки. Документация показывает параметры, тип результата и пример. Имена локальных файлов выбирают так, чтобы они не перекрывали используемый модуль. Практика. Найдите в документации csv, как читать строку по заголовкам, и примените этот способ к маленькому примеру.
7	Табличный файл CSV	1	CSV состоит из строк и разделённых полей. Кавычки позволяют сохранить разделитель внутри значения, поэтому простое разбиение строки по запятой даёт ошибку на части записей. Числовые поля после чтения преобразуют и проверяют отдельно. Практика. Прочитайте файл с названием «Кружок, группа 1» в кавычках, выведите две нужные колонки и объясните, почему название осталось целым.
	Итого	10	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Пустая выборка. Если при вычислении среднего возникает деление на ноль, проверить счётчик до деления и вернуть согласованный статус.

– CSV. Если названия с запятой смещают поля, сравнить ручное разделение с результатом csv.DictReader и заменить разбор.

Текущий контроль. Получить краткую сводку по вымышленным учебным записям из CSV.

Предъявляемые материалы. Файл, функция проверки и сводка с количеством принятых и отклонённых строк.

Ожидаемый результат. Сумма количества принятых и отклонённых строк совпадает с числом записей без заголовка. Пустое поле обработано по указанному правилу.

Модуль 3. Таблицы и качество данных

Предметный результат. Представляет паспорт таблицы и объясняет, почему выбранные действия сохраняют смысл исходных данных.

Содержание. Массив NumPy, его размерность и поэлементные вычисления. DataFrame, строки, столбцы, типы и булевы маски. Происхождение пропусков, повторы, ошибки единиц измерения, невозможные значения. Основания для исправления значения и журнал преобразований. Вычисляемые правила очистки подбираются после разделения данных.

Практическая работа. Загрузить таблицу с искусственно внесёнными дефектами. Проверить типы, отфильтровать строки, обнаружить дубликаты, пропуски и значения вне допустимого диапазона. Сохранить исходный файл и составить таблицу «проблема, решение, основание», оставив неоднозначные значения отмеченными для разбирательства.

Таблица 5 – Тематический план модуля 3

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Числовой массив NumPy	2	Массив представляет данные с определёнными типом и формой. Поэлементная операция применяется к каждому числу. Размерности показывают, относятся ли значения к объектам, признакам или другому измерению. Практика. Создайте массив из четырёх длин в сантиметрах, переведите его в метры и проверьте форму и два значения.

Продолжение таблицы 5

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
2	Таблица pandas и типы полей	2	DataFrame хранит строки наблюдений и именованные столбцы. Числа, ошибочно прочитанные как строки, меняют смысл сортировки и мешают вычислениям. Перед анализом описывают ожидаемые типы, единицы и назначение колонок. Практика. Выведите размеры таблицы, типы столбцов и составьте краткий словарь данных для трёх полей.
3	Выбор нужной части таблицы	2	Список названий задаёт столбцы, а логическое условие определяет, какие строки оставить. При объединении условий проверяют приоритет операций и роль скобок. Количество строк до и после отбора помогает увидеть ошибки. Практика. Оставьте измерения из выбранной категории с допустимым диапазоном, сверив отбор с ручным подсчётом нескольких строк.
4	Пропуски и причины отсутствия	2	Отсутствие значения может означать пропущенное измерение, неприменимость вопроса или сбой записи. Пропуск не равен нулю. При выборе способа обработки учитывают значение поля и влияние изменения на результат. Практика. Посчитайте пропуски в двух столбцах и предложите разные способы работы с ними для двух описанных причин.
5	Повторяющиеся и связанные записи	1	Полный дубль может появиться при повторной загрузке файла, а два одинаковых значения могут описывать разные наблюдения. Решение зависит от идентификатора и условий сбора. Для связанных объектов при проверке модели сохраняют принадлежность к одной группе. Практика. Найдите одинаковые строки и повторяющиеся идентификаторы, объясните, какие записи требуют отдельной проверки.
6	Диапазоны и единицы измерения	1	Ошибка единицы может сделать значение необычным, хотя исходное измерение верно. Правило диапазона следует из предметной задачи, а не из желания выровнять график. Перед исправлением сверяют обозначение единицы и исходную запись. Практика. Отметьте значения за пределами физически возможного диапазона, для одного случая обоснуйте перевод единиц.

Продолжение таблицы 5

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
7	Протокол очистки и сохранение исходника	1	Сырые данные сохраняют отдельно. Для каждого преобразования записывают основание, столбцы и число затронутых строк. Если правило использует статистику выборки, параметры подбирают только на обучающей части. Практика. Подготовьте копию файла, журнал изменений и пример спорного значения, оставленного для проверки.
	Итого	11	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Ложный ноль. Если после заполнения пропусков изменилось распределение показателя, сверить смысл нулевого значения и отменить неподтверждённую замену.
– Дубликаты. Если исчезли разные измерения с совпавшим числом, восстановить исходник и уточнить признаки идентичности записи.

Текущий контроль. Провести первичный аудит синтетической таблицы с заранее внесёнными дефектами.

Предъявляемые материалы. Код проверок, исходный файл, список дефектов и основания для действий.

Ожидаемый результат. Обнаружены пропуск, полный повтор, ошибка единицы и невозможное значение. Неясные записи отмечены, исходник сохранён.

Модуль 4. Исследование данных и графики

Предметный результат. Выбирает подходящий график и связывает каждый вывод с показанными данными.

Содержание. Число наблюдений, частоты, минимум и максимум. Среднее и медиана при необычных значениях. Назначение гистограммы, столбчатой диаграммы и диаграммы рассеяния. Подписи осей, единицы, масштаб и размер выборки. Связь двух величин и ограниченность причинных выводов.

Практическая работа. Сформулировать вопросы к данным, например какие значения типичны и чем различаются группы. Построить два графика, под-

писать оси и указать объём анализируемой части. Сравнить среднее и медиану до и после добавления одного необычного наблюдения. Записать одно наблюдение и одну гипотезу, требующую проверки.

Таблица 6 – Тематический план модуля 4

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Объём, диапазоны и частоты	2	Размер выборки показывает, сколько наблюдений лежит в основе вывода. Для числового признака полезно указать диапазон, для категорий — абсолютные и относительные частоты. При сравнении групп учитывают разные знаменатели. Практика. Составьте сводку по двум группам и покажите пример, где большее число наблюдений не означает большую долю.
2	Среднее и медиана	2	Среднее использует величину каждого наблюдения, медиана зависит от центральных позиций упорядоченного ряда. При резком увеличении одного значения эти показатели меняются по-разному. Интерпретация зависит от формы распределения и вопроса. Практика. Посчитайте среднее и медиану для [2, 3, 3, 4, 5], затем замените 5 на 50 и объясните изменение.
3	Крайние и необычные наблюдения	2	Минимум и максимум помогают заметить различия в масштабе и возможный сбой. Необычное наблюдение может быть реальным. Перед исключением выясняют источник и показывают, как оно влияет на вывод. Практика. Найдите крайние значения в учебной таблице, отметьте одно подозрительное и предложите способ подтвердить его происхождение.
4	Гистограмма числового показателя	2	Гистограмма показывает число значений в соседних числовых интервалах. Слишком широкие интервалы скрывают особенности, слишком узкие усложняют чтение малой выборки. Границы и оси подписывают. Практика. Постройте гистограммы с двумя наборами интервалов и выберите ту, на которой яснее видна форма распределения.

