

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий, Л.И. Хоружий, Л.И.

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 2025.08.28

Уникальный электронный ключ:

1e90b132d9b04fceb7585160b015dddf2cb1e6a9



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРА-**

**ЦИИ**

Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт экономики и управления АПК

Кафедра прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

экономики и управления АПК

Л.И. Хоружий

“ 28 ” 08 2025 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.17 Машинное обучение**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность: Системы искусственного интеллекта

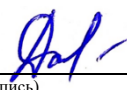
Курс 3

Семестр 5


Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик (и): Дашиева Б.Ш., к.э.н., доцент   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Рецензент: Щедрина Е.А., к.пед..н., доцент   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной информатики протокол №1 от « 28 » августа 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой  
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
института экономики и управления АПК  
Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ    
(подпись)



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

**Институт экономики и управления АПК  
Кафедра Прикладной информатики**

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Директор института  
экономики и управления АПК  
\_\_\_\_\_ Хоружий Л.И.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.17 Машинное обучение**

**для подготовки бакалавров**

**ФГОС ВО**

**Направление: 09.03.03 Прикладная информатика**

**Направленность: Системы искусственного интеллекта**

**Курс 3**

**Семестр 5**

**Форма обучения очная**

**Год начала подготовки 2025 г.**

Москва, 2025

Разработчики: Никаноров М.С. ст. преподаватель

Красовская Л.В., к.т.н., доцент

«25» августа 2025 г.

Рецензент: Щедрина Е.В. к.п.н., доцент  
кафедры систем автоматизированного  
проектирования и инженерных расчётов

«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, профессиональных стандартов и учебного плана 2025 года начала подготовки.

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной информатики  
протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

И.о. зав. кафедрой Худякова Е.В. д.э.н., профессор

«28» августа 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии института экономики и управления АПК  
Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент

«28» августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
прикладной информатики  
Худякова Е.В. д.э.н., профессор

«28» августа 2025 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>7</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>7</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>7</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>8</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>13</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	13
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	15
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	19
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	20
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	21
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	21
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР-НЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>23</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>23</b>
10.1. ИНФРАСТРУКТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПОП ВО В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....	24
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>28</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	29
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>29</b>

## **Аннотация**

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.17 «Машинное обучение» для подготовки бакалавра по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленность Информационные технологии анализа данных

**Цель освоения дисциплины:** является ознакомление студентов с основными направлениями в теории обучения машин и закладывает необходимую теоретическую базу для понимания и разработки новых алгоритмов машинного обучения.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ПК-9 (ML-2).1; ПК-10 (ML-3).1; ПК-10 (ML-3).2; ПК-11 (ML-4).1; ПК-11 (ML-4).2; ПК-12 (ML-6).1; ПК-12 (ML-6).2; ПК-18 (LC-2).1; ПК-18 (LC-2).2.

**Краткое содержание дисциплины:** Задачи обучения по прецедентам. Формальная модель машинного обучения. Метрические методы машинного обучения. Байесовские методы машинного обучения. Линейные методы машинного обучения и их обобщения. Решающие деревья. Визуализация и кластеризация. Искусственные нейронные сети.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 4 зач.ед. (144 часа)

**Промежуточный контроль:** Экзамен.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Машинное обучение» является ознакомление студентов с основными направлениями в теории обучения машин и закладывает необходимую теоретическую базу для понимания и разработки новых алгоритмов машинного обучения.

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Машинное обучение» включена в часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана. Дисциплина «Машинное обучение» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, компетентностно-ролевой модели (КРМ-ИИ), ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

Предшествующем курсом, на которых непосредственно базируется дисциплина «Машинное обучение», является «Информационные системы и технологии» и «Базы данных».

Дисциплина «Машинное обучение» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Компьютерное зрение».

Рабочая программа дисциплины «Машинное обучение» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.



Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины (профессиональные компетенции)

№ п/п	Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор достижения компетенции и его содержание	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПК-9 (ML-2)	Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения включая подготовку данных оценку качества моделей и работу с признаками	ПК-9 (ML-2).1 Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения  Уровень освоения индикатора: Выбирает и обосновывает методы решения задач машинного обучения с учётом характеристик данных и бизнес-контекста, настраивает базовые модели и проводит их оценку	выбирать и обосновывать методы машинного обучения с учётом характеристик данных и бизнес-контекста, настраивать базовые модели и оценивать их качество.	основные классы задач и алгоритмы машинного обучения, метрики качества, методы предобработки данных и валидации моделей, а также типичные проблемы при их обучении.	инструментами для реализации ML-процессов (например, scikit-learn, pandas), техниками настройки гиперпараметров и визуализации результатов, методологией представления ML-решений бизнесу.
2	ПК-10 (ML-3)	Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	ПК-10 (ML-3).1 Обосновывает способы и варианты применения классических методов и моделей машинного обучения в задачах ИИ, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи  Уровень освоения индикатора: Обосновывает выбор конкретных алгоритмов и их параметров в зависимости от задачи и данных	анализировать постановку задачи и характеристики данных, чтобы обоснованно выбирать алгоритмы машинного обучения и их параметры; адаптировать подходы в зависимости от требований к точности, скорости и интерпретируемости модели.	основные алгоритмы машинного обучения, их допущения и ограничения; методы подбора и настройки гиперпараметров; критерии сравнения алгоритмов для разных типов задач (классификация, регрессия, кластеризация) и форматов данных.	инструментами для экспериментальной проверки и сравнения алгоритмов (например, scikit-learn, XGBoost); техниками кросс-валидации и оптимизации гиперпараметров; навыками аргументированной презентации выбора алгоритма и его конфигурации заинтересованным сторонам.
			ПК-10 (ML-3).2 Эффективно применяет классические методы и модели машинного обучения для обеспечения достижимости функциональных характеристик систем ИИ  Уровень освоения индикатора:	применять байесовские методы классификации и ансамблевые подходы (бэггинг, бустинг, стэкинг), включая их производные (случайные леса, градиентный бустинг)	теоретические основы и допущения байесовской классификации, ансамблевых методов и моделей временных рядов; области применимости и ограничения указанных подходов; принципы настройки	инструментами реализации перечисленных методов (например, scikit-learn, statsmodels, XGBoost, LightGBM); техниками оценки качества и валидации моделей для временных

