

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

**Федеральное государственное бюджетное образовательное**

ФИО: Цыбиков Бэликто Батович

**учреждение высшего образования**

Должность: Ректор

**«Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова»**

Дата подписания: 10.03.2026 16:17:22

Уникальный программный ключ:

056af948c3e48c6f3c571e429957a8ae7b757ae8

**Агрономический факультет**

**«СОГЛАСОВАНО»**

Заведующий выпускающей кафедрой  
Общее земледелие

**К.С.-Х.Н., ДОЦЕНТ**

уч. ст., уч. зв.

**Соболев В.А.**

подпись

**06. 05. 2025 г.**

**«УТВЕРЖЛЕНО»**

Декан  
Агрономический факультет

**К.С.-Х.Н., ДОЦЕНТ**

уч. ст., уч. зв.

**Манханов А.Д.**

подпись

**06. 05. 2025 г.**

**Рабочая программа  
Дисциплины (модуля)**

**Б1.О.06.04 Машинное обучение**

**Направление 35.03.04 Агрономия  
направленность (профиль) Инновационные агротехнологии**

Обеспечивающая преподавание  
дисциплины кафедра

**Информатика и информационные технологии в экономике**

Квалификация бакалавр

Форма обучения очная

Форма промежуточной  
аттестации Зачет

Объем дисциплины в З.Е. 3

Продолжительность в  
часах/неделях 108/ 0

Статус дисциплины относится к обязательной части блока 1 "Дисциплины" ОПОП  
в учебном плане является дисциплиной обязательной для изучения

**Распределение часов дисциплины**

Курс 2 Семестр 4	Количество часов	Итого
Вид занятий	УП	УП
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Контактная работа	36	36
Сам. работа	72	72
Итого	108	108

Улан-Удэ, 2025 г.

Программу составил(и):  
к.ф. - м.н., Садуев Нима Батодоржиевич

Программа дисциплины

**Машинное обучение**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия (приказ Минобрнауки России от 26.07.2017 г. № 699);

- 13.017. Профессиональный стандарт "АГРОНОМ", утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 сентября 2021 г. N 644н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 октября 2021 г., регистрационный N 65482);

составлена на основании учебного плана:

b350304\_o\_1\_IA ИТМО.plx

утвержденного Ученым советом вуза от 06.05.2025 протокол № 9

Программа одобрена на заседании кафедры

**Общее земледелие**

Протокол № 5 от 22.01.2025

Зав. кафедрой Соболев В.А.

\_\_\_\_\_   
подпись

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии Агрономический факультет от 12.02.2025г., протокол № 7

Председатель методической комиссии Агрономический факультет Матвеева О.А.

Внешний эксперт Заместитель начальника отдела фитосанитарного контроля по Республике Бурятия,  
(представитель работодателя) Управления Россельхознадзора по Иркутской области и Республики Бурятия

\_\_\_\_\_   
Соколов В.А.

\_\_\_\_\_   
подпись

И.О. Фамилия

№ п/п	Учебный год	Одобрено на заседании кафедры		Утверждаю Заведующий кафедрой Садуев Н.Б.	
		протокол	Дата	Подпись	Дата
1	20__/20__ г.г.	№__	«__»_20__ г.		«__»_20__ г.
2	20__/20__ г.г.	№__	«__»_20__ г.		«__»_20__ г.
3	20__/20__ г.г.	№__	«__»_20__ г.		«__»_20__ г.
4	20__/20__ г.г.	№__	«__»_20__ г.		«__»_20__ г.
5	20__/20__ г.г.	№__	«__»_20__ г.		«__»_20__ г.

<b>ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>		
1	<p>Цели: Обучить студентов основам машинного обучения, сформировать навыки применения алгоритмов машинного обучения для решения задач в области агрономии и инновационных агротехнологий.</p> <p>Задачи: 1. Ознакомить студентов с базовыми концепциями машинного обучения. 2. Научить применять методы машинного обучения для анализа данных, связанных с аграрными процессами. 3. Разработать умения использовать программные инструменты для обработки и анализа больших объемов данных. 4. Сформировать компетенции в использовании информационно-коммуникационных технологий для решения профессиональных задач.</p>	
<b>ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Блок.Часть	Б1.О	
ОПК-1: Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;		
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>		
1	2 семестр	Математика
2	2 семестр	Ботаника
3	3 семестр	Физиология и биохимия растений
4	2 семестр	ознакомительная практика
5	1 семестр	Введение в цифровую культуру
6	2 семестр	Хранение и обработка данных
7	2 семестр	Химия
8	3 семестр	Прикладная статистика
<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной практики необходимо как предшествующее:</b>		
1	8 семестр	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2	6 семестр	Генетика
3	6 семестр	Производственная практика
4	6 семестр	технологическая практика
5	5 семестр	Основы сетевых технологий
6	5 семестр	Методы искусственного интеллекта
7	6 семестр	Плодоовощеводство
8	8 семестр	Преддипломная практика
9	5 семестр	Точное земледелие
<b>ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>		
<b>КОД И НАЗВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>		
ОПК-1: Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;;		
ИД ОПК-1 Полное понимание теоретических основ, успешное применение моделей к профессиональным задачам, высокий уровень интерпретации результатов		
<b>Знать и понимать Теоретические основы машинного обучения. Методы и алгоритмы машинного обучения. Применение машинного обучения в аграрной сфере. Инструменты для работы с данными и реализации моделей машинного обучения.:</b>		
Уровень 1	Основные виды машинного обучения (регрессия, классификация, кластеризация). Терминологию в области машинного обучения.	
Уровень 2	Алгоритмы линейной регрессии, логистической регрессии и K-means. Методы предобработки данных (очистка, нормализация). Основные метрики качества моделей (например, R , MAE, MSE, accuracy).	
Уровень 3	Принципы работы деревьев решений, случайных лесов и других ансамблевых методов. Методы регуляризации (L1, L2). Особенности работы с большими объемами данных.	
Уровень 4	Глубокие аспекты работы алгоритмов машинного обучения (например, градиентный спуск, dropout). Современные методы оптимизации моделей. Инновационные подходы к решению задач в агрономии.	

<p><b>Уметь делать (действовать) Выбирать подходящие алгоритмы для решения конкретных задач.</b>  <b>Подготовить данные для моделирования.</b>  <b>Реализовать простые модели машинного обучения.</b>  <b>Интерпретировать результаты работы моделей.:</b></p>			
Уровень 1	Перечислять основные этапы работы с данными. Описывать примеры применения машинного обучения в аграрной сфере.		
Уровень 2	Подготовить данные для анализа под руководством преподавателя. Применять готовые алгоритмы для решения простых задач. Интерпретировать результаты работы модели.		
Уровень 3	Выбирать подходящие алгоритмы для конкретных задач. Адаптировать параметры моделей под специфику задачи. Работать с программными средствами (например, Python, Scikit-learn).		
Уровень 4	Разрабатывать собственные модели для сложных задач. Анализировать большие объемы данных. Предлагать инновационные решения для повышения эффективности агротехнологий.		
<p><b>Владеть навыками (иметь навыки) Работа с библиотеками Python для машинного обучения (Pandas, NumPy, Scikit-learn).</b>  <b>Анализ реальных аграрных данных с использованием методов машинного обучения.</b>  <b>Создание отчетов и презентаций по результатам анализа данных.:</b></p>			
Уровень 1	Теоретическими знаниями о возможностях машинного обучения.		
Уровень 2	Базовыми навыками работы с инструментами обработки данных (например, Excel, Google Sheets).		
Уровень 3	Продвинутыми навыками программирования для реализации моделей машинного обучения.		
Уровень 4	Профессиональными инструментами для разработки и внедрения моделей машинного обучения.		
Уровни сформированности компетенций			
компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий
Оценки формирования компетенций			
Оценка «неудовлетворительно» - уровень 1	Оценка «удовлетворительно» - уровень 2	Оценка «хорошо» - уровень 3	Оценка «отлично» - уровень 4
Характеристика сформированности компетенции			
Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических
<p><b>КОД И НАЗВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b></p> <p><b>ОПК-7: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;</b></p> <p><b>ИД ОПК-7 Уверенное использование современных информационных технологий, глубокое понимание алгоритмов, эффективная работа с программными инструментами</b></p>			
<p><b>Знать и понимать Теоретические основы машинного обучения.</b>  <b>Методы и алгоритмы машинного обучения.</b>  <b>Применение машинного обучения в аграрной сфере.</b>  <b>Инструменты для работы с данными и реализации моделей машинного обучения.:</b></p>			
Уровень 1	Основные термины (большие данные, облачные вычисления, IoT). Общее описание роли технологий в аграрном секторе.		
Уровень 2	Основные функции инструментов для обработки данных (Excel, Google Sheets). Примеры автоматизации процессов в аграрной сфере.		
Уровень 3	Программные платформы для анализа данных (Python, R). Методы интеграции различных источников данных. Принципы работы IoT-датчиков.		
Уровень 4	Современные методы создания систем мониторинга и управления. Возможности облачных сервисов и искусственного интеллекта.		
<p><b>Уметь делать (действовать) Выбирать подходящие алгоритмы для решения конкретных задач.</b>  <b>Подготовить данные для моделирования.</b>  <b>Реализовать простые модели машинного обучения.</b>  <b>Интерпретировать результаты работы моделей.:</b></p>			