Продолжение таблицы 6

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
5	Столбчатое сравнение категорий	2	На столбчатом графике одна категория соответствует одному столбцу. Можно сравнивать число объектов или долю, если явно указать единицу. Порядок категорий выбирают осмысленно, нулевая основа помогает не искажать разницу. Практика. Постройте график частот по трём категориям, подпишите единицу и проверьте одну высоту по таблице.
6	Диаграмма рассеяния	2	Одна точка соответствует паре значений одного наблюдения. По облаку точек оценивают направление связи, разброс и необычные случаи. Скопление точек в одном диапазоне ограничивает выводы о других диапазонах. Практика. Постройте график для пары признаков, опишите один видимый рисунок и выделите одно исключение.
7	Пределы вывода по графику	2	График должен показывать обозначения осей, единицы измерения и относящийся к вопросу масштаб. Видимое различие служит наблюдением, объяснение причины требует дополнительной проверки. Малый объём или смещение выборки упоминают явно. Практика. Исправьте график без подписей, запишите одно наблюдение и одну гипотезу, которую по нему нельзя проверить.
	Итого	14	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Смешанные знаменатели. Если группа кажется более представленной из-за её общего размера, пересчитать доли и указать число записей каждой группы.
– Причинный вывод. Если из облака точек сделан вывод о причине, переписать его как описание связи и предложить способ проверить гипотезу.

Текущий контроль. Ответить на два вопроса о небольшой учебной таблице с помощью графиков.

Предъявляемые материалы. Два графика, сводка по данным и текст наблюдений.

Ожидаемый результат. Типы графиков соответствуют показателям, оси и единицы подписаны, хотя бы одно наблюдение подтверждается числом из таблицы.

Модуль 5. Задача модели и базовый прогноз

Предметный результат. Указывает признаки и цель, выбирает базовый прогноз и получает проверяемое исходное значение метрики.

Содержание. Объект наблюдения, признаки и целевая переменная. Отличие классификации от регрессии. Проверка доступности признаков на момент предсказания. Постоянный прогноз частого класса и постоянный числовой прогноз по среднему или медиане. Ошибка отдельного ответа и связь метрики с задачей.

Практическая работа. Сформулировать две задачи на учебных примерах: определить категорию записи и предсказать числовое значение. Рассчитать базовые ответы по выданной обучающей части. На отдельном наборе контрольных примеров посчитать долю совпадений и среднюю абсолютную ошибку. Записать исходный уровень качества для последующего сравнения.

Таблица 7 – Тематический план модуля 5

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Объект наблюдения, признаки и цель	2	Одна строка таблицы описывает один объект или событие. Признаки несут входную информацию, цель описывает ответ, который модель должна предсказывать. До обучения проверяют, одинаково ли понимается цель для разных строк. Практика. Разметьте колонки двух учебных таблиц как вход, цель или служебные поля и объясните один выбор.
2	Категория и числовой ответ	2	Для категории предсказание выбирают из набора классов, даже если классы кодируются числами. Числовая задача предполагает величину, расстояние между значениями которой имеет смысл. Это различие определяет способ сравнения прогнозов. Практика. Классифицируйте три учебные задачи и обоснуйте, почему номер категории нельзя усреднять как измерение.

Продолжение таблицы 7

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
3	Признаки, доступные до прогноза	2	Если поле появляется после события, оно не подходит для прогноза этого события в реальной ситуации. Служебный идентификатор тоже может раскрывать происхождение или порядок записей. Каждый признак сопоставляют с моментом предсказания. Практика. Для прогноза посещаемости перечислите поля, известные до мероприятия, и исключите фактическую посещаемость и отчёт после события.
4	Ориентир для классификации	1	Прогноз наиболее частого класса даёт простую точку сравнения. Частоты определяют по обучающим данным, итоговую долю совпадений вычисляют на проверочной части. При равной частоте вводят фиксированное правило выбора. Практика. Получите частый класс по тренировочным меткам, предскажите его для всех контрольных строк и сравните с ответами.
5	Ориентир для регрессии	1	Постоянный прогноз может использовать среднее или медиану обучающих значений. При выбранной средней абсолютной ошибке медиана имеет понятный смысл, поскольку минимизирует сумму модулей отклонений на исходной выборке. Контрольные значения оставляют для оценки. Практика. Сравните прогнозы 4 и 5 на выданной проверочной части и объясните, где были рассчитаны константы.
6	Ошибка на отдельном наблюдении	1	Для числового ответа сравнивают прогноз с наблюдением, различают знак и величину отклонения. Для класса проверяют совпадение метки. У отдельной строки полезно сохранить и истинный ответ, и прогноз, чтобы позже разбирать ошибки. Практика. Заполните короткую таблицу «объект, ответ, прогноз, ошибка» и проверьте один случай вручную.

Продолжение таблицы 7

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
7	Метрика и исходная точка	1	Метрика выражает качество в форме, подходящей для задачи. При классификации можно измерить долю совпадений, при регрессии — среднее абсолютное отклонение в исходных единицах. Базовый ориентир сохраняют, чтобы новая модель сравнивалась на тех же данных. Практика. Запишите формулу выбранной метрики, посчитайте её на контрольных примерах и объясните, что значит лучшее значение.
	Итого	10	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Нечестный ориентир. Если частый класс подсчитан на контрольных метках, пересчитать его на обучающих данных, затем повторить оценку.
– Неверный тип задачи. Если среднее вычислено по кодам категорий, вернуться к смыслу цели и выбрать класс и метрику совпадений.

Текущий контроль. Описать учебную задачу и получить точку сравнения для будущей модели.

Предъявляемые материалы. Карточка задачи, прогнозы и расчёт метрики на отложенных примерах.

Ожидаемый результат. Цель и тип задачи определены. Использованы признаки, доступные до ответа. Базовое правило построено по обучающим записям.

Модуль 6. Разделение данных и честная проверка

Предметный результат. Выбирает разбиение под структуру данных, отделяет этап выбора модели от финальной проверки и показывает, где возникает утечка.

Содержание. Назначение обучающей, валидационной и тестовой частей. Повторяемость случайного разбиения с random_state. Стратификация при достаточном числе объектов каждого класса, группирование связанных наблюдений и сохранение хронологии для прогноза будущего. Утечка через признак, дубликаты или настройку преобразования на всей таблице.

Практическая работа. Составить схему разделения учебного набора и проверить пересечение идентификаторов. Для другого примера объяснить, почему нужно делить по времени или группе. Обнаружить заранее внесённый признак, раскрывающий ответ, сравнить результат с вариантом без утечки. Зафиксировать тестовую часть и правила её использования.