			Применяет методы байесовской классификации и ансамблевых методов МО (бэггинг, бустинг, стэкинг моделей), а также производных от них (случайные леса, градиентный бустинг на деревьях). Применяет классические методы МО для временных рядов (ARIMA, экспоненциальное сглаживание, линейная регрессия с лагами)	стинг на деревьях); использовать классические методы моделирования временных рядов (ARIMA, экспоненциальное сглаживание, линейная регрессия с лагами) для решения прогнозных задач.	ключевых гиперпараметров для каждого класса моделей.	ных рядов и классификационных задач; навыками интерпретации результатов и выбора оптимальной модели на основе бизнес-требований.
3	ПК-11 (ML-4)	Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей	ПК-11 (ML-4).1 Применяет алгоритмы кластеризации и понижения размерности для решения практических задач  Уровень освоения индикатора: Владет инструментами очистки данных и предварительной подготовки данных методами понижения размерности и визуализации для анализа данных	выполнять очистку и предобработку данных (работа с пропусками, выбросами, некорректными значениями), применять методы понижения размерности для оптимизации признаков, использовать визуализацию для анализа и интерпретации данных.	основные проблемы качества данных и способы их устранения; принципы и алгоритмы понижения размерности (PCA, t-SNE, UMAP и др.); методы визуализации данных для разных типов анализа (распределение, корреляции, кластеры); критерии выбора подходящих инструментов в зависимости от задачи и структуры данных.	инструментами для очистки и предобработки данных (pandas, numpy, OpenRefine); библиотеками понижения размерности (scikit-learn и др.); средствами визуализации (matplotlib, seaborn, plotly, Tableau); техниками подготовки данных для моделей машинного обучения.
			ПК-11 (ML-4).2 Оценивает качество результатов обучения без учителя  Уровень освоения индикатора: Применяет метрики качества кластеризации (silhouette score adjusted rand index). Комбинирует различные методы для комплексного анализа данных. Интерпретирует результаты в контексте предметной области	применять метрики качества кластеризации (включая silhouette score и adjusted rand index) для оценки результатов; комбинировать различные методы анализа данных для получения комплексной картины; интерпретировать результаты кластеризации с учётом специфики предметной области и бизнес-задач.	основные метрики оценки качества кластеризации, их математические основы и интерпретацию; условия применимости и ограничения разных метрик; принципы интеграции разнородных методов анализа; ключевые аспекты предметной области, влияющие на трактовку кластерных структур.	инструментами расчёта и визуализации метрик кластеризации (scikit-learn, matplotlib, seaborn); техниками комбинированного анализа данных (сочетание кластеризации с классификацией, регрессией, анализом ассоциаций); навыками перевода статистических результатов в практические выводы для заказчика или предметных экспертов.
4	ПК-12 (ML-6)	Способен применять алгоритмы обучения с подкреплением	ПК-12 (ML-6).1 Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения с подкреп-	разрабатывать адаптивных агентов в рамках обучения с подкрепле-	основы обучения с подкреплением и архитектуры адаптивных агентов;	инструментами реализации алгоритмов обучения с подкреплением (например, OpenAI Gym,

			<p>лением в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи</p> <p>Уровень освоения индикатора: Разрабатывает адаптивного агента; проводит аппроксимацию функции ценности агента, в том числе с помощью стратегии; применяет TD-методы и методы Монте-Карло для обучения агента; задает цель агента с помощью полного вознаграждения, вознаграждения с обесценением, лямбда-дохода</p>	<p>нием; проводить аппроксимацию функции ценности агента, в том числе с использованием стратегий; применять TD-методы (Temporal Difference) и методы Монте-Карло для обучения агента; формулировать цели агента через различные схемы вознаграждения (полное вознаграждение, вознаграждение с обесценением, лямбда-доход).</p>	<p>математические принципы аппроксимации функции ценности; алгоритмы TD-обучения (Sarsa, Q-learning) и методы Монте-Карло; особенности разных схем формирования вознаграждения (discounted reward, <math>\lambda</math>-return) и их влияние на поведение агента; критерии выбора метода обучения в зависимости от задачи и среды.</p>	<p>Stable-Baselines3, RLlib); техниками аппроксимации функций (линейные аппроксиматоры, нейронные сети); методами настройки гиперпараметров и оценки сходимости агентов; навыками интерпретации поведения агента и анализа динамики обучения.</p>
			<p>ПК-12 (ML-6).2 Оценивает результативность применения методов повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов обучения с подкреплением в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами</p> <p>Уровень освоения индикатора: Проводит комплексную оценку устойчивости и надежности RL-моделей, анализирует trade-off между эффективностью, скоростью обучения и безопасностью поведения агента</p>	<p>проводить комплексную оценку устойчивости и надежности RL-моделей по ключевым метрикам; анализировать компромиссы (trade-off) между эффективностью обучения, скоростью сходимости и безопасностью поведения агента; выявлять уязвимости и потенциальные риски в поведении агента в различных сценариях среды.</p>	<p>основные метрики и методики оценки устойчивости и надежности моделей обучения с подкреплением; факторы, влияющие на стабильность обучения и безопасность агента; типовые сценарии сбоев и нештатного поведения агентов; принципы безопасного RL (safe reinforcement learning) и ограничения различных подходов к балансировке эффективности и безопасности.</p>	<p>инструментами мониторинга и визуализации процесса обучения RL-агентов (кривые вознаграждения, метрики стабильности); методиками стресс-тестирования и сценарного анализа поведения агента; техниками регуляризации и ограничения действий для повышения надежности; навыками формулирования рекомендаций по настройке баланса между производительностью и безопасностью модели.</p>
5	ПК-18 (LC-2)	Способен проводить эксперименты на данных формулировать гипотезы исследования строить (обучать дообучать) модели машинного обучения с оценкой	<p>ПК-18 (LC-2).1 Проводит эксперименты с моделями ИИ, оценивает их качество (точность, производительность)</p> <p>Уровень освоения индикатора: Оценивает технические требования на основе формализованной постановки</p>	<p>анализировать формализованную постановку задачи и выделять из неё ключевые технические требования; сопоставлять требования с возможностями существующих решений и инфраструктуры; формулиро-</p>	<p>принципы формализации технических заданий и спецификаций; типовые категории технических требований (функциональные, производительность, надежность, безопасность и др.); методы оценки ресурсоемкости</p>	<p>методиками декомпозиции сложных требований на атомарные технические условия; инструментами оценки соответствия требований возможностям платформы/стека; навыками составления технических обоснований и отчетов по</p>

