

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий Л.И. Иванова

Должность: директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 2025.08.26 15:53:33

Уникальным программный ключ:

1e90b132d9b04d66a7585160b015dddf2cb1e6a9



**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 статистики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
экономики и управления АПК

Л.И. Хоружий



«28» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11 «Методы машинного обучения»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Направленность: Компьютерные науки и технологии искусственного
интеллекта

Курс 3

Семестр 5, 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики:

Уколова А.В., к.э.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025г.

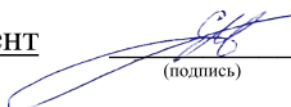
Титов А.Д., ассистент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Рецензент:

Чепурина Е.Л., канд. техн. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профессионального стандарта и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры статистики и кибернетики. Протокол № 11 от 26 августа 2025 г.

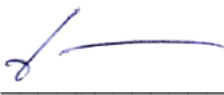
И. о. зав. кафедрой Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института экономики и управления АПК
Гупалова Т.Н., канд. экон. наук, доцент протокол № 1
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

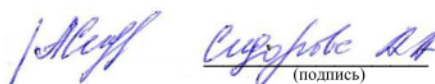
«28» августа 2025 г.

И. о. зав. выпускающей кафедрой
статистики и кибернетики
Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	15
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	17
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	24
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	24
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	33
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	35
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	35
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	35
7.3 СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В НАУЧНЫХ ЖУРНАЛАХ 1 УРОВНЯ БЕЛОГО СПИСКА НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ МИНОБРНАУКИ РОССИИ И СБОРНИКАХ НАУЧНЫХ РАБОТ КОНФЕРЕНЦИЙ УРОВНЯ А*	36
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП)	36
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	36
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	37
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	39
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	39
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	39

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.11 «Методы машинного обучения» для подготовки бакалавров по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» направленности «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»

Цель освоения дисциплины. Основная цель дисциплины «Методы машинного обучения» – овладение студентами основными методами машинного обучения посредством языка программирования Python для решения задач классификации, прогнозирования, кластеризации различных типов данных.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», формируемую участниками образовательных отношений.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы):

ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутый уровень).1; ПКкрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).1; ПКкрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2; ПКкрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).3; ПКкрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).4; ПКкрмии-11 (BD-2. Продвинутый уровень).1; ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2; ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1; ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2; ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1; ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2; ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3; ПКкрмии-4 (FC-1. Базовый уровень).1; ПКкрмии-9 (MF-4. продвинутый уровень).1; ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1

Краткое содержание дисциплины: формирует у студентов глубокие теоретические знания и алгоритмические навыки в области классических и современных методов машинного обучения, необходимые для решения задач анализа данных, проектирования интеллектуальных систем и проведения научно-исследовательских работ в сфере искусственного интеллекта.

Курс охватывает два семестра и включает следующие ключевые разделы:

В 5 семестре рассматриваются математические и статистические основы машинного обучения: методы оптимизации, статистический вывод, проверка гипотез. Изучаются методы предварительного анализа и подготовки данных, включая работу с временными рядами и изображениями, а также классические модели обучения с учителем (линейные модели, деревья решений, SVM). Особое внимание уделяется оценке качества моделей, работе с несбалансированными данными, а также этическим аспектам постановки задач и анализа предвзятости в данных.

В 6 семестре изучаются продвинутые алгоритмы обучения без учителя: кластеризация (K-means, DBSCAN, GMM), методы понижения размерности (UMAP, автоэнкодеры), обнаружение аномалий и поиск ассоциативных правил.

Рассматриваются методы оценки качества моделей без учителя, разработка кастомных метрик, а также подходы к адаптации алгоритмов под специфику задачи. Курс завершается проектированием и защитой комплексного алгоритмического решения, демонстрирующего владение полным циклом разработки: от анализа данных и выбора метода до оценки рисков и обоснования теоретических ограничений.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов, в т. ч. 8 часов практической подготовки).