Таблица 8 – Тематический план модуля 6

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Три роли выборки	2	Обучающая часть нужна для подбора параметров модели, валидационная — для сравнения вариантов, тестовая — для финальной оценки после выбора. Записи, по которым подбирают решение, перестают быть независимой проверкой. Для учебной работы список объектов каждой части сохраняют. Практика. Нарисуйте схему движения данных и отметьте, в какой части меняют параметры и где получают финальную оценку.
2	Воспроизводимое случайное разбиение	2	Для независимых однотипных наблюдений используют случайное разбиение. Фиксированное значение random_state позволяет повторить выбор строк при неизменном порядке исходных данных и одинаковой процедуре. Одновременно сохраняют идентификаторы объектов и способ деления. Практика. Дважды выполните разбиение с одним значением random_state, сверив идентификаторы, затем поменяйте значение и сравните состав.
3	Сохранение долей классов	2	При классификации стратификация помогает представить классы в каждой части. Для редкого класса сначала проверяют, достаточно ли наблюдений для заданного числа частей. Временные или групповые ограничения важнее механического выравнивания долей. Практика. Сравните распределение классов до и после разбиения. Объясните, что делать, если примеров редкого класса меньше трёх.

Продолжение таблицы 8

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
4	Дубли и родственные группы	2	Копии одной записи по обе стороны границы создают завышенное впечатление о качестве. Серии измерений одного объекта тоже могут быть очень похожи. При связанных наблюдениях разделяют группы целиком и проверяют пересечение идентификаторов. Практика. Сформируйте части набора, где у каждого условного устройства есть несколько измерений. Подтвердите отсутствие общих групп.
5	Временной порядок	2	В задаче прогноза будущего поздние наблюдения не должны влиять на обучение ранней модели. Хронологическое деление имитирует доступ к данным в реальной ситуации. При совпавших датах учитывают единицы времени и доступность записи. Практика. Разделите измерения за несколько недель по времени, укажите даты границ и проверьте, что обучающая часть старше проверочных.
6	Утечка ответа и параметров обработки	1	Утечка возникает через признаки, дубликаты или вычисление параметров предобработки на всей выборке. Даже среднее для заполнения пропусков может перенести сведения из проверочной части в обучение. Преобразования обучают на тренировочных записях и применяют к остальным с теми же параметрами. Практика. Найдите два вида утечки в готовом эксперименте, исправьте их и сравните результаты на учебной валидации.
7	Подбор и сохранение контрольной части	1	Конфигурацию выбирают по согласованной валидационной метрике. Финальный тест открывают после фиксации модели и схемы обработки. Если после просмотра теста решение меняется, прежняя оценка становится исследовательской, для новой независимой оценки потребуется другой тест. Практика. Составьте журнал выбора из двух конфигураций и отметьте момент, после которого обращение к тесту допустимо.
	Итого	12	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Общие записи. При подозрительно высоком качестве проверить пересечение идентификаторов, групп и дублей между частями.
– Случайное деление временного ряда. Если ранние и поздние записи смешаны, восстановить хронологический порядок и пересчитать оценки.

Текущий контроль. Подготовить безопасную схему проверки для набора с повторными измерениями.

Предъявляемые материалы. Список частей, проверка пересечений и пояснение роли каждой части.

Ожидаемый результат. Группы не пересекаются. Правила выбора настроек и работы с финальным тестом описаны отдельно.

Модуль 7. Первые модели в scikit-learn

Предметный результат. Воспроизводит полный запуск обучения и валидации и показывает, как одинаковая обработка применяется к новым строкам.

Содержание. Назначение fit, predict и transform. Линейная регрессия для числового ответа, дерево решений для категорий. Подготовка числовых и категориальных признаков, обработка неизвестной категории по заданному правилу. Единая цепочка преобразований и модели в Pipeline. Ограничение глубины дерева и сопоставимое сравнение с базовым прогнозом.

Практическая работа. Запустить простую линейную модель на числовой задаче. Для классификации собрать цепочку предобработки и дерева, обучить её на выделенной части и получить прогнозы на валидационной. Сравнить дерево двух глубин и базовый прогноз на одном наборе по одной метрике.

Таблица 9 – Тематический план модуля 7

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Обучение и получение прогноза	2	Метод fit настраивает модель на примерах с известным ответом, predict возвращает ответы для новых входных объектов. Обучающие признаки и цели должны описывать одинаковый набор строк. Для прогноза соблюдают порядок и смысл признаков. Практика. Обучите модель на подготовленных данных и получите прогнозы, сверив число результатов с числом проверочных строк.

Продолжение таблицы 9

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
2	Линейная модель для величины	2	Линейная регрессия складывает признаки с весами и прибавляет смещение. На одном признаке это можно изобразить прямой. Поведение за пределами наблюдаемого диапазона проверяют отдельно и не принимают автоматически за надёжный прогноз. Практика. Запустите модель для одного числового признака, постройте линию прогноза и отметьте два наблюдения с заметным отклонением.
3	Дерево решений для классов	2	Дерево разделяет наблюдения правилами, которые проверяют признаки и ведут к листу с прогнозом. Рост дерева позволяет уточнять правила, но увеличивает риск запоминания отдельных примеров. Прогноз можно проследить по пути одной записи. Практика. Обучите неглубокое дерево, выпишите путь одной записи и объясните, какой ответ получается в листе.
4	Разная обработка чисел и категорий	2	Числовые столбцы могут масштабироваться или заполняться по статистике, категории требуют явного кодирования. Номер категории не обязательно означает порядок или расстояние. Для нового значения нужна заранее определённая стратегия, например обработка неизвестной категории. Практика. Подготовьте два типа столбцов и проверьте прогноз для строки с категорией, которой не было в обучении.
5	Предобработка только на тренировочных данных	2	Методы fit и transform у преобразователя выполняют разные действия. Сначала параметры вычисляют на обучении, затем одинаковое преобразование применяют к обучению и проверке. Это сохраняет сопоставимость признаков и независимость проверки. Практика. Покажите, что среднее масштабирования рассчитано по обучающей части, а валидация преобразована с тем же значением.

Продолжение таблицы 9

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
6	Цепочка операций Pipeline	1	Цепочка собирает подготовку признаков и модель в одну воспроизводимую процедуру. На обучении она настраивает промежуточные преобразования и оценщик, а при прогнозе повторяет подготовку входа. Это упрощает проверку новых записей. Практика. Соберите цепочку подготовки и дерева, запустите прогноз на валидной строке и на целой проверочной таблице.
7	Ограничение сложности и сравнение	1	Параметр глубины задаёт, сколько последовательных решений может использовать дерево. Варианты сравнивают на той же валидационной части и по той же метрике, что и базовый прогноз. В таблице экспериментов сохраняют различия в настройках. Практика. Сравните глубины 2 и 4 с базовым правилом, затем объясните выбор без обращения к финальному тесту.
	Итого	12	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Потеря колонок. Если при прогнозе отсутствует ожидаемый столбец, проверить схему входных полей и один порядок подготовки в Pipeline.
– Переобучение. Если глубокое дерево улучшает только обучающий результат, сравнить с меньшей глубиной на той же валидации.

Текущий контроль. Получить воспроизводимое сравнение базового прогноза и обученной модели.

Предъявляемые материалы. Ноутбук, цепочка обработки, валидационные прогнозы и таблица двух запусков.