		их качества и анализом ошибок обеспечивать воспроизводимость и масштабируемость исследований на данных		вать обоснованные выводы о реализуемости и ресурсоёмкости задачи.	решений (вычисления, память, время, инфраструктура); стандарты документирования технических требований.	результатам анализа требований; техниками выявления противоречий и пробелов в исходной постановке.
			<p>ПК-18 (LC-2).2</p> <p>Проводит эксперименты на данных и визуализирует результаты с применением технологий анализа данных (статистического анализа), методов и алгоритмов машинного обучения</p> <p>Уровень освоения индикатора: Проводит эксперименты с моделями, выдвигает гипотезы</p>	формулировать проверяемые гипотезы в контексте задач анализа данных и машинного обучения; планировать и проводить эксперименты с моделями для верификации гипотез; анализировать результаты экспериментов и делать обоснованные выводы о работоспособности и эффективности моделей.	принципы гипотетико-дедуктивного метода и этапы экспериментального исследования; основные типы экспериментов в ML (A/B-тестирование, контролируемые эксперименты, симуляции); способы контроля внешних переменных и минимизации смещений; критерии статистической значимости и методы оценки результатов (p-значения, доверительные интервалы, метрики качества).	инструментами проведения экспериментов и управления ими (MLflow, Weights & Biases, ClearML); библиотеками для статистического анализа и проверки гипотез (scipy, statsmodels); техниками визуализации результатов экспериментов; методами интерпретации данных экспериментов для принятия решений о доработке или внедрении моделей.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость (5 семестр)
	час. всего/*
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>66,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	48/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>77,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, устным опросам и т.д.)</i>	41,6
<i>Подготовка к экзамену</i>	36
Вид промежуточного контроля:	Экзамен

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
Раздел 1 «Введение в искусственный интеллект»	56,8	12	24/2	-	20,8
Раздел 2 «Задачи искусственного интеллекта»	48,8	4	24/2	-	20,8
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
Консультации перед экзаменом	2	-	-	2	-
Подготовка к экзамену	36	-	-	-	36
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>48/2</b>	<b>2,4</b>	<b>77,6</b>

## Раздел 1 Введение в искусственный интеллект

### Тема 1 Основы машинного обучения

В процессе машинного обучения анализируются ключевые элементы — объекты, их признаки, целевые ответы и функционал качества (метрики оценки модели). Рассматриваются теоретические основы: вероятностная постановка задачи обучения, проблемы переобучения и обобщающей способности модели, формальные модели обучения (включая PAC-learnability и её расширение — agnostic PAC learning), концепция оптимального байесовского классификатора, подходы к обучению через равномерную сходимость, компромисс между смещением и разбросом (bias-variance tradeoff), а также VC-размерность как мера сложности модели и альтернативные модели обучения. В рамках типовых задач изучаются классификация, восстановление регрессии, ранжирование, кластеризация и поиск ассоциаций. Существенное внимание уделяется предобработке и инженерии признаков (feature engineering): отбору наиболее информативных признаков, созданию новых признаков, обработке категориальных переменных (например, с помощью one-hot или label encoding), нормализации и стандартизации данных (приведению к единому масштабу), работе с пропущенными значениями (заполнение средним, медианой или моделями восстановления) и обнаружению/обработке выбросов (с использованием статистического анализа и межквартильного размаха).

### Тема 2 Основные алгоритмы решения задач классификации и регрессии

В машинном обучении рассматривается широкий спектр классификационных и регрессионных методов: от базовых метрических подходов (обобщённый метрический классификатор, метод ближайшего соседа — KNN, метод потенциальных функций, парzenовское окно) до более сложных алгоритмов. Важную роль играют понятия отступа и эталонного объекта, а также проблема «проклятия размерности». Среди вероятностных и байесовских методов анализируются оптимальный и наивный байесовские классификаторы, непараметрическая оценка плотности, нормальный дискриминантный анализ, а также задача восстановления плотности распределения и разделение смеси распределений с помощью EM-алгоритма. В классе линейных моделей изучаются линейный классификатор, линейная и логистическая регрессия, метод опорных векторов (с применением kernel trick), а также метод стохастического градиентного спуска. Значительное внимание уделяется деревьям решений: рассматриваются алгоритмы их построения, понятие информативности, примеры решающих деревьев, а также ансамблевые методы — Random Forest, бустинг и бэггинг, включая современные реализации Gradient Boosting, XGBoost и LightGBM. Помимо этого, затрагиваются методы машинного обучения на временных рядах и подход Learning to Rank. При выборе и внедрении моделей критически важна оценка их результативности и применимости в реальных условиях — с учётом ограничений по

вычислительным ресурсам, требованиям к объяснимости (explainability) и необходимой скорости работы.