Уровень 1	Перечислять примеры использования информационных технологий в сельском хозяйстве		
Уровень 2	Выполнять базовые операции с данными. Использовать стандартные инструменты для анализа данных.		
Уровень 3	Обрабатывать данные из разных источников. Реализовывать проекты с использованием современных технологий.		
Уровень 4	Разрабатывать комплексные решения для оптимизации агротехнологий. Создавать системы на основе данных и современных технологий.		
<b>Владеть навыками (иметь навыки) Работа с библиотеками Python для машинного обучения (Pandas, NumPy, Scikit-learn).</b> <b>Анализ реальных аграрных данных с использованием методов машинного обучения.</b> <b>Создание отчетов и презентаций по результатам анализа данных.:</b>			
Уровень 1	Теоретическими знаниями о существующих технологиях.		
Уровень 2	Навыками работы с табличными процессорами и базовыми инструментами анализа.		
Уровень 3	Продвинутыми инструментами анализа данных и сбора информации.		
Уровень 4	Экспертными навыками в области информационных технологий.		
Уровни сформированности компетенций			
компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий
Оценки формирования компетентций			
Оценка «неудовлетворительно» - уровень 1	Оценка «удовлетворительно» - уровень 2	Оценка «хорошо» - уровень 3	Оценка «отлично» - уровень 4
Характеристика сформированности компетенции			
Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических
<b>КОД И НАЗВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>			
<b>ПЦК-1: Способен применять цифровые технологии для управления процессами и данными в отрасли;</b>			
<b>ИД ПЦК-1 Успешное применение цифровых технологий для анализа и прогнозирования, возможность масштабирования решения, наличие практических рекомендаций</b>			
<b>Знать и понимать Теоретические основы машинного обучения.</b> <b>Методы и алгоритмы машинного обучения.</b> <b>Применение машинного обучения в аграрной сфере.</b> <b>Инструменты для работы с данными и реализации моделей машинного обучения.:</b>			
Уровень 1	Основные цифровые технологии для управления аграрными процессами (GPS-навигация, дроны, системы полива).		
Уровень 2	Стандартные цифровые инструменты для управления данными (таблицы, графики, базы данных).		
Уровень 3	Программы для прогнозирования урожайности и анализа спутниковых снимков. Автоматические системы контроля.		
Уровень 4	Программы для прогнозирования урожайности и анализа спутниковых снимков. Автоматические системы контроля.		
<b>Уметь делать (действовать) Выбирать подходящие алгоритмы для решения конкретных задач.</b> <b>Подготовить данные для моделирования.</b> <b>Реализовать простые модели машинного обучения.</b> <b>Интерпретировать результаты работы моделей.:</b>			
Уровень 1	Описывать возможности этих технологий.		
Уровень 2	Выполнять простые операции по анализу данных. Подготавливать отчеты на основе данных.		
Уровень 3	Применять цифровые технологии для автоматизации процессов. Анализировать данные и предлагать решения.		
Уровень 4	Применять цифровые технологии для автоматизации процессов. Анализировать данные и предлагать решения.		

<b>Владеть навыками (иметь навыки) Работа с библиотеками Python для машинного обучения (Pandas, NumPy, Scikit-learn).</b>							
<b>Анализ реальных аграрных данных с использованием методов машинного обучения.</b>							
<b>Создание отчетов и презентаций по результатам анализа данных.:</b>							
Уровень 1	Теоретическими знаниями о цифровых технологиях.						
Уровень 2	Базовыми навыками работы с цифровыми инструментами.						
Уровень 3	Продвинутыми навыками работы с цифровыми системами управления.						
Уровень 4	Продвинутыми навыками работы с цифровыми системами управления.						
Уровни сформированности компетенций							
компетенция не сформирована	минимальный		средний			высокий	
Оценки формирования компетентций							
Оценка «неудовлетворительно» -	Оценка «удовлетворительно» - уровень 2		Оценка «хорошо» - уровень 3			Оценка «отлично» - уровень 4	
Характеристика сформированности компетенции							
Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач		Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач			Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических	
<b>СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>							
Код занятия	Наименование разделов (этапов) и тем	Вид работ	Семестр	Часов	Компетенции	Интеракт.	Примечание (используемые интерактивные формы, форма текущего контроля успеваемости)
<b>Раздел 1. Основы машинного обучения</b>							
1.1	Введение в машинное обучение: основные понятия и виды задач	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
1.2	Типы данных и их преобразование	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
1.3	Линейная регрессия: теория и примеры применения	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
1.4	Логистическая регрессия и классификация	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1	2	Интерактивная лекция
1.5	Установка необходимых инструментов и первичная работа с данными	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
1.6	Преобразование данных: очистка, нормализация, кодирование категориальных признаков	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1	2	Практическая работа Деловая игра
1.7	Построение и оценка модели линейной регрессии	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
1.8	Построение и оценка модели логистической регрессии	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
1.9	Основы машинного обучения	Ср	4	6	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		Опрос Проверка домашнего задания

1.10	Регрессия	Ср	4	12	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		Опрос Проверка домашнего задания
1.11	Классификация	Ср	4	12	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		Опрос Тестирование
<b>Раздел 2. Продвинутое методы и приложения машинного обучения</b>							
2.1	Алгоритмы кластеризации и их использование в аграрных	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
2.2	Деревья решений и случайные леса	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
2.3	Нейронные сети: основы и применение в анализе	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1	2	Интерактивная лекция
2.4	Оценка качества моделей машинного обучения	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
2.5	Современные тренды в применении машинного обучения в агрономии	Лек	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
2.6	Кластеризация данных: K-means и DBSCAN	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
2.7	Построение деревьев решений и случайных лесов	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
2.8	Введение в нейронные сети: создание простой модели	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
2.9	Оценка качества моделей на реальных аграрных данных	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1	2	Практическая работа Деловая игра
2.10	Комплексный проект: решение задачи прогнозирования урожайности с использованием машинного обучения	Пр	4	2	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		
2.11	Кластеризация	Ср	4	12	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		Опрос Тестирование
2.12	Деревья решений и случайные леса	Ср	4	12	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		Проверка домашнего задания тестирование
2.13	Нейронные сети	Ср	4	12	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		Круглый стол
2.14	Современные тренды и инновации	Ср	4	6	ОПК-1, ОПК-7, ПЦК-1		Дискуссия

**ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

Основная литература

Л1.1	Криволапов С.Я. Введение в анализ данных. Поиск структуры данных с применением языка Python [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 177 – Режим доступа: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=435678">https://znanium.com/catalog/document?id=435678</a>
------	--

	Криволапов С.Я. Введение в анализ данных. Поиск структуры данных с применением языка Python [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 177 – Режим доступа: <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=444696">https://znanium.ru/catalog/document?id=444696</a>
--	--

Л1.3	Криволапов С.Я. Анализ данных. Методы теории вероятностей и математической статистики на языке Python [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2025. - 678 – Режим доступа: <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=450872">https://znanium.ru/catalog/document?id=450872</a>
Дополнительная литература	
Л2.1	Волкова В. М., Семёнова М. А., Четвертакова Е. С., Вожов С. С. Программные системы статистического анализа. Обнаружение закономерностей в данных с использованием системы R и языка Python [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Новосибирск: НГТУ, 2017. - 74 – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/118287">https://e.lanbook.com/book/118287</a>
Л2.2	Демидова Л. А. Интеллектуальный анализ данных на языке Python [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Москва: РТУ МИРЭА, 2021. - 92 – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/218693">https://e.lanbook.com/book/218693</a>
Л2.3	Демидова Л. А. Разведочный анализ данных. Python. Часть 1 [Электронный ресурс]:. - Москва: РТУ МИРЭА, 2022. - 107 – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/310970">https://e.lanbook.com/book/310970</a>
Л2.4	Доррер М. Г., Шкаберина Г. Ш., Коробко А. В. Моделирование нейронных сетей на языке Python: Лабораторный практикум для студентов бакалавриата по направлениям подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.04 «Программная инженерия» всех форм обучения [Электронный ресурс]:. - Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2022. - 76 – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/330107">https://e.lanbook.com/book/330107</a>
Л2.5	Маркина Н. В., Беленкова Э. И., Диденко Г. А., Касюк С. Т., Степанова О. А., Шамаева Т. Н. Основы искусственного интеллекта: практические работы по созданию и обучению искусственных нейронных сетей на языке Python [Электронный ресурс]:. - Челябинск: ЮУГМУ, 2023. - 72 – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/379403">https://e.lanbook.com/book/379403</a>
Л2.6	Демидова Л. А. Разведочный анализ данных. Python. Часть 2 [Электронный ресурс]:. - Москва: РТУ МИРЭА, 2023. - 92 – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/382691">https://e.lanbook.com/book/382691</a>

Методическая литература

Л3.1	Садуев Н. Б., Гармаева О. А. Обработка и анализ больших данных [Электронный ресурс]: Методические рекомендации для обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 "Прикладная информатика". - Улан-Удэ: ФГОУ ВО БГСХА, 2021. - 49 – Режим доступа: <a href="https://elib.bgsha.ru/sotru/00250">https://elib.bgsha.ru/sotru/00250</a>
------	--

**МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Номер аудитории	Назначение	Оборудование и ПО	Адрес
352	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (352)	68 посадочных мест, рабочее место преподавателя, оснащенные учебной мебелью, магнитная доска, интерактивная доска, беспроводной доступ к интернету, стенды. Список ПО: Антивирус Kaspersky; система Антиплагиат; Microsoft Office ProPlus 2016; Microsoft OfficeStd 2016; Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic; Microsoft Office Professional Plus 2007; LibreOffice; Adobe Reader DC; VLC Media Player.	670024, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. №8, Учебный корпус
536	Учебная лаборатория (536)	9 рабочих мест обучающихся с персональным компьютером с подключением к сети Интернет и доступом в ЭИОС, рабочее место преподавателя, оснащенные учебной мебелью, ПК в с/б (Intel (R) Core(TM) i5-10400 CPU @ 2.90GHz, монитор 23.8", клавиатура, мышь) - 10 шт., стенды, доска магнитная офисная. Список ПО на компьютерах: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса, Microsoft OfficeStd 2016	670024, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. №8, Библиотечно-информационный корпус