Ожидаемый результат. Все варианты оценены на одной части и по одной метрике. При повторном запуске сохраняется состав валидации.

Модуль 8. Метрики и разбор ошибок

Предметный результат. Интерпретирует метрики, объясняет влияние дисбаланса и приводит конкретные ошибки, которые скрывает среднее значение.

Содержание. Доля верных ответов и дисбаланс классов. Матрица ошибок и значение строк и столбцов. Precision и recall для выбранного положительного класса. Средняя абсолютная ошибка и единицы измерения. Разрыв между качеством обучения и валидации, переобучение и неопределённость на малых выборках.

Практическая работа. Посчитать метрики вручную для короткого списка ответов и сверить с библиотекой. Сравнить два классификатора на несбалансированном примере. Разобрать несколько ошибочных ответов, предложить одну гипотезу улучшения и описать способ её проверки.

Таблица 10 – Тематический план модуля 8

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Доля верных ответов	2	Accuracy показывает долю правильных меток среди всех объектов. Ошибки в разных классах могут иметь разные последствия, хотя каждая вносит одинаковый вклад в эту долю. Вместе с итогом указывают число объектов. Практика. Рассчитайте accuracy вручную для десяти прогнозов и сверяйте числитель и знаменатель с таблицей.
2	Матрица ошибок	2	Матрица распределяет случаи по сочетаниям истинной и предсказанной метки. Порядок осей и классов проверяют до интерпретации. Диагональ отражает верные прогнозы, остальные ячейки показывают, какие классы перепутаны. Практика. Постройте матрицу для двух классов, подпишите оси и найдите одну пару ошибочно различаемых меток.
3	Дисбаланс и скрытые ошибки	2	На наборе с преобладающим классом высокая доля совпадений возможна даже при отсутствии верных ответов для редкого класса. Поэтому результат сопоставляют с частотным ориентиром и рассматривают классы отдельно. Для малочисленных групп полезно показывать абсолютные количества. Практика. Сравните два набора прогнозов для девяти объектов одного класса и одного другого, укажите недостаток прогноза большинства.

Продолжение таблицы 10

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
4	Точность положительных прогнозов и полнота	2	Precision отвечает на вопрос, сколько из положительных прогнозов верны. Recall показывает, сколько из фактически положительных случаев найдено. При нулевом знаменателе значение метрики и способ отчёта заранее согласуют. Практика. Для 8 верных положительных, 2 ложных срабатываний и 4 пропусков получите 8/10 и 8/12, объясните различие.
5	Средняя абсолютная ошибка	2	Абсолютное отклонение измеряет величину ошибки без знака, а среднее по отклонениям сохраняет единицы целевой величины. Среднее может скрывать отдельные большие отклонения. Для разбора дополнительно сохраняют ошибки нескольких записей. Практика. Посчитайте MAE по трём ответам и прогнозам, укажите единицу и выделите пример с наибольшим отклонением.
6	Сравнение обучения и валидации	2	Качество на обучающих данных описывает согласие модели с известными примерами. Валидационная оценка помогает понять, сохраняется ли результат на других наблюдениях. Значительный разрыв может быть следствием переобучения или различия состава частей. Практика. Сравните две пары оценок обучения и валидации, предложите одну проверку причины разрыва.
7	Осторожность на малой выборке	2	При десяти контрольных наблюдениях один другой ответ меняет accuracy на десять процентных пунктов. Поэтому небольшое различие нельзя автоматически считать устойчивым преимуществом. Приводят количество ошибок и описывают ограничения выборки. Практика. Сравните результаты 8/10 и 9/10. Запишите, что изменилось и какой дополнительной проверки потребует вывод.
	Итого	14	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Оси матрицы. Если вывод о пропусках и ложных срабатываниях не совпадает с ручным подсчётом, проверьте порядок классов и значения осей.

– Один итог. Если хороший показатель скрывает пропуски редкого класса, предъявите матрицу, метрики класса и числа наблюдений.

Текущий контроль. Разобрать качество двух вариантов на несбалансированной учебной выборке.

Предъявляемые материалы. Матрицы ошибок, расчёт метрик и два разобранных примера.

Ожидаемый результат. Указан положительный класс. Accuracy дополнена метриками класса, вывод связан с ценой ошибок и объёмом данных.

Модуль 9. Как устроена небольшая нейросеть

Предметный результат. Вычисляет выход простого нейрона, проверяет совместимость размерностей и объясняет назначение потерь.

Содержание. Входные признаки, веса, смещение и взвешенная сумма. Функция активации и роль нелинейности. Слои и размерности тензоров. Различие функции потерь для обучения и метрики оценки. Градиент как локальная подсказка направления изменения параметров, шаг обновления и его размер.

Практическая работа. Рассчитать выход нейрона с активацией ReLU для заданных входов, весов и смещения. Нарисовать сеть с входом из двух признаков, скрытым слоем и выходом по числу классов. Изменить один вес в готовом ноутбуке и сравнить значения потерь.

Таблица 11 – Тематический план модуля 9

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Входы, веса и смещение	2	Входы соответствуют признакам объекта. Вес показывает вклад конкретного входа во взвешенную сумму, смещение сдвигает значение до применения активации. Порядок входов должен совпадать с порядком весов. Практика. Сопоставьте два признака с весами и поясните, что изменится при перестановке входов.

Продолжение таблицы 11

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
2	Взвешенная сумма	2	Каждое входное число умножается на свой вес, произведения складываются со смещением. Отрицательный вес уменьшает сумму при увеличении соответствующего положительного входа. Результат суммы служит входом для следующего преобразования. Практика. Для входа (2, 3), весов (0,5 и −1) и смещения 1 рассчитайте сумму −1.
3	Активация и нелинейность	2	Функция активации преобразует число. ReLU возвращает ноль для отрицательного входа и сам вход для положительного. Нелинейное преобразование позволяет комбинации слоёв описывать зависимости, которые последовательность только линейных преобразований не выражает. Практика. Найдите ReLU для −1, 0 и 2. Измените смещение предыдущего нейрона на 3 и проверьте выход 1.
4	Слои и поток значений	2	Слой передаёт набор вычисленных значений следующему слою. Размер входа связан с числом признаков, а форма выхода зависит от постановки задачи и выбранной функции потерь. Промежуточные размеры удобно подписывать на схеме. Практика. Нарисуйте сеть с двумя признаками, четырьмя скрытыми значениями и тремя выходами для классов.
5	Тензор и форма данных	2	Тензор хранит числовые значения с явно заданной формой. Первое измерение в учебном пакете часто соответствует объектам, второе — признакам. Изменение формы должно сохранять число элементов и смысл их расположения. Практика. Подпишите форму пакета из пяти строк по два признака и выведите форму входа и результата слоя в учебном примере.
6	Функция потерь	1	Потери измеряют несогласие ответов сети с ожидаемыми значениями способом, пригодным для обучения. Учебный пример с числовым ответом позволяет вычислить квадрат отклонения вручную. Метрика для отчёта может иметь другую форму и единицы. Практика. Сравните потери для двух прогнозов одного числового ответа и объясните, какой прогноз ближе по выбранному правилу.