## Раздел 2 Задачи искусственного интеллекта

### Тема 1 Избранные главы машинного обучения

В рамках обучения без учителя исследуются разнообразные методы кластеризации, включая статистические и эвристические подходы, а также продвинутые техники — такую как спектральная кластеризация и DBSCAN. Рассматриваются классические алгоритмы: иерархическая кластеризация, самоорганизующиеся карты Кохонена (сети Кохонена), а для оценки качества кластеризации применяются специализированные метрики и методики выбора оптимального числа кластеров. Важную роль играет понижение размерности данных — с помощью PCA, t-SNE и UMAP, причём особое внимание уделяется интерпретации результатов этих преобразований и их использованию для визуализации данных. Для выявления нетипичных наблюдений применяются методы поиска аномалий, в том числе статистические подходы, Isolation Forest и Local Outlier Factor. Кроме того, изучаются алгоритмы извлечения ассоциативных правил (Apriori, FP-Growth), а в области нейронных сетей анализируются модель нейрона, многослойный перцептрон с методом обратного распространения ошибки, свёрточные и рекуррентные нейронные сети, которые расширяют инструментарий для обработки сложных структур данных.

## 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Введение в искусственный интеллект</b>				<b>36/2</b>
	Тема 1. Основы машинного обучения	Лекция № 1. Задачи обучения по прецедентам.	ПК-9 (ML-2).1		2
		Практическое занятие № 1. Логическое программирование.	ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2	устный опрос, защита практической работы	4/1
		Лекция № 2. Формальная модель машинного обучения.	ПК-9 (ML-2).1		2
		Практическое занятие № 2. Основы построения программ на языке Python.	ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2	устный опрос, защита практической работы	4
	Тема 2. Основные алгоритмы решения	Лекция № 3. Метрические методы машинного обучения.	ПК-9 (ML-2).1		2
		Практическое занятие № 3. Организация вычислений в языке Python.	ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2	устный опрос,	4/1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	задач классификации и регрессии	<b>Кейс-задача от Россельхозбанка №7. Платформа потоковой аналитики транзакций (real-time anti-fraud)</b>		защита практической работы	
		Лекция № 4. Байесовские методы машинного обучения.	ПК-9 (ML-2).1		2
		Практическое занятие № 4. Организация рекурсивных вычислений с использованием списков в языке Python.  <b>Кейс-задача от Россельхозбанка №9. Объяснимый ИИ (XAI) для кредитного скоринга</b>	ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2, ПК-11 (ML-4).1, ПК-11 (ML-4).2,	устный опрос, защита практической работы	4
		Лекция № 5. Линейные методы машинного обучения и их обобщения.	ПК-9 (ML-2).1		2
		Практическое занятие № 5. Методы построения знаний.  <b>Кейс-задача от Россельхозбанка №11. Временные ряды ликвидности и прогноз кассовых разрывов</b>	ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2, ПК-11 (ML-4).1, ПК-11 (ML-4).2,	устный опрос, защита практической работы	4
		Лекция № 6. Решающие деревья.	ПК-9 (ML-2).1		2
		Практическое занятие № 6. Основы теории представления знаний. Анализ структур с помощью нотаций Бекуса.	ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2	устный опрос, защита практической работы	4
2.	<b>Раздел 2. Задачи искусственного интеллекта</b>				<b>28/2</b>
	Тема 1. Избранные главы машинного обучения	Лекция № 7. Визуализация и кластеризация.	ПК-11 (ML-4).1, ПК-11 (ML-4).2, ПК-12 (ML-6).1, ПК-12 (ML-6).2, ПК-18 (LC-2).1, ПК-18 (LC-2).2		2
		Практическое занятие № 7. Построение элементов экспертной системы на языке Python.	ПК-11 (ML-4).1, ПК-11 (ML-4).2, ПК-12 (ML-6).1, ПК-12 (ML-6).2, ПК-18 (LC-2).1, ПК-18 (LC-2).2	устный опрос, защита практической работы	12/1
		Лекция № 8. Искусственные нейронные сети.	ПК-11 (ML-4).1, ПК-11 (ML-4).2, ПК-12 (ML-6).1, ПК-12 (ML-6).2, ПК-18 (LC-2).1, ПК-18 (LC-2).2		2



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 8. Программирование примерного варианта экспертной системы в Python.  <b>Кейс-задача от Россельхозбанка №13. Federated Learning для скоринга филиалов.</b>	ПК-11 (ML-4).1, ПК-11 (ML-4).2, ПК-12 (ML-6).1, ПК-12 (ML-6).2, ПК-18 (LC-2).1, ПК-18 (LC-2).2	устный опрос, защита практической работы	12/1

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Введение в искусственный интеллект</b>		
1.	Тема 1. Основы машинного обучения	1. Искусственный интеллект, как научная область. Основные направления исследований. ПК-9 (ML-2).1 2. Пути повышения эффективности функционирования алгоритмов машинного обучения. ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2 3. Основные требования к языку представления знаний интеллектуальной системы. ПК-9 (ML-2).1, ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2 4. Проблемная область искусственного интеллекта. Характеристики предметной области и решаемых задач. ПК-9 (ML-2).1, ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2
	Тема 2. Основные алгоритмы решения задач классификации и регрессии	1. Работа с типами данных в языке Python. ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2 2. Введение в массивы библиотеки NumPy. ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2 3. Выполнение вычислений над массивами библиотеки NumPy. ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2 4. Операции над данными в библиотеке Pandas. ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2
<b>Раздел 2. Задачи искусственного интеллекта</b>		
1.	Тема 1. Избранные главы машинного обучения	1. Визуализация с помощью библиотеки Matplotlib. ПК-11 (ML-4).1, ПК-11 (ML-4).2 2. Библиотека Scikit-Learn. ПК-12 (ML-6).1, ПК-12 (ML-6).2, 3. Смеси Гауссовых распределений. ПК-10 (ML-3).1, ПК-10 (ML-3).2 4. Ядерная оценка плотности распределения. ПК-18 (LC-2).1, ПК-18 (LC-2).2

## 5. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины используются следующие современные методики и технологии обучения:

- гибкая архитектура программ – 25% содержания ежегодно обновляется с участием индустрии с учетом отраслевой направленности;
- адаптивные технологии взаимодействия с профессионалами из индустрии (наставничество, кейсы от индустриальных партнеров);
- проектно-соревновательный подход – хакатоны и командные решения отраслевых задач;
- проблемно-ориентированное обучение – работа над кейсами от индустриальных партнёров;
- решение практических задач на практических занятиях в лабораториях центра «Институт цифровой трансформации в АПК».