		<p>RUS OLP NL Acdmc. Договор № ПП-61/2015 г. О поставке программных продуктов от 9 декабря 2015 года Microsoft Office ProPlus 2016 RUS OLP NL Acdmc. Договор № ПП-61/2015 г. О поставке программных продуктов от 9 декабря 2015 года Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN No Level Государственный контракт № 25 от 1 апреля 2008 года 1С:Предприятие 8. РМ Управление проектами ПРОФ. Электронная поставка. Сублицензионный договор № УТ-976 о предоставлении прав на использование программ для ЭВМ от 14.11.2022 1С:РМ Управление проектами. Клиентская лицензия на 10 рабочих мест. Электронная поставка. Сублицензионный договор № УТ-976 о предоставлении прав на использование программ для ЭВМ от 14.11.2022. Векторный редактор Inkscapе. Графический редактор Gimp. Язык программирования Python. Язык программирования PascalABC.NET. Язык статистической обработки данных R. GPSS World Student. 3SL Cradle. Геоинформационная система Панорама x64 (ГИС Панорама x64, версия 14, подписка на 3 года). Сублицензионный договор № УТ-976 о предоставлении прав на использование программ для ЭВМ от 14.11.2022. Программа для моделирования бизнес-процессов Vрwin 4.0. Системы программирования Anaconda3(64-bit) Программа моделирования корпоративной архитектуры ОРГ-МАСТЕР</p>	
452	<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (452)</p>	<p>9 рабочих мест обучающихся с персональным компьютером с подключением к сети Интернет и доступом в ЭИОС + 6 посадочных мест, рабочее место преподавателя, оснащенные учебной мебелью, ПК в с/б (Amd64 X2 5000, монитор, клавиатура, мышь) - 9 шт., стенды, доска магнитная офисная. Список ПО на компьютерах: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса, Microsoft Office Std 2016 RUS OLP NL Acdmc. Договор № ПП-61/2015 г. О поставке программных продуктов от 9 декабря 2015 года Microsoft Office ProPlus 2016 RUS OLP NL Acdmc. Договор № ПП-61/2015 г. О поставке программных продуктов от 9 декабря 2015 года Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN No Level</p>	<p>670024, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. №8, Библиотечно-информационный корпус</p>

		Государственный контракт № 25 от 1 апреля 2008 года Векторный редактор Inkscape. Графический редактор Gimp. Язык программирования Python. Язык программирования PascalABC.NET. Язык статистической обработки данных R. GPSS World Student. Программа для моделирования бизнес-процессов Ramus Educational. Программа моделирования корпоративной архитектуры ОРГ-МАСТЕР Программа для моделирования StarUML Программный комплекс «Компьютерная деловая игра «БИЗНЕС-КУРС: Максимум. Версия 1	
--	--	---	--

**ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ И ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ АКАДЕМИИ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. Удаленные электронные сетевые учебные ресурсы временного доступа, сформированные на основании прямых договоров с правообладателями (электронно-библиотечные системы - ЭБС)

Наименование	Доступ
1	2
Электронно-библиотечная система Издательства «Znanium»	<a href="http://znanium.ru/">http://znanium.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Издательства «Лань»	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

Электронно-библиотечная система Издательства «Юрайт»	<a href="http://urait.ru/">http://urait.ru/</a>
--	---

2. Электронные сетевые ресурсы открытого доступа (профессиональные базы данных, массовые открытые онлайн-курсы и пр.):

1	2
Платформа «Открытое образование» (онлайн-курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в российских университетах)	<a href="https://openedu.ru/course/">https://openedu.ru/course/</a>
Профессиональные базы данных	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

3. Электронные учебные и учебно-методические ресурсы, подготовленные в академии:

1. Обработка и анализ больших данных : методические рекомендации для обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 "Прикладная информатика" / М-во сел. хоз-ва РФ, Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова ; сост.: Н. Б. Садуев, О. А. Гармаева. - Улан-Удэ : ФГОУ ВО БГСХА, 2021. - 49 с. - URL: <https://elib.bgsha.ru/sotru/00250>. - Режим доступа: Электронная библиотека БГСХА

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Программные продукты, необходимые для освоения учебной дисциплины

Наименование программного продукты (ПП)	Виды учебных занятий и работ, в которых используется данный продукт
Microsoft OfficeStd 2016 RUS OLP NL Acdmc. Договор № ПП-61/2015 г. О поставке программных продуктов от 9 декабря 2015 года Microsoft OfficeProPlus 2016 RUS OLP NL Acdmc. Договор № ПП-61/2015 г. О поставке программных продуктов от 9 декабря 2015 года Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN No Level Государственный контракт № 25 от 1 апреля 2008 года	Занятия семинарского типа, самостоятельная работа

2. Информационные справочные системы, необходимые для реализации учебного процесса

Информационно-правовой портал «Гарант»	в локальной сети академии <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
Справочно-поисковая система «Консультант Плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

3. Информационно-образовательные системы (ЭИОС)

Наименование ЭИОС и доступ	Доступ	Виды учебных занятий и работ, в которых используется данная система
1	2	3
Официальный сайт академии	<a href="http://bgsha.ru/">http://bgsha.ru/</a>	Занятия лекционного типа, семинарского типа, самостоятельная работа
Личный кабинет	<a href="http://lk.bgsha.ru/">http://lk.bgsha.ru/</a>	Занятия лекционного типа, семинарского типа, самостоятельная работа
АС Деканат	в локальной сети академии	-

Корпоративный портал академии	<a href="http://portal.bgsha.ru/">http://portal.bgsha.ru/</a>	Занятия лекционного типа, семинарского типа, самостоятельная работа
ИС «Планы»	в локальной сети академии	-
Портфолио обучающегося	<a href="http://lk.bgsha.ru/">http://lk.bgsha.ru/</a>	Самостоятельная работа
Сайт научной библиотеки	<a href="http://elib.bgsha.ru/">http://elib.bgsha.ru/</a>	Занятия лекционного типа, семинарского типа, самостоятельная работа
Электронная библиотека БГСХА	<a href="http://elib.bgsha.ru/">http://elib.bgsha.ru/</a>	Занятия лекционного типа, семинарского типа, самостоятельная работа

#### **КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЯ)**

ФИО преподавателя	Уровень образования. Специальность и квалификация в соответствии с дипломом. Профессиональная переподготовка	Ученая степень, ученое звание
1	2	3
Садуев Нима Батордоржиевич	Высшее образование – специалитет, Математика и физика, преподаватель математики и физики средней школы, профессиональная переподготовка «Информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии»	к.ф. - м.н.доцент

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Организационно-педагогическое, психолого-педагогическое сопровождение обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется на основании соответствующей рекомендации в заключении психолого-медико-педагогической комиссии или индивидуальной программе реабилитации инвалида. Академия, по заявлению обучающегося, создает специальные условия для получения высшего образования инвалидами и лицам с ограниченными возможностями здоровья:

- использование специализированных (адаптированных) рабочих программ дисциплин (модулей) и методов обучения и воспитания, включая наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети «Интернет» для слабовидящих;
- использование специальных учебников, учебных пособий и других учебно-методических материалов, включая альтернативные форматы печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- использование специальных технических средств обучения (мультимедийное оборудование, оргтехника и иные средства) коллективного и индивидуального пользования, включая установку мониторов с возможностью трансляции субтитров, обеспечение надлежащими звуковыми воспроизведениями информации;
- предоставление услуг ассистента (при необходимости), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь или услуги сурдопереводчиков / тифлосурдопереводчиков;
- проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий для разъяснения отдельных вопросов изучаемой дисциплины (модуля);
- проведение процедуры оценивания результатов обучения возможно с учетом особенностей нозологий (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.) при использовании доступной формы предоставления заданий оценочных средств и ответов на задания (в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме аудиозаписи, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода) с использованием дополнительного времени для подготовки ответа;
- обеспечение беспрепятственного доступа обучающимся в учебные помещения, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений);
- обеспечение сочетания онлайн и офлайн технологий, а также индивидуальных и коллективных форм работы в учебном процессе, осуществляемом с использованием дистанционных образовательных технологий;
- и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП ВО.

В целях реализации ОПОП ВО в академии оборудована безбарьерная среда, учитывающая потребности лиц с нарушением зрения, с нарушениями слуха, с нарушениями опорно-двигательного аппарата. Территория соответствует условиям беспрепятственного, безопасного и удобного передвижения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Вход в учебный корпус оборудован пандусами, стекла входных дверей обозначены специальными знаками для слабовидящих, используется система Брайля. Сотрудники охраны знают порядок действий при прибытии в академию лица с ограниченными возможностями. В академии создана толерантная социокультурная среда, осуществляется необходимое сопровождение образовательного процесса, при необходимости предоставляется волонтерская помощь обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья.

#### **ВВЕДЕНИЕ**

1. Оценочные материалы по дисциплине (модулю) являются обязательным обособленным приложением к Рабочей программе дисциплины (модуля) и представлены в виде оценочных средств.
2. Оценочные материалы является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися указанной дисциплины (модуля).
3. При помощи оценочных материалов осуществляется контроль и управление процессом формирования обучающимися компетенций, из числа предусмотренных ФГОС ВО в качестве результатов освоения дисциплины (модуля).
4. Оценочные материалы по дисциплине (модулю) включают в себя:
  - оценочные средства, применяемые при промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).
  - оценочные средства, применяемые в рамках индивидуализации выполнения, контроля фиксированных видов ВАРО;
  - оценочные средства, применяемые для текущего контроля;

5. Разработчиками оценочных материалов по дисциплине (модулю) являются преподаватели кафедры, обеспечивающей изучение обучающимися дисциплины (модуля), в Академии. Содержательной основой для разработки оценочных материалов является Рабочая программа дисциплины (модуля).

### Перечень видов оценочных средств

1. Перечень вопросов к зачёту
2. Комплект заданий для практических работ
3. Перечень контрольных вопросов для проведения устных опросов
4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения
5. Тестовые задания
6. Кейс-задания

### Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:  
Машинное обучение

1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА»

### Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины

1	2
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей обучения по данной дисциплине
Форма промежуточной аттестации -	зачёт
Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса	1) участие обучающегося в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины 2) процедура проводится в рамках ВАРО, на последней неделе семестра
Основные условия получения обучающимся зачёта:	1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине

### Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам

Перечень вопросов к зачёту

Тема 1: Введение в машинное обучение

1. Что такое машинное обучение? Какие виды задач оно решает?
2. Чем отличаются надзорное и безнадзорное обучение? Приведите примеры.
3. Что такое обучающая, тестовая и валидационная выборки?
4. Какие этапы включает процесс решения задачи с помощью машинного обучения?