Продолжение таблицы 11

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
7	Градиент и обновление весов	1	Градиент показывает, как потери меняются при небольшом изменении параметра в текущей точке. При шаге обучения вес изменяют в сторону уменьшения потерь согласно оптимизатору. Слишком большой шаг может ухудшить результат, поэтому направление и размер шага различают. Практика. Для простого примера измените один вес двумя величинами, сравните потери и объясните, какой шаг оказался подходящим.
	Итого	12	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Размерности. Если слой ожидает другое число признаков, сопоставить форму входного пакета и схему слоёв, проверив, что измерение объектов не стало признаком.
– Потери и качество. Если уменьшение потерь выдано за доказательство качества, показать независимую метрику и указать часть данных.

Текущий контроль. Проверить вручную и в ноутбуке выход маленького нейрона, затем подписать формы сети.

Предъявляемые материалы. Расчёт, схема и вывод ячейки.

Ожидаемый результат. Значения взвешенной суммы и ReLU совпадают. Размеры входа, промежуточного слоя и выхода согласованы.

Модуль 10. Обучение и настройка сети

Предметный результат. Проводит управляемый эксперимент, фиксирует среду и параметры, объясняет расхождения кривых и обосновывает выбор сети.

Содержание. Масштабирование с параметрами обучающей части. Входные и выходные размерности, пакет, эпоха, скорость обучения и шаг оптимизатора. Раздельный расчёт потерь на обучении и валидации. Кривые обучения, выбор момента остановки по валидации, фиксация настроек и сравнение одного изменения за раз.

Практическая работа. Собрать компактную полносвязную сеть для небольшой задачи, провести обучение на CPU и вывести кривые потерь. Вы-

полнить второй запуск с другой скоростью обучения при тех же данных, начальных весах, порядке пакетов и остальных настройках. Выбрать вариант по согласованной валидационной метрике и записать основания.

Таблица 12 – Тематический план модуля 10

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Подготовка входов и масштабирование	2	Числовые признаки с разными диапазонами приводят к сопоставимому масштабу при подходящем для задачи преобразовании. Статистику для масштабирования получают только на обучающей части. Формат входа и целевых значений сверяют с ожиданиями библиотеки. Практика. Преобразуйте две части данных по параметрам обучения, выведите их формы и сохраните параметры для повторного запуска.
2	Архитектура по размеру задачи	2	Число входных признаков определяет входной размер. Для многоклассового примера можно использовать по одному выходному значению на класс, согласовав модель с функцией потерь. Малое число слоёв и параметров позволяет наблюдать ход эксперимента на CPU. Практика. Соберите компактную сеть для выданных данных, проверьте форму одного пакета на входе и выходе.
3	Пакет, эпоха и шаг оптимизатора	2	Пакет содержит подмножество обучающих примеров. В типовом цикле считают прогноз и потери, определяют градиенты и обновляют параметры. Эпоха охватывает один проход по обучающей части, обычно с несколькими шагами. Практика. На выданном наборе запишите число пакетов за эпоху и объясните, когда меняются веса, а когда они фиксированы.
4	Скорость обучения	2	Скорость обучения влияет на величину изменения параметров. При большом значении потери могут колебаться, при малом — снижаться слишком медленно в пределах заданного числа эпох. Причину проверяют при прочих равных, а не по одному случайному запуску. Практика. Подберите два учебных значения и запустите их с одинаковым разбиением, начальными весами и порядком пакетов.

Продолжение таблицы 12

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
5	Кривые обучения и валидации	2	На кривых показывают метрику или потери по эпохам. Валидационный проход измеряет состояние модели без обновления весов. Если обучение улучшается, а валидация ухудшается, проверяют признаки переобучения. Практика. Постройте две кривые с общими осями и отметьте эпоху, после которой их расхождение стало заметным.
6	Остановка по валидации	2	Заранее задают, какое изменение считать улучшением и сколько эпох ждать. Выбранное состояние модели сохраняют на лучшем значении валидации, даже если остановка наступила позже. Тестовые данные на этой стадии не используются. Практика. Примените правило к ряду валидационных потерь, обозначьте лучшую эпоху и более поздний момент остановки.
7	Протокол сравнения экспериментов	2	Запись эксперимента включает выборку, конфигурацию, начальное состояние, критерий сравнения и результаты. При изменении одного параметра остальные условия фиксируют. Протокол помогает восстановить опыт и оценить ограничения вывода. Практика. Составьте таблицу двух запусков и объясните выбор сети по согласованной валидационной метрике.
	Итого	14	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Подглядывание в тест. Если после каждого запуска измеряется финальный тест, перенести выбор настроек на валидацию и зарезервировать новый независимый тест при необходимости.
– Неуправляемый эксперимент. Если одновременно изменились начальные веса и скорость, повторить оба варианта с одинаковым начальным состоянием и одинаковыми пакетами.

Текущий контроль. Сравнить две скорости обучения компактной сети.

Предъявляемые материалы. Конфигурации, журнал запусков, графики и обоснование выбора.

Ожидаемый результат. Изменён один параметр. Валидация не обновляет веса. По журналу можно восстановить данные и настройки.

Модуль 11. Учебный проект с изображениями

Предметный результат. Показывает воспроизводимый эксперимент классификации, документирует данные и приводит примеры, ограничивающие применение модели.

Содержание. Изображение как числовая сетка пикселей с одним или несколькими каналами. Размер изображения, диапазон значений, метка класса. Исключение одинаковых и связанных изображений из разных частей выборки. Компактный классификатор и ограничения ресурсов. Ошибки на похожих классах и сдвиг условий на новых изображениях.

Практическая работа. Просмотреть изображения цифр и проверить их метки. Подготовить данные в едином формате, обучить или адаптировать компактный классификатор. Собрать галерею ошибочных предсказаний на валидационной части и отдельно проверить несколько новых образцов, для которых возможен иной стиль или масштаб. Объяснить, почему такой опыт сам по себе не доказывает устойчивость модели.

Таблица 13 – Тематический план модуля 11

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Изображение как данные	2	Пиксели образуют сетку по высоте и ширине. В оттенках серого учебное изображение содержит один канал, у цветного каналов несколько. В ноутбуке важно различать форму одного изображения и форму пакета изображений. Практика. Откройте три учебных изображения, выведите их форму и подпишите, какое измерение относится к высоте, ширине и объектам.