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Практическое занятие № 1. Логическое программирование.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
2.	Практическое занятие № 2. Основы построения программ на языке Python.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
3.	Практическое занятие № 3. Организация вычислений в языке Python.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
4.	Практическое занятие № 4. Организация рекурсивных вычислений с использованием списков в языке Python.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
5.	Практическое занятие № 5. Методы построения знаний.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
6.	Практическое занятие № 6. Основы теории представления знаний. Анализ структур с помощью нотаций Бекуса.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
7.	Практическое занятие № 7. Построение элементов экспертной системы на языке Python.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
8.	Практическое занятие № 8. Программирование примерного варианта экспертной системы в Python.	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### ***1) Вопросы для устного опроса:***

1. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные методы представления знаний.
2. Классы задач, решаемые системами ИИ.
3. Применения правила Байеса для нахождения вероятностей.
4. Системы составляющих и деревья зависимостей.
5. Какими параметрами описывается искусственный нейрон.
6. Каковы этапы построения нейросетей.
7. В чем заключается процесс обучения с учителем.
8. В чем заключается процесс обучения без учителя.
9. В каких областях могут применяться искусственные нейронные сети.
10. Что такое кластеризация.

#### ***2) Примеры заданий для практических работ***

Подробный перечень заданий для практических занятий представлен в оценочных материалах дисциплины.

#### ***3) Перечень вопросов, выносимых на экзамен:***

1. Понятие искусственного интеллекта. Проблематика задач искусственного интеллекта (ИИ). Основные направления исследований в области ИИ.
2. Назовите основные подходы к классификации и кластеризации текстов на естественном языке.
3. Метрики в задачах бинарной классификации, классификаторы Байеса.
4. Задача распознавания образов в ИИ. Методы классификации.
5. Задача распознавания образов в ИИ. Методы кластеризации.
6. Линейные модели, задачи регрессии.
7. Язык Python, структура и методы построения программ. Среда языка Python.
8. Стандартные предикаты Python. Разработка интерфейса в программах на Python.
9. Основные модели нейронов – модели персептрона и сигмоидального нейрона.
10. Понятие нейронной сети. Основные виды нейронных сетей и их использование в системах ИИ. Случайные сети. Байсовские сети.
11. Обучение нейронной сети.
12. Классификация компьютерных средств разработки систем ИИ. Роль программирования в развитии методов представления знаний.

13. Программирование в языке Python. Использование рекурсии в программах на Python.
14. Система знаний. Модели представления знаний: семантические сети. Машинное представление знаний.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся.

Таблица 7

**Система рейтинговой оценки успеваемости**

Баллы	Балльная оценка текущей успеваемости			
За устный опрос	2	3	4	5
За практическую работу	2	3	4	5
За экзамен	2	3	4	5
Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Таблица 8

**Итоговая сумма баллов**

Виды контроля	Количество видов контроля	Количество баллов за единицу	Количество баллов
Устный опрос	10	5	50
Защита практической работы	8	5	40
Экзамен	1	5	5
Всего	-	-	95

Таблица 9

**Балльно-рейтинговая система контроля успеваемости**

Шкала оценивания	Экзамен
80-95	Отлично
65-79	Хорошо
50-64	Удовлетворительно

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Митяков, Е. С. Искусственный интеллект и машинное обучение : учебное пособие для вузов / Е. С. Митяков, А. Г. Шмелева, А. И. Ладынин. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 252 с. — ISBN 978-5-507-51465-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/450827> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Введение / К. П. Мэрфи ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 940 с. — ISBN 978-5-93700-119-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/314891> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Баланов, А. Н. Машинное обучение и искусственный интеллект : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 172 с. — ISBN 978-5-507-52891-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/462248> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Мясников, В. В. Основы статистической теории распознавания образов и машинного обучения: практикум : учебное пособие / В. В. Мясников. — Самара : Самарский университет, 2023. — 124 с. — ISBN 978-5-7883-1932-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/406454> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Обработка естественного языка с использованием языка программирования Python : учебное пособие : в 2 частях / составитель А. Б. Мантусов. — Элиста : КГУ, 2022 — Часть 1 — 2022. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/360923> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/mashinnoye-obucheniye>
5. [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Общие\\_понятия](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Общие_понятия)
6. <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/linear-models>

7. <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/klasterizaciya>
8. [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Выбор\\_признаков](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Выбор_признаков)
9. [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Уменьшение\\_размерности](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Уменьшение_размерности)
10. [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Стохастическое\\_вложение\\_соседей\\_с\\_t-распределением](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Стохастическое_вложение_соседей_с_t-распределением)
11. <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/obuchenie-s-podkrepleniem>
12. [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Обучение\\_с\\_подкреплением](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Обучение_с_подкреплением)