Тема 2: Предобработка данных

5. Какие типы данных используются в машинном обучении?
6. Что такое нормализация и стандартизация данных? Когда они применяются?
7. Как обрабатываются пропущенные значения и выбросы?
8. Как кодируются категориальные признаки (One-Hot Encoding, Label Encoding)?

Тема 3: Регрессия

9. Что такое линейная регрессия? Как она строится?
10. Как интерпретировать коэффициенты линейной регрессии?
11. Что такое переобучение и недообучение модели?
12. Какие метрики используются для оценки качества регрессионных моделей?

Тема 4: Классификация

13. Что такое логистическая регрессия? Как она работает?
14. Что такое матрица ошибок (confusion matrix) и какие метрики из нее рассчитываются?
15. Что такое ROC-кривая и AUC-метрика?
16. Какие алгоритмы классификации вы знаете? Охарактеризуйте их.

Тема 5: Кластеризация

17. Что такое кластеризация? Чем она отличается от классификации?
18. Как работает алгоритм K-means? Как выбрать оптимальное число кластеров?
19. Что такое DBSCAN? В каких случаях он предпочтительнее K-means?
20. Как оценить качество кластеризации?

Тема 6: Деревья решений и ансамблевые методы

21. Что такое дерево решений? Как оно строится и как интерпретируется?
22. Что такое случайный лес? Как он устроен и почему эффективен?
23. Что такое бустинг? В чем различие между AdaBoost и Gradient Boosting?
24. Как оценивается важность признаков в деревьях и ансамблях?

Тема 7: Нейронные сети

25. Что такое искусственный нейрон и нейронная сеть?
26. Как работает функция активации? Какие виды функций активации существуют?
27. Что такое обратное распространение ошибки (backpropagation)?

28. Какие современные архитектуры нейронных сетей вы знаете и где они применяются?

Тема 8: Оценка качества моделей

29. Что такое кросс-валидация? Какие виды кросс-валидации существуют?

30. Какие метрики используются для оценки качества моделей в задачах регрессии и классификации?

31. Что такое precision, recall, F1-score? В каких задачах они особенно важны?

Тема 9: Практическое применение в аграрной сфере

32. Как машинное обучение используется для прогнозирования урожайности культур?

33. Какие данные могут использоваться для анализа состояния почвы с помощью ML?

34. Как ML помогает в управлении водными ресурсами в сельском хозяйстве?

35. Какие современные технологии (IoT, Big Data, AI) интегрируются с машинным обучением в аграрной сфере?

Комплект заданий для практических работ

Практическая работа №1: Предобработка данных

Цель : Научиться выполнять предварительную обработку данных перед применением методов машинного обучения.

Задание:

1. Загрузите набор данных (например, данные о составе почвы и урожайности).
2. Проверьте наличие пропущенных значений и обработайте их.
3. Нормализуйте числовые признаки (MinMaxScaler или StandardScaler).
4. Кодировать категориальные признаки (One-Hot Encoding или Label Encoding).
5. Разделите данные на обучающую и тестовую выборки (80/20).

Оформление отчета:

- Описание исходных данных.
- Результаты предобработки (таблицы, графики).
- Выводы по этапам обработки.

Практическая работа №2: Линейная регрессия

Цель : Построить модель линейной регрессии для прогнозирования урожайности.

Задание:

1. Используйте данные из первой работы.
2. Реализуйте модель линейной регрессии с использованием Scikit-learn.
3. Оцените качество модели:  $R^2$ , MAE, MSE.
4. Проанализируйте коэффициенты модели и определите наиболее важные факторы.

Оформление отчета:

- График реальных и предсказанных значений.
- Таблица метрик качества.
- Интерпретация коэффициентов.

Практическая работа №3: Логистическая регрессия

Цель : Реализовать модель логистической регрессии для классификации типов культур.

Задание:

1. Подготовьте данные о характеристиках различных культур (тип, влажность, температура и т.д.).
2. Обучите модель логистической регрессии.
3. Постройте матрицу ошибок и рассчитайте accuracy, precision, recall, F1-score.
4. Сравните результаты с базовой моделью (DummyClassifier).

Оформление отчета:

- Матрица путаницы.
- Таблица метрик качества.
- Выводы о применимости модели.

Практическая работа №4: Кластеризация

Цель : Применить алгоритмы кластеризации для группировки участков земли.

Задание:

1. Используйте данные о составе почвы разных участков.
2. Примените K-means и DBSCAN для кластеризации.
3. Определите оптимальное число кластеров методом локтя.
4. Оцените качество кластеризации (Silhouette Score).
5. Визуализируйте результаты.

Оформление отчета:

- Графики кластеров.
- Анализ качества кластеризации.
- Выводы о различиях между алгоритмами.

Практическая работа №5: Деревья решений и случайный лес

Цель : Построить дерево решений и случайный лес для прогнозирования урожайности.

Задание:

1. Выберите данные о погодных условиях, удобрениях и урожайности.
2. Постройте дерево решений и случайный лес.
3. Оцените качество моделей ( $R^2$ , MAE, MSE).
4. Проведите анализ важности признаков.
5. Сравните производительность двух моделей.

Оформление отчета:

- Графическое представление дерева решений.
- Диаграмма важности признаков.

- Сравнение метрик качества моделей.

Практическая работа №6: Нейронные сети

Цель :Создать простую нейронную сеть для задачи регрессии или классификации.

Задание:

1. Подготовьте данные для задачи (например, прогнозирование урожайности).
2. Создайте нейронную сеть с помощью библиотеки TensorFlow/Keras или PyTorch.
3. Обучите модель и оцените её качество.
4. Примените dropout и другие методы регуляризации для снижения переобучения.

Оформление отчета:

- Архитектура сети.
- График потерь и метрик во время обучения.
- Выводы о влиянии регуляризации.

Практическая работа №7: Комплексный проект

Цель : Обобщить знания и навыки по всем темам курса, реализовав полноценный проект.

Задание:

1. Выберите задачу из аграрной практики:
  - Прогнозирование урожайности.
  - Анализ состояния почвы.
  - Классификация болезней растений.
2. Соберите или загрузите подходящий набор данных.
3. Выполните полный цикл: предобработка → выбор модели → обучение → оценка.
4. Сравните несколько моделей и выберите лучшую.
5. Сделайте выводы и оформите презентацию результатов.

Оформление отчета:

- Полный отчет с описанием всех этапов.
- Презентация (5–7 слайдов) с ключевыми результатами.
- Возможна защита проекта перед преподавателем.

---

Форма выполнения:

1. Все работы выполняются индивидуально.
2. Отчеты оформляются в формате Word или Jupyter Notebook.
3. Защита комплексного проекта может проводиться в устной форме или через демонстрацию кода и результатов.

Перечень контрольных вопросов для проведения устных опросов

Тема 1: Введение в машинное обучение

1. Какие основные этапы включает процесс разработки модели машинного обучения?
2. В чем отличие между параметрическими и непараметрическими методами машинного обучения?
3. Что такое функция потерь? Почему она важна при обучении моделей?
4. Объясните принцип градиентного спуска.
5. Что такое регуляризация? Чем отличаются L1- и L2-регуляризация?

Тема 2: Регрессия

6. Какую роль играет мультиколлинеарность в линейной регрессии?
7. Что такое Ridge-регрессия и Lasso-регрессия? Когда лучше использовать каждый из этих методов?
8. Как интерпретировать коэффициенты в полиномиальной регрессии?
9. Какая метрика качества лучше подходит для задач с несимметричными ошибками?
10. Что такое эластичная сетка (Elastic Net)? Как она объединяет Ridge и Lasso?

Тема 3: Классификация

11. Что такое вероятностная интерпретация в логистической регрессии?
12. Как строится ROC-кривая и что означает площадь под кривой (AUC)?
13. Что такое балансировка классов? Какие методы используются для решения проблемы несбалансированных данных?
14. Как выбрать пороговое значение в задачах классификации?
15. Что такое ансамблевые методы классификации? Приведите пример их применения.

Тема 4: Кластеризация

16. Что такое иерархическая кластеризация? Как она отличается от K-means?
17. Как интерпретировать дендрограмму в иерархической кластеризации?
18. Что такое DBSCAN? В каких случаях этот алгоритм предпочтительнее других?
19. Как оценить качество кластеризации, если истинные метки данных неизвестны?
20. Можно ли использовать кластеризацию для предварительной подготовки данных перед классификацией?

Тема 5: Деревья решений и случайные леса

21. Что такое энтропия и Gini-индекс? Как они используются при построении деревьев решений?
22. Как бороться с переобучением в деревьях решений?
23. Что такое bagging и boosting? Как эти методы применяются в ансамблевых алгоритмах?
24. Как работает алгоритм Gradient Boosting? Чем он отличается от случайного леса?
25. Как интерпретировать важность признаков в случайном лесе?

Тема 6: Нейронные сети

26. Что такое слой в нейронной сети? Какие типы слоев существуют?
27. Как выбирается количество скрытых слоев и нейронов в нейронной сети?
28. Что такое dropout? Как этот метод помогает избежать переобучения?

29. Как работают механизмы batch normalization?
  30. Что такое сверточные нейронные сети (CNN)? Приведите пример их применения.
- Тема 7: Современные тренды и инновации
31. Что такое генеративно-сопоставительные сети (GAN)? Как они могут быть использованы в аграрной сфере?
  32. Как искусственный интеллект может помочь в разработке новых сортов культур?
  33. Что такое Federated Learning? Как эта технология может быть применена в сельском хозяйстве?
  34. Какие вызовы возникают при внедрении машинного обучения в сельское хозяйство?
  35. Что такое AutoML? Как автоматизированное машинное обучение может упростить работу агрономов?
- Тема 8: Практические аспекты
36. Как машинное обучение может быть использовано для мониторинга состояния растений с помощью IoT-датчиков?
  37. Какие данные можно собирать с помощью спутниковых снимков для анализа состояния посевов?
  38. Как машинное обучение помогает в управлении водными ресурсами в сельском хозяйстве?
  39. Какие современные платформы доступны для работы с большими данными в аграрной сфере?
  40. Какие перспективы развития цифрового земледелия на основе ИИ и машинного обучения?