Продолжение таблицы 13

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
2	Единый входной формат	2	Модель ожидает определённый размер, диапазон чисел и порядок значений. Масштабирование или изменение размеров проводят одинаково для обучения и проверки. Визуальный просмотр после обработки помогает заметить перевёрнутые или испорченные изображения. Практика. Подготовьте одинаковый формат для трёх образцов, сравните их до и после обработки и проверьте диапазон пикселей.
3	Проверка источника и меток	2	Учебный набор выбирают по соответствию задаче, наличию разрешённых условий использования и отсутствию идентификации людей. Метка проверяется просмотром нескольких объектов. Сомнительное изображение фиксируют как спорный случай, не меняя метку без основания. Практика. Составьте краткий паспорт набора рукописных цифр и сверяйте десять отображаемых меток с содержимым.
4	Копии между частями	2	Изображения одной серии или версии одного рисунка способны переносить практически одинаковый ответ между частями. Для контроля используют идентификаторы и просмотр близких случаев. Преобразованные копии создают только после исходного деления для нужной учебной части. Практика. Проверьте пересечение идентификаторов и найдите заранее добавленную копию, объясните, где её следует оставить.
5	Компактный классификатор	2	Для небольших изображений можно использовать полносвязную сеть после преобразования пикселей в вектор. Размер модели выбирают с учётом вычислительного времени. Протокол указывает как качество, так и учебные ограничения. Практика. Обучите компактный классификатор или адаптируйте шаблон и сравните его валидационный результат с частотным ориентиром.

Продолжение таблицы 13

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
6	Похожие классы и ошибки	2	Похожие рисунки могут приводить к систематической путанице. Галерею ошибок для подбора следующего опыта строят на валидационных образцах. Для выбранной пары классов сравнивают форму цифр и ограничения входных данных. Практика. Соберите галерею из нескольких валидационных ошибок, подпишите фактический и предсказанный класс.
7	Новые изображения и перенос	2	Новые образцы могут отличаться размером, стилем или расположением рисунка. Отдельные пробные примеры иллюстрируют ограничение, а устойчивость оценивают заранее определённой проверкой. Для улучшения используют исследовательские примеры и сохраняют независимость финального теста. Практика. Проверьте несколько новых рисунков на зафиксированной модели, назовите отличие условий и зафиксируйте результаты отдельно.
	Итого	14	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Неверная форма. Если цифры выглядят повёрнутыми, просмотреть восстановленное изображение после преобразования и сверить расположение осей.
– Скрытые дубли. Если проверка неожиданно близка к идеальной, сравнить группы изображений и исключить копии из разных частей.

Текущий контроль. Провести учебную классификацию изображений с разбором ошибок.

Предъявляемые материалы. Паспорт, схема разбиения, код обработки, валидационная галерея и наблюдения на новых образцах.

Ожидаемый результат. Входы приведены к одной форме, разделение проверено, ошибка объяснена на конкретном изображении.

Модуль 12. Собственный ИИ-проект и демонстрация

Предметный результат. Представляет воспроизводимый проект, объясняет выбор метрики и модели, отвечает на вопросы о собственном вкладе и ограничениях.

Содержание. Граница учебной задачи и предполагаемый пользователь. Происхождение данных, условия использования и исключение идентифицирующих сведений. План эксперимента, исходный ориентир, выбор модели по валидации и отложенная проверка. Запись версий и настроек, сохранение артефактов, демонстрация и описание неподходящих применений.

Практическая работа. Выполнить проект классификации изображений или предсказания по таблице. Составить паспорт данных, сравнить базовый способ и обучаемые варианты, затем оценить выбранный вариант на отложенной части. Подготовить ноутбук или код, инструкцию запуска, таблицу экспериментов, примеры верных и ошибочных прогнозов и краткую демонстрацию.

Таблица 14 – Тематический план модуля 12

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
1	Задача, пользователь и границы проекта	3	Формулировка связывает прогноз с понятной учебной ситуацией. Первый вариант решает одну проверяемую задачу, например различает несколько учебных категорий. Условия, для которых результат не предназначен, записывают в карточку проекта. Практика. Подготовьте карточку с пользователем, входом, выходом, одной метрикой и одним исключённым применением.
2	Происхождение набора и право использования	3	В карточке данных указывают источник, признаки, число записей, условия использования и известные ограничения. Синтетический набор маркируют как искусственный и описывают правила генерации. Работа не требует сбора персональных сведений. Практика. Подготовьте паспорт выбранного набора, приведите путь к источнику и опишите одну характеристику, ограничивающую выводы.

Продолжение таблицы 14

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
3	Базовый прогноз и план эксперимента	3	План задаёт сравниваемые варианты, метрику и один изменяемый параметр. Простой ориентир помогает понять, даёт ли модель прибавку относительно понятного правила. Результат ниже ориентира допустим как вывод из корректно проведённого опыта. Практика. Заполните план двух запусков и посчитайте базовую метрику на валидационной части. Зафиксируйте базовое правило перед финальной проверкой.
4	Выбор модели и финальная проверка	5	Валидация служит для выбора варианта, после которого конфигурацию фиксируют. Отложенная тестовая часть даёт оценку выбранного решения, не участвуя в настройке. Изменения по результатам теста требуют пересмотра плана оценки. Практика. Покажите зафиксированные конфигурацию модели и базовое правило, оцените оба варианта на одной отложенной части и внесите результаты в отдельную запись.
5	Среда, параметры и повторный запуск	5	Для воспроизведения указывают версию Python и зависимостей, порядок запуска, расположение данных и параметры разбиения. В отчёт включают наблюдаемые результаты, а не только обещанную метрику. Повторный запуск проверяют с чистого состояния. Практика. Передайте инструкцию другому участнику проверки, исправьте один пропущенный шаг по результатам его запуска.
6	Артефакты и демонстрация прогноза	5	Вместе с моделью сохраняют способ подготовки входов, соответствие классов и сведения о среде. Возможен повтор обучения по инструкции на небольших данных. Для демонстрации достаточно заранее подготовленной записи и понятного объяснения вывода. Загружают только артефакты, которые получены в собственной или доверенной учебной среде. Практика. Покажите два запуска на новых учебных входах и проверьте, что сохранённые параметры обработки применяются одинаково.

Продолжение таблицы 14

№	Тема	Часы	Содержание и учебное действие
7	Ошибки и пределы применимости	4	В презентации разбирают удачный прогноз, ошибку и возможную причину. Заключение связывают с источником данных и условиями теста. Подходящий следующий опыт формулируют как проверяемое изменение, а не как обещание улучшить всё сразу. Практика. Подготовьте краткий показ, в котором есть одно ограничение, один ошибочный случай и следующая проверяемая гипотеза.
	Итого	28	

Типовые ошибки и способы проверки.

– Оценка после подбора. Если проект изменился после просмотра тестовой метрики, пометить её как исследовательскую и назначить новую независимую проверку.
– Невоспроизводимый запуск. Если ноутбук работает лишь на компьютере автора, уточнить зависимости и относительные пути, затем повторить запуск из чистого состояния.

Текущий контроль. Провести предзащиту учебного ИИ-проекта.

Предъявляемые материалы. Карточка задачи, паспорт данных, инструкция, протокол выбора и демонстрация.

Ожидаемый результат. Основной сценарий воспроизводится, базовый прогноз сравнен с выбранным вариантом, ограничения и результаты отложенной проверки пояснены.

2.4. Проектная практика и консультации

– Сформулировать задачу, указать источник и лицензию данных, определить объект наблюдения, признаки и целевой ответ.
– Зафиксировать схему разбиения и метрику. Реализовать простой ориентир для сравнения и убедиться, что преобразования обучаются только на обучающей части.

– Обучить компактную модель. На валидации сравнить варианты, зафиксировать выбор и только затем получить итоговую оценку на отложенных данных.
– Запустить ноутбук с чистого состояния, сохранить параметры и версии, разобрать ошибки и описать ограничения переноса.