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <https://cloud.google.com/products/ai> (GoogleCloud) (открытый доступ)
2. <https://www.anaconda.com/download/> (AnacondaNavigator) (открытый доступ)
3. Онлайн-платформа курсов в области машинного обучения и науки о данных (основана Джейсоном Браунли, экспертом в машинном обучении) <https://machinelearningmastery.com/the-transformer-model/> (открытый доступ)
4. Электронный архив с открытым доступом для научных статей и препринтов (онлайн-хранилище Пола Гиснспарга научных данных arXiv по физики, математики, компьютерным наукам, астрономии, биологии). – URL: <https://arxiv.org/abs/2311.12351> (открытый доступ)
5. Holistic AI. Платформа управления искусственным интеллектом для разработчиков и компаний, внедряющих и масштабировать ИИ. <https://www.holisticai.com/blog/from-transformer-architecture-to-prompt-engineering> (открытый доступ)
6. Google Машинное обучение для образования (базовые курсы) <https://developers.google.com/machine-learning/gan/generative?hl=ru> (открытый доступ)
7. Мультимодальное глубокое обучение (курс). [https://slds-lmu.github.io/seminar\\_multimodal\\_dl/c02-00-multimodal.html](https://slds-lmu.github.io/seminar_multimodal_dl/c02-00-multimodal.html) (открытый до-ступ)
8. Платформа с инструментами разработки приложений с использованием машинного обучения (публикации) <https://paperswithcode.com/methods/category/generative-models> (открытый доступ)
9. Онлайн-медиа-платформа Data Science, машинного обучения и ИИ <https://towardsdatascience.com/deep-generative-models-25ab2821afd3> (открытый до-ступ)

### **Журналы из «Белого списка»**

1. Проблемы искусственного интеллекта (ISSN 2413-7383). URL: <http://pai-journal.guiaidn.ru/>
2. Искусственный интеллект и принятие решений (ISSN 2071-8594) - URL: <https://www.aidt.ru/ru/>
3. Прикладная статистика и искусственный интеллект - URL: <https://applied-statistics.ru/>

### Материалы конференций А/А\*

1. Подбор конференций уровня А/А\*. – URL: [https://portal.core.edu.au/conf-ranks/?search=A\\*+&by=all&source=CORE2023&sort=atitle&page=1](https://portal.core.edu.au/conf-ranks/?search=A*+&by=all&source=CORE2023&sort=atitle&page=1)
2. Материалы конференции International Conference on Machine Learning (ICML). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icml/index.html>
3. Материалы конференции ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/kdd/index.html>
4. Материалы конференции Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/nips/index.html>
5. Материалы конференции Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
6. Материалы конференции European Conference on Computer Vision (ECCV). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
7. Материалы конференции IEEE International Conference on Data Mining (ICDM). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icdm/index.html> и др.

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	«Введение в искусственный интеллект»	MS Office	обучающая	Microsoft	2016 или выше
2	«Задачи искусственного интеллекта»	MS Office	обучающая	Microsoft	2016 или выше

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций (12 корпус, 404 аудитория)	проектор, экран настенный, компьютер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (12 корпус, 315, 316 аудитория)	Сервер + терминалы: 315 ауд. - 20 шт. 316 ауд. - 16 шт.
ЦНБ им. Н.И. Железнова	Читальный зал (25 компьютеров)
Общежитие	Комната для самоподготовки

### 10.1. Инфраструктурное обеспечение ОПОП ВО в области искусственного интеллекта

Инфраструктура для реализации базового блока по глубокому и машинному обучению при подготовки бакалавров направления 09.03.03 Прикладная информатика по профилю «Системы искусственного интеллекта» включает аппаратное оборудования и специализированного программного обеспечение для выполнения высокопроизводительных вычислений, и позволяет выполнять для эффективное обучения глубоких нейронных сетей, использовать фреймворки для разработки и развёртывания моделей глубоких нейронных сетей, инструменты управления данными для обработки и хранения данных, облачные платформы, периферийные устройства и датчики для создания систем искусственного интеллекта под задачи агропромышленного комплекса, что обеспечивает формирование практических навыков и компетенций у обучающихся, необходимых в профессиональной деятельности в сфере искусственного интеллекта и анализа данных.

Аппаратная части инфраструктуры позволяет решить задачи

- обеспечения высокопроизводительных вычислений для обработки больших объёмов данных и тренировки моделей машинного обучения;
- развёртывания специализированных серверов и облачных сервисов для GPU-вычислений и распределённых расчётов;
- организации хранилищ данных с высокой пропускной способностью и масштабируемостью;
- обеспечить возможность параллельной обработки больших объёмов данных за счет высокопроизводительных серверов и вычислительных кластеров позволяют масштабировать обучение моделей.

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов работ, проектной деятельности, по блокам дисциплин глубокого обучения с использованием аппаратных средств поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и лаборатории искусственного интеллекта классов, включающих:



- 17 профессиональных рабочих станций с процессорами Intel i9, графическими ускорителями NVIDIA GeForce RTX 4090, 128 ГБ оперативной памяти и 1 ТБ SSD;
- серверное оборудование: два модуля с суммарной производительностью 772 потока, 262 ГБ оперативной памяти и 87 ТБ SSD;
- высокопроизводительные процессоры Intel Xeon Gold/Platinum;
- GPU-кластер на базе NVIDIA H100 (7168 ГБ ОЗУ, 110 производительных ядер, 220 потоков, 400 ГБ видеопамати, 84 480 CUDA-ядер, 72 ТБ хранилища, сеть 10 Гбит/с с резервированием);
- системы хранения Lenovo Storage V3700 V2 и «Гравитон» (до 600 накопителей, поддержка NVMe/SAS/SATA, интеграция с VMware, Hyper-V и Proxmox).