Форма проведения устных опросов:

- Индивидуальный или групповой опрос.
- Ответы по билетам или свободный ответ на заданные вопросы.
- Возможна демонстрация практического понимания (например, пример реализации или анализ задачи).

#### 4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения

Тема 1: Основы машинного обучения

1. Какие основные этапы включает процесс разработки модели машинного обучения?
2. Что такое байесовский подход в машинном обучении? Чем он отличается от частотного?
3. Какие существуют методы оценки сложности модели (например, VC-размерность)?
4. Что такое ансамблевые методы? Приведите примеры их использования в реальных задачах.
5. Какие современные библиотеки машинного обучения доступны для Python? Чем они различаются?

Тема 2: Регрессия

6. Какую роль играет гребневая регрессия (Ridge) в предотвращении переобучения?
7. Что такое Lasso-регрессия? Как она помогает в отборе признаков?
8. Какие ограничения есть у линейной регрессии? Как их можно преодолеть?
9. Что такое эластичная сетка (Elastic Net)? В каких случаях этот метод предпочтителен?
10. Как интерпретировать результаты полиномиальной регрессии?

Тема 3: Классификация

11. Что такое наивный байесовский классификатор? В каких задачах он эффективен?
12. Как работает метод опорных векторов (SVM)? Как выбрать ядро?
13. Что такое многоклассовая классификация? Какие методы используются для ее реализации?
14. Какие метрики качества особенно важны для задач с несбалансированными классами?
15. Что такое ROC-кривая? Как интерпретировать площадь под этой кривой (AUC)?

Тема 4: Кластеризация

16. Что такое иерархическая кластеризация? Как строится дендрограмма?
17. Как работает алгоритм DBSCAN? В каких случаях он предпочтителен перед K-means?
18. Что такое agglomerative clustering? Как он отличается от divisive clustering?
19. Как оценить качество кластеризации без истинных меток?
20. Можно ли использовать кластеризацию для предварительной подготовки данных перед классификацией?

Тема 5: Деревья решений и случайные леса

21. Что такое CART (Classification and Regression Trees)? Как он используется для построения деревьев?
22. Как работает механизм bagging в случайном лесе?
23. Что такое boosting? Какие популярные алгоритмы основаны на этом принципе?
24. Как интерпретировать важность признаков в случайном лесе?
25. Что такое XGBoost? Чем он улучшает производительность моделей?

Тема 6: Нейронные сети

26. Что такое перцептрон? Как он стал основой для развития нейронных сетей?
27. Как работает обратное распространение ошибки (backpropagation)?
28. Что такое сверточные нейронные сети (CNN)? Пример применения для анализа спутниковых снимков.
29. Что такое рекуррентные нейронные сети (RNN)? Пример использования в прогнозировании временных рядов.
30. Что такое Autoencoders? Как они могут быть использованы в аграрной сфере?

Тема 7: Современные тренды и инновации

31. Что такое генеративно-сопоставительные сети (GAN)? Пример применения в сельском хозяйстве.
32. Как ИИ может помочь в разработке новых сортов культур?
33. Что такое Federated Learning? Как его можно применить в фермерских хозяйствах?
34. Какие вызовы возникают при внедрении ML в сельское хозяйство?
35. Что такое AutoML? Как автоматизированное обучение может облегчить работу агрономов?

Тема 8: Практические применения

36. Как машинное обучение может быть использовано для мониторинга состояния растений с помощью IoT?
37. Какие данные можно собирать с помощью спутниковых снимков для анализа посевов?
38. Как ML помогает в управлении водными ресурсами?
39. Какие современные платформы доступны для работы с большими данными в аграрной сфере?

#### 40. Какие перспективы развития цифрового земледелия на основе ИИ и ML?

Форма выполнения:

- Самостоятельный анализ материалов : научные статьи, учебники, документация библиотек (например, Scikit-learn, TensorFlow), онлайн-курсы.
- Отчет/реферат (на выбор):
- Объем: 5–10 страниц текста.
- Структура: введение, теоретический анализ, примеры, выводы.
- Презентация (опционально):
- 5–7 слайдов с кратким изложением проблемы и решения.

#### 6. Кейс-задания

Кейс 1: Прогнозирование урожайности культуры

Ситуация

Фермерское хозяйство хочет повысить эффективность планирования урожая, используя прогнозирование урожайности культур на основе климатических условий, состава почвы и применения удобрений.

Цель

Построить модель машинного обучения для прогнозирования урожайности (в центнерах с гектара) на основе исторических данных.

Данные

- Температура воздуха (°C)
- Осадки (мм)
- Содержание азота, фосфора и калия в почве
- Тип удобрений
- Урожайность (ц/га)

Задачи

1. Выполнить предобработку данных:
  - Обработать пропуски.
  - Нормализовать числовые признаки.
  - Закодировать категориальные переменные.
2. Разделить данные на обучающую и тестовую выборки.
3. Реализовать модели:
  - Линейная регрессия
  - Дерево решений
  - Случайный лес
4. Оценить качество моделей по метрикам:  $R^2$ , MAE, MSE.
5. Выбрать лучшую модель и интерпретировать важность признаков.
6. Сформулировать рекомендации по повышению урожайности.

Ожидаемый результат

- Готовая модель прогнозирования урожайности.
- Отчет с анализом влияния факторов на урожайность.
- Рекомендации по оптимизации агротехнических мероприятий.

---

Кейс 2: Классификация типов почв

Ситуация

Агрономическая лаборатория получает образцы почвы из разных участков региона. Необходимо автоматизировать процесс классификации типов почв для последующего подбора культур и системы удобрений.

Цель

Разработать модель машинного обучения, которая будет классифицировать тип почвы (например, песчаная, глинистая, суглинистая) на основе химического состава и характеристик.

Данные

- pH почвы
- Содержание органического вещества (%)
- Содержание азота, фосфора, калия
- Влажность (%)
- Тип почвы (метка класса)

Задачи

1. Подготовить данные:
  - Проверить на выбросы и нормализовать значения.
  - Преобразовать целевую переменную в числовой формат.
2. Разделить данные на обучающую и тестовую выборки.
3. Обучить следующие модели:
  - Логистическая регрессия
  - KNN
  - Случайный лес
4. Оценить качество моделей:
  - Accuracy, precision, recall, F1-score
  - Матрица ошибок
5. Выбрать наиболее точную модель.

6. Проанализировать, какие факторы наиболее важны для классификации.

Ожидаемый результат

- Готовая модель классификации типов почв.
- Анализ ошибок и матрица путаницы.
- Рекомендации по применению модели в практике агрономии.

---

Кейс 3: Анализ состояния растений с помощью IoT-сенсоров

Ситуация

На крупном сельскохозяйственном предприятии установлены IoT-датчики, собирающие данные о состоянии растений (влажность, температура, уровень света). Необходимо выявлять ранние признаки стресса у растений и болезней.

Цель

Разработать модель машинного обучения, которая будет классифицировать состояние растений как "здоровое", "стрессовое" или "поражено болезнью".

Данные

- Влажность (%)
- Температура (°C)
- Уровень освещенности (люкс)
- Уровень CO<sub>2</sub> (ppm)
- Состояние растения (класс: здоровое / стрессовое / больное)

Задачи

1. Подготовить данные:
  - Обработать пропуски и нормализовать значения.
  - Кодировать категориальные признаки, если они есть.
2. Разделить данные на обучающую и тестовую выборки.
3. Обучить несколько моделей:
  - SVM
  - Случайный лес
  - KNN
4. Оценить качество:
  - Precision, recall, F1-score
  - Confusion matrix
5. Выбрать модель с наилучшими показателями.
6. Предложить способ внедрения модели в систему мониторинга.

Ожидаемый результат

- Модель, способная распознавать ранние признаки стресса у растений.
- Анализ точности модели и области её применимости.
- Рекомендации по интеграции модели в автоматизированную систему.

---

Кейс 4: Оптимизация полива с использованием кластеризации

Ситуация

Фермер хочет оптимизировать систему полива, разделив поля на группы по потребностям в воде, чтобы снизить расход ресурсов и повысить устойчивость урожая.

Цель

Применить методы кластеризации для группировки участков земли по уровню влажности, составу почвы и другим факторам.

Данные

- Влажность почвы (%)
- Температура поверхности (°C)
- Содержание питательных веществ
- Площадь участка
- Тип культуры

Задачи

1. Подготовить данные:
  - Обработать пропуски.
  - Нормализовать числовые признаки.
2. Применить алгоритмы:
  - K-means
  - DBSCAN
3. Определить оптимальное количество кластеров (Elbow Method, Silhouette Score).
4. Визуализировать результаты кластеризации.
5. Проанализировать характеристики каждого кластера.
6. Сформулировать рекомендации по оптимизации полива.

Ожидаемый результат

- Группировка участков по потребности в воде.
- Визуализация кластеров.
- Рекомендации по настройке системы полива.

Форма выполнения кейсов

- Групповая работа : студенты объединяются в команды по 2–3 человека.
- Отчет : оформляется в формате Word/PDF с описанием задачи, этапов выполнения, кода, графиков и выводов.

- Презентация : 5–7 слайдов с ключевыми результатами и рекомендациями.
- Защита : возможно проведение презентаций перед преподавателем или экспертами.

### Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

#### 1. Основы машинного обучения

1. История развития машинного обучения: от первых алгоритмов до современных технологий
  2. Рассмотреть ключевые этапы развития, основные достижения и их влияние на аграрную сферу.
  3. Основные типы задач машинного обучения: сравнительный анализ надзорного и безнадзорного обучения
  4. Проанализировать особенности каждого типа задач и привести примеры их использования в агрономии.
  5. Этика использования машинного обучения в сельском хозяйстве
  6. Исследовать вопросы защиты данных, ответственности за решения, принимаемые алгоритмами, и социальные последствия внедрения ИИ.
  7. Влияние больших данных (Big Data) на развитие машинного обучения в аграрной сфере
  8. Обсудить роль больших данных в улучшении прогнозирования урожайности, мониторинга состояния почвы и других процессов.
- #### 2. Применение регрессии
9. Прогнозирование урожайности с использованием линейной регрессии: анализ факторов влияния
  10. Изучить зависимость урожайности от различных факторов (погода, состав почвы, удобрения) и построить модель.
  11. Сравнение методов регрессии для анализа аграрных данных
  12. Проанализировать эффективность разных методов регрессии (например, простую линейную, полиномиальную и гребневую регрессию).
  13. Применение регрессионных моделей для оценки влияния климатических изменений на сельское хозяйство
  14. Исследовать, как регрессионные модели могут быть использованы для прогнозирования долгосрочных тенденций.
- #### 3. Применение классификации
15. Классификация типов почв с помощью логистической регрессии
  16. Разработать модель для классификации почв на основе их физико-химических свойств.
  17. Использование алгоритмов классификации для определения болезней растений
  18. Исследовать, как машинное обучение может помочь в раннем выявлении заболеваний культур.
  19. Применение методов классификации для выбора оптимальных сортов культур
  20. Проанализировать, как можно использовать данные о климате, почве и других факторах для рекомендации конкретных сортов.
- #### 4. Кластеризация
21. Кластеризация участков земли для оптимизации использования ресурсов
  22. Исследовать, как кластеризация может помочь в разделении территорий на группы с похожими характеристиками.
  23. Применение алгоритма K-means для анализа химического состава почвы
  24. Провести исследование, чтобы выделить группы почв с одинаковыми свойствами.
  25. Сравнение алгоритмов кластеризации (K-means, DBSCAN, иерархическая кластеризация) для аграрных данных
  26. Проанализировать достоинства и недостатки разных методов кластеризации.
- #### 5. Деревья решений и случайные леса
27. Применение деревьев решений для прогнозирования урожайности
  28. Разработать модель дерева решений для анализа множества факторов, влияющих на урожайность.
  29. Сравнение деревьев решений и случайных лесов в задачах прогнозирования в сельском хозяйстве
  30. Исследовать, какой метод более эффективен для решения конкретных аграрных задач.
  31. Использование случайных лесов для анализа влияния удобрений на рост культур
  32. Провести экспериментальное исследование с использованием реальных данных.
- #### 6. Нейронные сети
33. Применение нейронных сетей для прогнозирования погодных условий
  34. Исследовать, как нейронные сети могут быть использованы для повышения точности прогнозов.
  35. Сравнение нейронных сетей и традиционных методов машинного обучения в анализе аграрных данных
  36. Проанализировать преимущества и недостатки нейронных сетей по сравнению с другими подходами.
  37. Использование сверточных нейронных сетей (CNN) для анализа спутниковых изображений полей
  38. Исследовать, как CNN могут быть применены для мониторинга состояния посевов.
  39. Рекуррентные нейронные сети (RNN) для прогнозирования временных рядов в сельском хозяйстве
  40. Изучить возможность использования RNN для прогнозирования цен на продукты, изменения погоды и т.д.
- #### 7. Современные тренды и инновации
41. Использование глубокого обучения (Deep Learning) для решения задач в аграрной сфере
  42. Исследовать последние достижения в области глубокого обучения и их применение в сельском хозяйстве.
  43. Цифровое земледелие: роль машинного обучения в повышении эффективности производства
  44. Проанализировать, как технологии машинного обучения способствуют развитию точного земледелия.
  45. Применение машинного обучения для автоматизации процессов в животноводстве
  46. Исследовать возможности использования алгоритмов для мониторинга здоровья животных и оптимизации их питания.
  47. Будущее машинного обучения в аграрной сфере: перспективы и вызовы
  48. Обсудить потенциал новых технологий и возможные ограничения их внедрения.

49. Системы искусственного интеллекта для управления водными ресурсами в сельском хозяйстве

50. Исследовать, как ИИ может помочь в оптимизации расхода воды при орошении.

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Критерии оценки к зачету и зачету с оценкой**

зачет /оценка «отлично» (86-100 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему систематические и глубокие знания учебно-программного материала, умения свободно выполнять задания, предусмотренные программой в типовой ситуации (с ограничением времени) и в нетиповой ситуации, знакомство с основной и дополнительной литературой, усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины в их значении приобретаемой специальности и проявившему творческие способности и самостоятельность в приобретении знаний.

зачет /оценка «хорошо» (71-85 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешное выполнение заданий, предусмотренных программой в типовой ситуации (с ограничением времени), усвоение материалов основной литературы, рекомендованной в программе, способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей работы над литературой и в профессиональной деятельности.

зачет /оценка «удовлетворительно» (56-70 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, знакомство с основной литературой, рекомендованной программой, умение выполнять задания, предусмотренные программой.

незачет /оценка «неудовлетворительно» (менее 56 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, слабые побуждения к самостоятельной работе над рекомендованной основной литературой.

Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании академии без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Критерии оценивания контрольной работы текущего контроля успеваемости обучающихся (рекомендуемое)**

Комплект контрольных вопросов для проведения устных опросов

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Обучающийся полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса (задания); обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.
71-85 баллов «хорошо»	Обучающийся достаточно полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса (задания); обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно. Допускает 1-2 ошибки, исправленные с помощью наводящих вопросов.
56-70 баллов «удовлетво-рительно»	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает

	ошибки.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание (вопрос), допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Отмечаются такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### Критерии оценивания контрольной работы дискуссионных тем и вопросов для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

Перечень дискуссионных тем

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- теоретический уровень знаний;
- качество ответов на вопросы;
- подкрепление материалов фактическими данными (статистические данные или др.);
- практическая ценность материала;
- способность делать выводы;
- способность отстаивать собственную точку зрения;
- способность ориентироваться в представленном материале;
- степень участия в общей дискуссии.

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Обучающийся свободно владеет учебным материалом; проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления, публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; высказывать свою точку зрения.
71-85 баллов «хорошо»	Ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков: в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов. Обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы умения и навыки публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

### Критерии оценивания контрольной работы для практических (лабораторных) работ

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- правильность выполнения задания на практическую/лабораторную работу в соответствии с вариантом;
- степень усвоения теоретического материала по теме практической /лабораторной работы;
- способность продемонстрировать преподавателю навыки работы в инструментальной программной среде, а также применить их к решению типовых задач, отличных от варианта задания;
- качество подготовки отчета по практической / лабораторной работе;
- правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы и др.

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания практических занятий (лабораторных работ):

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Выполнены все задания практической (лабораторной) работы, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.
71-85 баллов «хорошо»	Выполнены все задания практической (лабораторной) работы; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Выполнены все задания практической (лабораторной) работы с замечаниями; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Обучающийся не выполнил или выполнил неправильно задания практической (лабораторной) работы; обучающийся ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

**Критерии оценивания контрольной работы темы эссе  
(рефератов, докладов, сообщений)**

Перечень тем эссе/докладов/рефератов/сообщений и т.п.

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- полнота раскрытия темы;
- степень владения понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины;
- знание фактического материала, отсутствие фактических ошибок;
- умение логически выстроить материал ответа;
- умение аргументировать предложенные подходы и решения, сделанные выводы;
- степень самостоятельности, грамотности, оригинальности в представлении материала (стилистические обороты, манера изложения, словарный запас, отсутствие или наличие грамматических ошибок);
- выполнение требований к оформлению работы.

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся).

Примерная шкала оценивания письменных работ:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Содержание работы в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют ошибки. Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа укладывается в заданные рамки при сохранении смысла. Продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики. Высокая степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала: стилистические обороты, манера изложения, словарный запас. Отсутствуют стилистические и орфографические ошибки в тексте. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений.
71-85 баллов «хорошо»	Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, встречаются несущественные фактические ошибки. Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Ответ в достаточной степени структурирован и выстроен в заданной логике без нарушений общего смысла. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа
	незначительно превышает заданные рамки при сохранении смысла. Продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения, но аргументация не всегда убедительна. Изложение лишь отчасти сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики. Достаточная степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала. Встречаются мелкие и не искажающие смысла ошибки в стилистике, стилистические штампы. Есть 1–2 орфографические ошибки. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений.

56-70 баллов «удовлетворительно»	<p>Содержание работы в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25–30%). Продемонстрировано достаточное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, расшифровке аббревиатур.</p> <p>Ошибки в использовании категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи.</p> <p>Ответ плохо структурирован, нарушена заданная логика. Части ответа логически разорваны, нет связей между ними. Ошибки в представлении логической структуры проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа в существенной степени (на 25–30%) отклоняется от заданных рамок.</p> <p>Нет собственной точки зрения либо она слабо аргументирована. Примеры, приведенные в ответе в качестве практических иллюстраций, в малой степени соответствуют изложенным теоретическим аспектам.</p> <p>Текст работы примерно наполовину представляет собой стандартные обороты и фразы из учебника/лекций. Обилие ошибок в стилистике, много стилистических штампов. Есть 3–5 орфографических ошибок.</p> <p>Работа выполнена не очень аккуратно, встречаются помарки и исправления.</p>
0-55 баллов «неудовлетворительно»	<p>Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени.</p> <p>Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов.</p> <p>Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, много фактических ошибок – практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны.</p> <p>Ответ представляет собой сплошной текст без структурирования, нарушена заданная логика. Части ответа не взаимосвязаны логически. Нарушена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа более чем в 2 раза меньше или превышает заданный. Показаны неверные ассоциативные взаимосвязи категорий и терминов дисциплины.</p> <p>Отсутствует аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции.</p> <p>Отсутствуют примеры из практики либо они неадекватны.</p> <p>Текст ответа представляет полную кальку текста учебника/лекций. Стилистические ошибки приводят к существенному искажению смысла. Большое число орфографических ошибок в тексте (более 10 на страницу).</p> <p>Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок и исправлений. В работе один абзац и больше позаимствован из какого-либо источника без ссылки на него.</p>

### Критерии оценивания контрольной работы кейс-задач

Задание (я):

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- соответствие решения сформулированным в кейсе вопросам (адекватность проблеме и рынку);
- оригинальность подхода (новаторство, креативность);
- применимость решения на практике;
- глубина проработки проблемы (обоснованность решения, наличие альтернативных вариантов, прогнозирование возможных проблем, комплексность решения).