Консультации проводятся в составе практических часов соответствующих модулей. На консультации обучающийся предъявляет конкретный вопрос, выполненную попытку и обнаруженное расхождение. Педагог помогает выделить следующую проверку. Результат доработки обучающийся показывает самостоятельно.

3. Организационно-педагогические условия

3.1. Общие условия реализации

Обучение организуется как индивидуальная работа с преподавателем с демонстрацией, совместным разбором и самостоятельной попыткой. Перед усложнением педагог проверяет перенос базового действия на новый пример и фиксирует затруднение в журнале. Для разных возрастов меняются объём опоры, размер примера и способ предъявления результата.

3.2. Кадровое и методическое обеспечение

Занятия ведёт педагог, соответствующий требованиям к должности и владеющий инструментами курса. Перед каждой новой темой педагог проверяет запуск учебного примера и готовит базовый и усложнённый варианты задачи. Во время занятия педагог сначала демонстрирует ключевое действие, затем наблюдает выполнение с опорой и предлагает короткий перенос на новый пример. В журнале фиксируются выполненная работа, степень самостоятельности и следующая цель.

3.3. Оборудование и учебная среда

– Компьютер с подключением к интернету, актуальный браузер, микрофон или гарнитура, возможность показать окно учебной среды.

– Компьютер с Windows или macOS, устойчивый доступ в интернет, микрофон и доступ к учебной платформе.
– Python, Jupyter, NumPy, pandas, Matplotlib и scikit-learn. Для небольшой нейросети преподаватель подготавливает PyTorch или сопоставимую библиотеку, фиксирует версии зависимостей и проверяет запуск учебных примеров на CPU.
– Подготовленные преподавателем синтетические или общедоступные учебные наборы с проверенными условиями использования, без идентифицирующих сведений. Пример для классификации изображений — учебный набор рукописных цифр.

До старта преподаватель проверяет доступ к среде и запуск учебного файла. При техническом сбое занятие может быть продолжено на подготовленном материале с последующим самостоятельным выполнением ключевого действия под наблюдением преподавателя. Если проверяемую часть выполнить невозможно, её проводят в согласованное время.

3.4. Электронная информационно-образовательная среда

Используются личный кабинет ИННОПРОГ и средства видеосвязи, установленные приказом № ОБР-12. Доступ к заданиям, инструкциям, учебным файлам и обратной связи предоставляется на период обучения. Педагог идентифицирует обучающегося по индивидуальной учётной записи и, если требуется, при видеосвязи. До зачисления семья получает сведения о технических требованиях, порядке доступа и действиях при сбое. Преподаватель фиксирует выполненные работы и результаты контроля. При недоступности платформы материалы передаются по согласованному каналу организации, а результаты затем переносятся в основной журнал. Перед допуском к работе проверяются права доступа и возможность открыть файл из учебной среды.

3.5. Здоровьесбережение, доступность и цифровая безопасность

Перед началом обучения педагог уточняет класс и вид устройства. Он планирует экранные фрагменты в пределах применимых норм и чередует их с устным разбором без экрана, бумажными заданиями, упражнениями для глаз и перерывами. Для обучающихся 1–4 классов использование ноутбука органи-

зуется с дополнительной клавиатурой в соответствии с применимыми требованиями. Длительность всей встречи включает виды работы без экрана. Продолжительность непрерывной работы с экраном, перерывы и организация рабочего места определяются с учётом возраста и применимых санитарных требований. При необходимости педагог предоставляет крупный текст, пошаговую инструкцию, дополнительные паузы, альтернативный способ ответа или время на освоение среды. Оценивание сохраняет предметные результаты программы.

Для учебных файлов используются обезличенные примеры. Работы передаются по каналам организации с доступом для участников обучения. Публикация материалов с персональными данными, ключами доступа или чужими ресурсами без разрешения исключается. Обучающийся указывает источник и условия использования заимствованных материалов.

4. Оценка качества освоения программы

4.1. Входная диагностика и текущий контроль

Входная диагностика проводится в начале первого раздела. Она помогает выбрать объём поддержки и носит диагностический характер. Для текущего контроля преподаватель применяет задания и признаки результата из рабочей программы, просит показать работу и объяснить хотя бы одно решение. При ошибке обучающийся получает указание на конкретный проверяемый шаг и повторно предъявляет исправленный результат.

4.2. Практикумы и обратная связь

В модуле «Исследование данных и графики» обучающийся отвечает на исследовательские вопросы по таблице и обосновывает выводы графиками и числами. В модуле «Метрики и разбор ошибок» сравнивает результаты моделей на одинаковых данных и объясняет, какие ошибки важны для выбранной задачи. Практикумы проводятся в часы этих модулей. На каждой работе преподаватель отмечает выполненные действия, даёт конкретное задание на доработку и проверяет исправленный результат. Примеры приведены в приложении 2.

Собственный ИИ-проект выполняется в рамках последнего модуля. Ученик демонстрирует запуск, сравнение с базовым прогнозом и разбор ошибок. Педагог использует наблюдаемые признаки из приложения 3 и сохраняет материалы работы и комментарий в ЭИОС.

4.3. Внутренняя оценка качества реализации

По завершении цикла педагог сопоставляет долю выполненных контрольных работ, типовые ошибки и доступность учебной среды. Если одно затруднение систематически повторяется, пересматривается пример, порядок предъявления опор или формулировка задания. Изменение объёма и планируемых результатов оформляется в принятом организацией порядке.

5. Методические материалы

5.1. Указания для обучающихся

– Сохранять исходные данные, рабочий результат и пример проверки в отдельных файлах либо в разделах одного учебного артефакта.
– При затруднении описывать шаг, ожидаемый и фактический результат. Для исправленной ошибки показывать повторную проверку.
– При использовании подсказки или готового фрагмента указывать источник и уметь объяснить собственную часть работы.

5.2. Указания для преподавателя

– До занятия проверить пример и предусмотреть базовый вариант, дополнительное задание и контрольный случай.
– Различать ошибку понимания и ошибку инструмента. В первом случае попросить объяснить ход решения, во втором проверить среду и повторить действие.
– До практической работы сообщить ожидаемый результат и признаки выполнения. После показа сохранить работу, комментарий и следующий шаг.