Программная часть инфраструктуры

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов работ, проектной деятельности, по блокам дисциплин глубокого обучения осуществляется с использованием программных средств поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и лаборатории искусственного интеллекта классов, включающих:

### **1. Экосистему разработки и анализа данных.**

Инструменты для работы с данными, построения моделей, автоматизации и оптимизации процессов:

- Языки и окружения: Jupyter, Anaconda, Google Colaboratory, Visual Studio Code (VS Code), GitFlic.
- Библиотеки машинного обучения: Scikit-learn, Theano, Apache MXNet, Chainer, Fast.ai, Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK), Deeplearning4j, ML.NET, XGBoost, Rasa, DeepSpeed.
- Фреймворки и системы глубокого обучения: TensorFlow, PyTorch, Keras, PaddlePaddle, Hugging Face Transformers.
- Инструменты для распределённых вычислений и управления процессами: Apache Hadoop, Apache Spark, Apache Airflow, Apache NiFi, Dask, Ray, Optuna, MLflow.
- Средства интеграции и потоковой обработки: Apache Kafka.
- Статистический и математический анализ: EViews, Stata/IC, Statistica 6 Ru, Mathcad Express, Wolfram Mathematica.
- Инструменты для моделирования и симуляций: Anilogic.
- Среда разработки интерфейсов: Qt Creator, Qt Designer.

### **2. Инструменты компьютерного зрения и анализа изображений.**

Используются для обработки фото-, видео- и сенсорных данных:

- Библиотеки и фреймворки: Open Source Computer Vision Library (OpenCV), Caffe, ONNX (Open Neural Network Exchange), Fast.ai, PaddlePaddle.
- Специализированные пакеты: Scanex image processor, Point Cloud Library (PCL).

### **3. BI-платформы и инструменты аналитики.**

Для визуализации, аналитики и принятия решений:

- BI-системы и дашборды: QGIS, PowerBI, Grafana.

- Отраслевые инструменты: ExactFarming, ExactScoring.
- 4. Системы управления данными и базами.**
- Реляционные и нереляционные СУБД:
- PostgreSQL, MySQL, Microsoft SQL Server, MongoDB.

В учебном процессе используется инфраструктура учебно-научных лабораторий Центра «Проектный институт цифровой трансформации АПК», деятельность которого построена на принципах синергии между академическими знаниями и реальными потребностями агропромышленного комплекса. Стратегия направлена на создание устойчивой экосистемы, где студенты, преподаватели и бизнес-партнёры совместно разрабатывают решения для цифровизации отрасли, используя R&D-направления как основу для образовательных модулей и кейсов:

1. IoT-лаборатория (тестирование защищённых каналов управления сенсорами, IPv6/5G).
2. Лаборатория больших данных (контроль качества и предобработка датасетов).
3. Лаборатория цифровых двойников (моделирование агро-объектов).
4. Лаборатория ГИС и ДЗЗ (адаптация геоплатформ под точное земледелие).
5. Лаборатория информационной безопасности (аудит агро-ИТ-систем).
6. Лаборатория биоинформатики (геномные и фенотипические базы данных).
7. Лаборатория цифровых продуктов (прототипирование API и интерфейсов).
8. Лаборатория ИИ в АПК (верификация отраслевых моделей).

В учебном процессе особое место занимает IoT-полигон «Цифровое растениеводство и сельхозаналитика», создаваемый при поддержке индустриального партнёра – АО «Россельхозбанк». Его деятельность строится на принципах тесной интеграции образовательной среды и реального сектора экономики. Полигон обеспечивает студентам возможность работать с актуальными технологиями и оборудованием, применяемыми в агробизнесе, и формировать практические компетенции, напрямую востребованные отраслью.

Ключевая особенность полигона – использование отраслевых VI-платформ ExactFarming и ExactScoring, которые применяются в индустрии для анализа производственных данных и построения предиктивных моделей. Благодаря этому учебные модули и практические кейсы строятся не на абстрактных примерах, а на реальных данных и инструментах, используемых агрохолдингами и фермерскими хозяйствами.

Стратегия функционирования полигона направлена на то, чтобы образовательные модули и проектная работа студентов опирались на реальные запросы индустриального партнёра. В учебные дисциплины интегрированы кейсы по анализу IoT-данных, разработке систем агроскоринга, предиктивному моделированию урожайности и созданию цифровых сервисов для сельского хозяйства. Для их реализации используются следующие оборудование и технологии:

- сенсорные столы NexTable с интерактивной ГИС-подложкой;
- зона проектной аналитики на 15-20 рабочих мест;
- VR-зона для иммерсивной работы с цифровыми двойниками хозяйств;
- витрины с IoT-датчиками (Metos, Sentek, MD514D) и симуляторами устройств;

- VI-дашборды ситуационного центра с аналитикой в реальном времени на базе ExactFarming и ExactScoring.

Такой формат позволяет студентам совместно с экспертами Россельхозбанка и индустриальными наставниками осваивать полный цикл работы с данными: от сбора информации с сенсоров и её предобработки – до визуализации, построения аналитических моделей и разработки готовых цифровых сервисов. В результате IoT-полигон становится связующим звеном между университетом и индустрией: он не только поддерживает научно-образовательную деятельность, но и формирует у студентов опыт взаимодействия с заказчиком, понимание требований бизнеса и готовность к внедрению решений в агропромышленный комплекс.

Робототехнические и сенсорные комплексы используются не как отдельные демонстрационные устройства, а как элементы сквозных образовательных сценариев.

- коллаборативные роботы AUBO-i5, xArm6 с системами машинного зрения интегрированы в занятия по компьютерному зрению и интеллектуальным системам управления: студенты программируют их действия, создают алгоритмы сортировки продукции и автоматизированного контроля качества, фактически имитируя задачи производственной роботизации в АПК;
- мобильные бионические платформы Unitree Go2 EDU позволяют моделировать работу автономных интеллектуальных систем: студенты разрабатывают алгоритмы навигации, анализа сенсорных данных и принятия решений в реальном времени. Такие кейсы приближают их к задачам роботизированного мониторинга хозяйств и сервисного применения ИИ в сельском хозяйстве.;
- почвенные датчики (рН, электропроводимость, влажность, солёность) дают возможность формировать собственные массивы данных для анализа. Студенты измеряют параметры почвы, готовят датасеты и используют их в дисциплинах по предиктивной аналитике и цифровому растениеводству. В результате лабораторные работы превращаются в полноценные исследования, где ИИ применяется для прогноза урожайности и оптимизации агротехнологий.;
- лидары DJI Zenmuse L1, NAVMOPO S1, спектральные камеры и 3D-сканеры применяются для построения цифровых карт и моделей полей. На этих данных студенты учатся выявлять болезни растений, определять биомассу и оценивать эффективность агротехнических мероприятий. Полученные результаты интегрируются в проекты по созданию цифровых двойников агроэкосистем.;

Характеристика материально-технического обеспечения учебного процесса при подготовке специалистов в области ИИ представлена в приложении Г.2 – «Сведения об обеспеченности образовательного процесса специализированными лабораториями».