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Предложенное решение соответствует поставленной в кейс-задаче проблеме. Обучающийся применяет оригинальный подход к решению поставленной проблемы, демонстрирует высокий уровень теоретических знаний, анализ соответствующих источников. Формулировки кратки, ясны и точны. Ожидаемые результаты применения предложенного решения конкретны, измеримы и обоснованы.
71-85 баллов «хорошо»	Предложенное решение соответствует поставленной в кейс-задаче проблеме. Обучающийся применяет в основном традиционный подход с элементами новаторства, частично подкрепленный анализом соответствующих источников, демонстрирует хороший уровень теоретических знаний. Формулировки недостаточно кратки, ясны и точны. Ожидаемые результаты применения предложенного решения требуют исправления незначительных ошибок.

56-70 баллов «удовлетворительно»	Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Предложенное решение требует дополнительной конкретизации и обоснования, в целом соответствует поставленной в задаче проблеме. При решении поставленной проблемы обучающийся применяет традиционный подход, демонстрирует твердые знания по поставленной проблеме. Предложенное решение содержит ошибки, уверенно исправленные после наводящих вопросов.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в решении ситуации, непонимание сущности рассматриваемой проблемы, неуверенность и неточность ответов после наводящих вопросов. Предложенное решение не обосновано и не применимо на практике

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Комплект тестовых заданий

#### Блок 1: (Знать)

1. Что такое машинное обучение?
  - A) Способ автоматизации офисных задач
  - B) Область ИИ, позволяющая системам учиться на данных
  - C) Язык программирования
  - D) Система управления базами данных
 ✓ Ответ: B
  
2. Какие данные используются в надзорном обучении?
  - A) Без меток
  - B) С известными метками
  - C) Только числовые
  - D) Только текстовые
 ✓ Ответ: B
  
3. В каких задачах применяется логистическая регрессия?
  - A) Регрессии
  - B) Кластеризации
  - C) Классификации
  - D) Уменьшении размерности
 ✓ Ответ: C
  
4. Что означает термин "признак" в машинном обучении?
  - A) Результат модели
  - B) Входная переменная
  - C) Метрика качества
  - D) Алгоритм обучения
 ✓ Ответ: B
  
5. Что такое обучающая выборка?
  - A) Данные для проверки модели
  - B) Данные для настройки гиперпараметров
  - C) Данные для обучения модели
  - D) Случайно выбранные данные
 ✓ Ответ: C
  
6. Какой алгоритм используется для кластеризации?
  - A) KNN
  - B) K-means
  - C) Linear Regression
  - D) Decision Tree
 ✓ Ответ: B
  
7. Что такое энтропия в контексте деревьев решений?
  - A) Мера точности
  - B) Мера беспорядка
  - C) Тип регуляризации
  - D) Метрика расстояния
 ✓ Ответ: B
  
8. Что такое Precision?
  - A) Отношение верно предсказанных положительных к общему числу реальных положительных
  - B) Отношение верно предсказанных положительных к общему числу предсказанных положительных
  - C) Среднее между  $R^2$  и MSE

D) Метрика для регрессии

✓ Ответ: B

9. Что такое recall (полнота)?

A) Показывает, сколько из найденных объектов правильны

B) Показывает, сколько из всех существующих объектов найдены

C) Произведение precision и recall

D) Невозможно определить

✓ Ответ: B

10. Что такое F1-score?

A) Среднее арифметическое precision и recall

B) Среднее геометрическое precision и recall

C) Сумма precision и recall

D) Разность precision и recall

✓ Ответ: B

11. Что такое функция потерь?

A) Формула для разделения данных

B) Функция, минимизация которой позволяет обучать модель

C) Формула для оценки точности

D) Тип регуляризации

✓ Ответ: B

12. Что такое переобучение модели?

A) Модель не обучена

B) Модель хорошо работает на тестовой выборке

C) Модель слишком сложная и запоминает обучающие данные

D) Модель имеет низкую сложность

✓ Ответ: C

13. Какой метод используется для оценки качества классификации?

A) MAE

B) MSE

C) Accuracy

D)  $R^2$

✓ Ответ: C

14. Какой из перечисленных методов является ансамблевым?

A) Линейная регрессия

B) Логистическая регрессия

C) Случайный лес

D) KNN

✓ Ответ: C

15. Что такое бустинг?

A) Параллельное обучение множества моделей

B) Последовательное обучение моделей с коррекцией ошибок

C) Метод нормализации данных

D) Метод уменьшения размерности

✓ Ответ: B

16. Что такое batch size в нейронных сетях?

A) Размер всей обучающей выборки

B) Число образцов, обрабатываемых за одну итерацию

C) Число скрытых слоев

D) Размер весов сети

✓ Ответ: B

17. Что такое L1-регуляризация?

A) Штрафует большие коэффициенты пропорционально их квадрату

B) Штрафует количество признаков

C) Штрафует абсолютные значения коэффициентов

D) Не влияет на модель

✓ Ответ: C

18. Что такое dropout в нейронных сетях?

A) Удаление лишних признаков

- В) Отключение случайных нейронов во время обучения
- С) Упрощение модели
- Д) Оптимизатор
- ✓ Ответ: В

19. Что такое cross-validation?
- А) Оценка модели на тестовой выборке
  - В) Разбиение данных на части для многократной оценки
  - С) Предобработка данных
  - Д) Выбор признаков
  - ✓ Ответ: В
20. Что такое Elastic Net?
- А) Комбинация Ridge и Lasso
  - В) Только L1-регуляризация
  - С) Только L2-регуляризация
  - Д) Без регуляризации
  - ✓ Ответ: А

## Блок 2: (Знать, уметь)

21. Какой метод лучше использовать для классификации несбалансированных данных?
- А) Accuracy
  - В) F1-score
  - С) MSE
  - Д) R<sup>2</sup>
  - ✓ Ответ: В
22. Какая метрика лучше подходит для задачи регрессии?
- А) Accuracy
  - В) Precision
  - С) MSE
  - Д) F1-score
  - ✓ Ответ: С
23. Какой метод используется для увеличения количества данных в задачах с несбалансированными классами?
- А) Normalization
  - В) SMOTE
  - С) PCA
  - Д) Cross-validation
  - ✓ Ответ: В
24. Какой из следующих методов чувствителен к масштабу признаков?
- А) Дерево решений
  - В) KNN
  - С) Naive Bayes
  - Д) Random Forest
  - ✓ Ответ: В
25. Какой алгоритм может быть использован как для регрессии, так и для классификации?
- А) KNN
  - В) Linear Regression
  - С) Logistic Regression
  - Д) PCA
  - ✓ Ответ: А
26. Что такое Label Encoding?
- А) Преобразование числовых признаков
  - В) Преобразование категориальных признаков в числа
  - С) Нормализация данных
  - Д) Удаление пропущенных значений
  - ✓ Ответ: В
27. Что такое MinMaxScaler?
- А) Преобразование данных к среднему и дисперсии
  - В) Нормализация от 0 до 1
  - С) Кодирование категориальных признаков

D) Метод разделения выборки

✓ Ответ: B

28. Что такое feature engineering?

A) Создание новых признаков из имеющихся данных

B) Удаление признаков

C) Подбор гиперпараметров

D) Оценка качества модели

✓ Ответ: A

29. Что такое overfitting?

A) Модель плохо работает на тренировочных данных

B) Модель хорошо работает на тестовых данных

C) Модель слишком простая

D) Модель слишком сложная

✓ Ответ: D

30. Какой метод используется для нормализации данных?

A) LabelEncoder

B) OneHotEncoder

C) MinMaxScaler

D) PCA

✓ Ответ: C

31. Какой метод используется для кодирования категориальных признаков?

A) MinMaxScaler

B) StandardScaler

C) One-Hot Encoding

D) PCA

✓ Ответ: C

32. Что означает высокий показатель precision и низкий recall?

A) Модель редко ошибается, но пропускает много случаев

B) Модель часто ошибается, но находит много случаев

C) Модель идеальная

D) Модель не обучена

✓ Ответ: A

33. Какой алгоритм наиболее чувствителен к выбросам?

A) Деревья решений

B) KNN

C) Линейная регрессия

D) Random Forest

✓ Ответ: C

34. Какой из следующих методов относится к глубокому обучению?

A) Random Forest

B) CNN

C) SVM

D) KNN

✓ Ответ: B

35. Что такое batch normalization?

A) Нормализация данных перед обучением

B) Нормализация внутри сети во время обучения

C) Удаление лишних данных

D) Упрощение модели

✓ Ответ: B

36. Какой алгоритм можно использовать для задачи многоклассовой классификации?

A) Linear Regression

B) Logistic Regression

C) Decision Tree

D) PCA

✓ Ответ: C

37. Что такое GridSearchCV?

A) Нормализация данных

- B) Поиск лучших гиперпараметров
- C) Деление данных на выборки
- D) Визуализация
- ✓ Ответ: B

38. Какой из методов используется для визуализации результатов классификации?

- A) Гистограмма
- B) Boxplot
- C) Confusion matrix
- D) Scatter plot
- ✓ Ответ: C

39. Какой метод используется для автоматического выбора признаков?

- A) PCA
- B) Feature importance
- C) One-Hot Encoding
- D) Label Encoding
- ✓ Ответ: B

40. Что такое функция активации нейронной сети?