5.3. Литература и электронные ресурсы

Страница курса ИННОПРОГ, сверка 8 ноября 2026 года. https://innoprog.ru/children/courses/neural-networks

– ИННОПРОГ. Разработка нейросетей. https://innoprog.ru/children/courses/neural-networks
– Python. Учебник языка. https://docs.python.org/3/tutorial/
– scikit-learn. Распространённые ошибки при подготовке и проверке моделей. https://scikit-learn.org/stable/common_pitfalls.html
– scikit-learn. Учебный набор изображений цифр. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.datasets.load_digits.html
– PyTorch. Вводный пример обучения сети. https://docs.pytorch.org/tutorials/beginner/basics/quickstart_tutorial.html

Приложение 1. Матрица формирования результатов

Таблица 15 – Связь результатов и контрольных материалов

Код	Планируемый результат	Модули	Свидетельство освоения
Р1	Запускает ноутбук с чистого состояния, пишет функции обработки и проверяет их на контрольных случаях.	1, 2	Файл, функция проверки и сводка с количеством принятых и отклонённых строк.
Р2	Проверяет типы, пропуски, дубли и диапазоны значений, строит графики с подписями и отделяет наблюдения от гипотез.	3, 4	Два графика, сводка по данным и текст наблюдений.
Р3	Формулирует предсказываемую величину или класс, называет доступные признаки и рассчитывает базовый результат.	5, 7	Ноутбук, цепочка обработки, валидационные прогнозы и таблица двух запусков.
Р4	Разделяет данные на обучающую, валидационную и тестовую части, обучает преобразования на обучающей части и выбирает настройки по валидации.	6, 7, 10	Конфигурации, журнал запусков, графики и обоснование выбора.
Р5	Сравнивает модель с базовым прогнозом по обоснованной метрике и объясняет ошибки на примерах.	7, 8, 10, 11	Паспорт, схема разбиения, код обработки, валидационная галерея и наблюдения на новых образцах.
Р6	Объясняет назначение весов, слоёв, функции потерь и шага оптимизатора, запускает и проверяет обучение компактной сети.	9, 10, 11	Паспорт, схема разбиения, код обработки, валидационная галерея и наблюдения на новых образцах.
Р7	Представляет собственный ИИ-проект с данными, инструкцией запуска, зафиксированными настройками, результатом проверки и границами применимости.	12	Карточка задачи, паспорт данных, инструкция, протокол выбора и демонстрация.

Приложение 2. Практикумы по данным и качеству моделей

Практикум по исследованию данных

Образец проверяемого действия. Ответить на два вопроса о небольшой учебной таблице с помощью графиков.

Материалы для проверки. Два графика, сводка по данным и текст наблюдений.

Ожидаемый результат. Типы графиков соответствуют показателям, оси и единицы подписаны, хотя бы одно наблюдение подтверждается числом из таблицы.

Четыре академических часа практикума входят в часы модуля. Один час отводится на постановку задачи, два на работу и самопроверку, один на обсуждение и доработку.

Практикум по сравнению моделей

Образец проверяемого действия. Разобрать качество двух вариантов на несбалансированной учебной выборке.

Материалы для проверки. Матрицы ошибок, расчёт метрик и два разобранных примера.

Ожидаемый результат. Указан положительный класс. Accuracy дополнена метриками класса, вывод связан с ценой ошибок и объёмом данных.

Четыре академических часа практикума входят в часы модуля. Один час отводится на постановку задачи, два на работу и самопроверку, один на обсуждение и доработку.

Педагог фиксирует степень самостоятельности и следующее действие по каждому показателю. При доработке ученик повторяет исходную проверку и сравнивает результат с предыдущей версией.

Таблица 16 – Признаки выполнения практикума

Показатель	**Что проверяет преподаватель**	**Что дорабатывает обучающийся**
Постановка	Указаны исследовательский вопрос или сравниваемые варианты, источник данных и условия проверки.	Уточняет вопрос, выделяет нужные признаки или приводит варианты к одинаковым условиям.
Результат	Вывод подтверждён графиком, числом или разбором ошибочного прогноза.	Исправляет расчёт или визуализацию, повторяет проверку.
Объяснение	Ученик связывает вывод с наблюдением и называет ограничение данных.	Дополняет комментарий одним конкретным примером.

Приложение 3. Учебные проекты

Варианты учебного проекта — классификация учебных изображений или прогноз по табличному набору. В каждом варианте ученик применяет полный цикл проверки и показывает следы собственного решения. На показе ученик воспроизводит эксперимент, сравнивает модель с базовым прогнозом, разбирает ошибки и объясняет границы применения. Улучшение базового прогноза само по себе не является обязательным, если результат корректно получен и обоснован.

Материалы для обратной связи. Ноутбук или код, файл со списком зависимостей, описание исходных данных и условий использования, инструкция запуска, протокол разделения данных, таблица экспериментов, оценка на тестовой части и примеры ошибок. По возможности сохраняются параметры сети и правила предобработки. Допускается воспроизводимый повтор обучения по инструкции на небольшом наборе.

Варианты задания при сопоставимой сложности.

– Классификация рукописных цифр или другого подходящего набора небольших изображений с компактной нейронной сетью.
– Числовое предсказание или классификация по небольшой таблице с применением нейросети либо сравнением сети и более простой модели.

Признаки освоения.

– Постановка задачи и данные: определены объект, признаки и целевой ответ, источник и условия использования задокументированы, личные данные исключены.
– Достоверность проверки: разбиение соответствует задаче, преобразования обучены на обучающих данных, настройки выбраны по валидации, финальная оценка отложена.
– Реализация и воспроизводимость: по инструкции можно запустить обработку и прогноз, зафиксированы версии, параметры и идентификаторы частей выборки.
– Анализ: приведено сравнение с базовым прогнозом по общей метрике, разобраны ошибки и сформулированы ограничения.

– Защита: обучающийся демонстрирует результат, объясняет собственные решения и отвечает на вопросы о схеме проверки.

Пример учебной работы

Подготовьте ноутбук для классификации изображений цифр либо объектов из небольшой обезличенной таблицы. Выберите метрику до обучения. Сравните простой базовый прогноз и компактную нейросеть на одинаковой схеме разбиения. Запишите правило выбора модели и выполните итоговую оценку после фиксации настроек.

Проверка. По инструкции перезапустите ноутбук. Покажите, откуда берутся признаки и целевая метка, какие данные используются для обучения, настройки и итоговой оценки. Предъявите значения одной и той же метрики для базового и выбранного вариантов, разберите две ошибки и назовите ситуацию, в которой результат эксперимента нельзя переносить на новые данные.

Лист обратной связи по работе

Таблица 17 – Лист обратной связи

Поле	**Запись**
Обучающийся и дата	
Маршрут или вариант	
Материалы работы	
Проверочные сценарии	
Наблюдения по критериям	
Результат и следующий шаг	
Замечания и срок доработки	
Преподаватель	

Приложение 4. Памятка по подготовке работы

– Сформулировать задачу, указать источник и лицензию данных, определить объект наблюдения, признаки и целевой ответ.
– Зафиксировать схему разбиения и метрику. Реализовать простой ориентир для сравнения и убедиться, что преобразования обучаются только на обучающей части.
– Обучить компактную модель. На валидации сравнить варианты, зафиксировать выбор и только затем получить итоговую оценку на отложенных данных.
– Запустить ноутбук с чистого состояния, сохранить параметры и версии, разобрать ошибки и описать ограничения переноса.

В итоговую папку или карточку работы включаются только материалы, необходимые для воспроизведения результата. Имя файла, порядок запуска, учебные данные и ожидаемый результат указываются явно.

Приложение 5. Лист актуализации программы

Лист заполняется после утверждения изменений. При актуализации сверяются возраст, общий объём, календарный график, результаты, материалы контроля и согласованность с публичным описанием курса.

Таблица 18 – Регистрация изменений программы

Редакция	Дата	Описание изменения	Основание