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Основными видами обучения студентов по дисциплине являются лекции, практические занятия в компьютерном классе и самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Машинное обучение» направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и практических занятиях, на развитие практических умений и включает такие виды работ, как:

- работа с лекционным материалом;
- работа с рекомендованной литературой при подготовке к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену.

При изучении дисциплины "Машинное обучение" используется рейтинговая система оценивания знаний студентов, которая позволяет реализовать непрерывную и комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Непрерывность означает, что текущие оценки не усредняются (как в традиционной технологии), а непрерывно складываются на протяжении семестра при изучении дисциплины. Комплексность означает учет всех форм учебной и самостоятельной работы студента в течение семестра.

Принципы рейтинга: непрерывный контроль (на каждом из аудиторных занятий) и получение более высокой оценки за работу, выполненную в срок. При проведении практических занятий предусмотрено широкое использование активных и интерактивных форм (разбор конкретных ситуаций, устный опрос, защита практических работ).

Бально–рейтинговая система повышает мотивацию студентов.

Промежуточным контролем по дисциплине является экзамен.

В результате изучения дисциплины формируются знания и умения в области инструментальных средств, студенты получают опыт в проектирование информационных систем. Каждому студенту во время практических занятий предоставляется полная возможность быть индивидуальным пользователем компьютера, самостоятельно отрабатывать учебные вопросы и выполнять индивидуальные учебные задания преподавателя.

Основная рекомендация сводится к обеспечению равномерной активной работы студентов над дисциплиной в течение всего семестра: студенты должны прорабатывать курс прослушанных лекций, готовиться к выполнению и защите практических работ, а также выполнять задания, вынесенные на самостоятельную работу. Рекомендуется перед каждой лекцией просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику и конспекту с тем, чтобы лучше воспринять материал лекции. Важно помнить, что ни одна дисциплина не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам. Для хорошего усвоения курса нужна систематическая работа с учебной и научной литературой, а конспект может лишь облегчить понимание и усвоение материала.

В подготовке к занятиям по дисциплине студенты должны активно использовать дополнительную литературу, поскольку именно с ее помощью можно получить наиболее полное и верное представление о происходящих в стране и в мире процессах.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия обязан его отработать:

- лекцию отрабатывают путем устного ответа по пропущенной теме;
- практическое занятие путем выполнения практической работы, которая выполнялась на данном практическом занятии.

### **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

В процессе обучения по дисциплине «Машинное обучение» используются лекционно-практические занятия, разбор конкретных ситуаций, организуется работа с методическими и справочными материалами, целесообразно применение современных технических средств обучения и информационных технологий. Освоение учебной дисциплины предполагает осмысление её разделов и тем на практических занятиях, в процессе которых студент должен закрепить и углубить теоретические знания.

Дисциплина «Машинное обучение» имеет прикладной характер, её теоретические положения и практические навыки могут быть использованы в будущей практической деятельности.

Промежуточный контроль – экзамен.

Рекомендуется определять сроки проведения контрольных мероприятий, максимальная оценка за каждое из них и правила перевода общего количества баллов, полученных при изучении дисциплины, в итоговый результат (экзамен).

Выполнение практических заданий является обязательным для всех обучающихся. Студенты, не выполнившие в полном объеме работы, предусмотренные учебным планом, не допускаются к сдаче экзамена.

**Программу разработали:**

Разработчик (и): \_\_\_\_\_ Дашиева Б.Ш., к.э.н., доцент



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.17 «Машинное обучение»  
ОПОП ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика», направленность «Системы искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр)

Щедриной Еленой Владимировной, доцентом кафедры Информационные технологии в АПК ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом педагогических наук (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Машинное обучение» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика», направленность «Системы искусственного интеллекта» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре кибернетики и кибернетики – Дашиева Б.Ш., к.э.н., доцент

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Машинное обучение» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика», компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта.. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемая участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.03.03 «Прикладная информатика» и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

4. В соответствии с учебным планом и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта, Программой за дисциплиной «Машинное обучение» закреплено пять компетенций (девять индикаторов): ПК-9 (ML-2).1; ПК-10 (ML-3).1; ПК-10 (ML-3).2; ПК-11 (ML-4).1; ПК-11 (ML-4).2; ПК-12 (ML-6).1; ПК-12 (ML-6).2; ПК-18 (LC-2).1; ПК-18 (LC-2).2.. Дисциплина «Машинное обучение» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Машинное обучение» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Машинное обучение» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Машинное обучение» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.03.03 «Прикладная информатика».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов и выступлений, а также контроль выполнения и

проверка отчетности по практическим работам), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как части, формируемая участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В ФГОС ВО направления 09.03.03 «Прикладная информатика».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.


13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименование и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.03.03 «Прикладная информатика» и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Машинное обучение» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Машинное обучение».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Машинное обучение» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика», направленность «Системы искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Дашиева Б.Ш., к.э.н., доцент кафедры кибернетики и кибернетики соответствует требованиям ФГОС ВО, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Щедрин Е.В., доцент кафедры Информационные технологии в АПК ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат педагогических наук 

«28»08 2025 г.