- A) Упрощает модель
- B) Определяет выход нейрона
- C) Ускоряет обучение
- D) Нормализует входные данные
- ✓ Ответ: B

### Блок 3: ( Знать, уметь, владеть )

41. Какие этапы включает полный цикл разработки модели машинного обучения?

✓ Ответ: сбор данных → предобработка → разделение выборки → обучение → оценка → интерпретация

42. Как выбрать лучшую модель среди нескольких вариантов?

✓ Ответ: сравнить метрики, провести кросс-валидацию, оценить производительность на тестовой выборке

43. Какие библиотеки Python вы знаете для машинного обучения?

✓ Ответ: Scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch, XGBoost

44. Как реализовать модель случайного леса в Python?

✓ Пример ответа:

```
python
```

```
1 from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
2 model = RandomForestClassifier()
3 model.fit(X_train, y_train)
```

45. Какие шаги включает предобработка данных?

✓ Ответ: очистка → нормализация → кодирование → разделение на выборки

46. Какие метрики вы знаете для задач регрессии?

✓ Ответ: MAE, MSE, RMSE, R<sup>2</sup>

47. Какие метрики вы знаете для задач классификации?

✓ Ответ: Accuracy, Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC

48. Какие методы регуляризации вы знаете?

✓ Ответ: L1, L2, Dropout, BatchNorm

49. Какие современные подходы к машинному обучению вы знаете?

✓ Ответ: AutoML, Federated Learning, GAN, Reinforcement Learning

50. Кейс-задание: Прогнозирование урожайности культур  
Разработать модель прогнозирования урожайности культур на основе погодных условий, состава почвы и применения удобрений.  
Задачи:

1. Выполнить предобработку данных (очистка, нормализация, кодирование).

2. Реализовать несколько моделей (например, линейная регрессия, дерево решений, случайный лес).
3. Оценить качество моделей (MAE, MSE, R<sup>2</sup>).
4. Выбрать лучшую модель и интерпретировать результаты.
5. Предложить рекомендации по повышению урожайности.

✓ Оценивается:

1. Корректность выполнения этапов
2. Правильность выбора метрик и моделей
3. Интерпретация результатов
4. Применение знаний на практике

**Решение:**

## 📁 1. Исходные данные

Допустим, предоставлены следующие данные:

ТЕМПЕРАТУРА (°C)	ОСАДКИ (ММ)	АЗОТ (N)	ФОСФОР (P)	КАЛИЙ (K)	ТИП УДОБРЕНИЯ	УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА)
22	80	90	50	40	органическое	45
20	60	70	45	35	минеральное	38
...	...	...	...	...	...	...

## 🔧 2. Предобработка данных

### 2.1 Обработка пропусков

- Проверяем наличие пропущенных значений.
- Заполняем числовые признаки средними значениями (**SimpleImputer**).
- Для категориальных заменяем пропуски на **unknown**.

```
python
1 from sklearn.impute import SimpleImputer
2
3 numeric_features = ['Температура', 'Осадки', 'Азот', 'Фосфор', 'Калий']
4 categorical_features = ['Тип удобрения']
5
6 numeric_transformer = Pipeline(steps=[
7     ('imputer', SimpleImputer(strategy='mean')),
8     ('scaler', StandardScaler())])
9
10 categorical_transformer = OneHotEncoder(handle_unknown='ignore')
11
12 preprocessor = ColumnTransformer(
13     transformers=[
14         ('num', numeric_transformer, numeric_features),
15         ('cat', categorical_transformer, categorical_features)])
```

### 2.2 Нормализация числовых признаков

- Используем **StandardScaler** для нормализации данных.

### 2.3 Кодирование категориальных признаков

- Признак "Тип удобрения" кодируем с помощью **One-Hot Encoding**.

### 2.4 Разделение выборки

- Делим данные на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80/20.

```
python
1 X = df.drop('Урожайность', axis=1)
2 y = df['Урожайность']
3
4 X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
```

### □ 3. Реализация моделей машинного обучения

#### Модель 1: Линейная регрессия (python)

```
model_lr = Pipeline(steps=[('preprocessor', preprocessor), ('regressor', LinearRegression())])
```

```
model_lr.fit(X_train, y_train)
```

```
pred_lr = model_lr.predict(X_test)
```

#### Модель 2: Дерево решений (python)

```
model_dt = Pipeline(steps=[('preprocessor', preprocessor), ('regressor', DecisionTreeRegressor(random_state=42))])
```

```
model_dt.fit(X_train, y_train)
```

```
pred_dt = model_dt.predict(X_test)
```

#### Модель 3: Случайный лес (python)

```
model_rf = Pipeline(steps=[('preprocessor', preprocessor), ('regressor', RandomForestRegressor(n_estimators=100, random_state=42))])
```

```
model_rf.fit(X_train, y_train)
```

```
pred_rf = model_rf.predict(X_test)
```

### ▮ 4. Оценка качества моделей

Используем три метрики:

- MAE — средняя абсолютная ошибка
- MSE — среднеквадратичная ошибка
- $R^2$  — коэффициент детерминации

```
python
1 from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error, r2_score
2
3 def evaluate(y_true, y_pred):
4     return {
5         'MAE': mean_absolute_error(y_true, y_pred),
6         'MSE': mean_squared_error(y_true, y_pred),
7         'R2': r2_score(y_true, y_pred)
8     }
9
10 results = {
11     'Линейная регрессия': evaluate(y_test, pred_lr),
12     'Дерево решений': evaluate(y_test, pred_dt),
13     'Случайный лес': evaluate(y_test, pred_rf)
14 }
```

**Пример результатов:**

МОДЕЛЬ	MAE	MSE	R <sup>2</sup>
Линейная регрессия	2.1	6.8	0.75
Дерево решений	1.5	4.1	0.87
Случайный лес	1.2	2.9	0.91

✓ Вывод: Случайный лес показал лучшие результаты по всем метрикам.

## 🔍 5. Интерпретация результатов

### Анализ важности признаков

Получаем важность признаков из модели случайного леса (python):

```
import shap
```

```
explainer = shap.TreeExplainer(model_rf.named_steps["regressor"])
```

```
shap_values = explainer.shap_values(model_rf.named_steps["preprocessor"].transform(X))
```

```
shap.summary_plot(shap_values, model_rf.named_steps["preprocessor"].transform(X), feature_names=X.columns)
```

### Наиболее важные факторы:

1. Азот (N) – оказывает наибольшее влияние на урожайность.
2. Осадки – второй по значимости климатический фактор.
3. Калий (K) – положительно влияет на рост растений.
4. Тип удобрений (органические > минеральные) .
5. Температура – влияет, но меньше, чем другие факторы.

## 📝 6. Рекомендации по повышению урожайности

1. Удобрения :
  - Рекомендуется использовать органические удобрения , так как они дают больший эффект.
  - Увеличьте дозировку азота и калия согласно рекомендациям агронома.
2. Погода и полив :
  - Важно обеспечить оптимальное количество осадков или использовать системы точного орошения .
  - Избегать экстремальных температур путем подбора сортов или сроков посадки.
3. Почва :
  - Проведите анализ почвы перед посадкой.
  - Вносите недостающие элементы питания (особенно азот и калий).
4. Автоматизация и мониторинг :
  - Внедрите систему IoT-сенсоров для отслеживания состояния почвы и погодных условий.
  - Создайте цифровой инструмент для планирования применения удобрений.

## 📊 7. Графики и визуализации

- График предсказанных vs реальных значений (python):

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
plt.figure(figsize=(10,6))
plt.scatter(y_test, pred_rf, alpha=0.7)
plt.plot([min(y_test), max(y_test)], [min(y_test), max(y_test)], color='red')
plt.xlabel('Реальная урожайность')
plt.ylabel('Предсказанная урожайность')
plt.title('Random Forest: Реальные vs Предсказанные значения')
plt.grid()
plt.show()
SHAP-график важности признаков (python):
shap.summary_plot(shap_values, model_rf.named_steps["preprocessor"].transform(X), feature_names=X.columns)
```

## ✈ 8. Возможности дальнейшего развития

- Добавление новых данных :
  - Использование спутниковых данных (NDVI, индекс растительности).
  - Интеграция с IoT-сенсорами на полях.
- Автоматизация и масштабирование :
  - Разработка веб-приложения для фермеров.
  - Автоматическая система рекомендаций по удобрениям и поливам.
- Применение нейронных сетей :
  - Прогнозирование урожайности на основе временных рядов и изображений.

## □ 9. Отчет по выполнению этапов

ЭТАП	ВЫПОЛНЕНО?	КОММЕНТАРИЙ
Загрузка и очистка данных	✓	Обработаны пропуски, удалены выбросы
Нормализация	✓	StandardScaler
Кодирование категорий	✓	One-Hot Encoding
Разделение выборки	✓	80% обучение / 20% тестирование
Выбор и обучение моделей	✓	Линейная регрессия, дерево решений, случайный лес
Оценка моделей	✓	MAE, MSE, R <sup>2</sup>
Выбор лучшей модели	✓	Случайный лес
Анализ важности признаков	✓	SHAP
Рекомендации	✓	По типу удобрений, составу почвы и погоде

### Критерии оценивания контрольной работы тестовых заданий

Материалы тестовых заданий

Материалы тестовых заданий следует сгруппировать по темам/разделам изучаемой дисциплины (модуля) в следующем виде:

Тема (темы) / Раздел дисциплины (модуля)

Тестовые задания по данной теме (темам)/Разделу с указанием правильных ответов.

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- отношение правильно выполненных заданий к общему их количеству

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Выполнено 86-100% заданий
71-85 баллов «хорошо»	Выполнено 71-85% заданий
56-70 баллов «удовлетворительно»	Выполнено 56-70% заданий
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Выполнено 0-56% заданий

**ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ**

## Ведомость изменений

№ п/п	Вид обновлений	Содержание изменений, вносимых в ОПОП	Обснвание изменений
1			
2			
3			
4			
5			
6			