Промежуточный контроль: зачет, экзамен, КП.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы машинного обучения» является овладение студентами основными методами машинного обучения посредством языка программирования Python для решения классификации, прогнозирования, кластеризации различных типов данных.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Методы машинного обучения» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина «Методы машинного обучения» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО, Учебного плана по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» и компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Методы машинного обучения» являются «Математическая статистика», «Теория информации», «Алгоритмизация и программирование», «Программирование на языке Python», «Основы науки о данных (Data Science)» и др.

Дисциплина «Методы машинного обучения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методы искусственного интеллекта», «Инжиниринг данных», «Большие данные в сельском хозяйстве» и др.

Рабочая программа дисциплины «Методы машинного обучения» 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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
1	ПККрми-8 (MF-3. Продвинутый уровень)	Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта.	ПККрми-8 (MF-3. Продвинутый уровень).1 Индикатор: Применяет методы оптимизации для разработки и исследования обучающих алгоритмов. Уровень освоения индикатора: Анализирует сходимость и эффективность алгоритмов, выбирает и обосновывает применение наиболее подходящих методов в зависимости от характеристик данных и модели	основные классы методов оптимизации, их теоретические основы и условия сходимости.	анализировать сходимость и вычислительную эффективность оптимизационных алгоритмов, применяемых для обучения моделей машинного обучения.	навыком выбора и обоснования оптимального метода оптимизации в зависимости от специфики решаемой задачи, характеристик данных и структуры модели.
2	ПККрми-10 (BD-1. Продвинутый уровень)	Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	ПККрми-10 (BD-1. Продвинутый уровень).1 Индикатор: Обосновывает способы и варианты применения методов предварительного анализа данных в задачах ИИ, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи. Уровень освоения индикатора: Проводит одномерный и многомерный анализ	цели и этапы разведочного анализа данных (EDA), методы описательной статистики, принципы визуализации одномерных и многомерных данных	формулировать гипотезы о структуре данных на основе визуального и статистического анализа, применять методы EDA для выявления зависимостей, корреляций и аномалий, интерпретировать результаты анализа в контексте постановки	навыками проведения полного EDA с использованием Python, методами визуального и количественного анализа распределений и взаимосвязей признаков.

			признаков, в том числе с использованием средств визуализации.		задачи ИИ.	
			ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2 Индикатор: Применяет методы анализа данных для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ. Уровень освоения индикатора: Производит очистку зашумленных временных рядов и изображений. Обнаруживает и устраняет выбросы в данных временных рядов. Подходы к заполнению пропусков в данных временных рядов и изображений	особенности структуры временных рядов и изображений, методы обнаружения и обработки выбросов, подходы к заполнению пропусков	применять методы сглаживания и фильтрации к зашумленным временным рядам и изображениям, обнаруживать и устранять выбросы с учётом временной зависимости; выбирать и обосновывать стратегию заполнения пропусков в зависимости от типа данных.	навыками предварительной обработки временных рядов и изображений, инструментами диагностики качества очистки данных.
			ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).3 Индикатор: Применяет методы понижения размерности для первичной интерпретации и визуализации многомерных данных. Уровень освоения индикатора: Применяет основные методы понижения размерности и подбирает оптимальную размерность в зависимости от необходимой	принципы работы методов понижения размерности, понятие «объяснённой дисперсии» и её роль в выборе числа компонент, ограничения линейных и нелинейных методов при сохранении	применять PCA для сжатия признакового пространства, подбирать оптимальное число главных компонент по заданной доле объяснённой дисперсии, интерпретировать результаты понижения размерности в	навыками реализации и настройки методов понижения размерности в Python, способами оценки сохранения кластерной или классовой структуры после трансформации.

			доли объяснённой дисперсии	структуры данных.	задачах визуализации и подготовки данных.	
			ПККрми-10 (BD-1. Продвинутый уровень).4 Индикатор: Отбирает признаки данных, значимые для исследования. Уровень освоения индикатора: Применяет основы методов отбора признаков и выбирает оптимальное подмножество признаков	типы методов отбора признаков (фильтрационные, обёрточные, встроенные), критерии оценки качества отбора	применять различные методы отбора признаков, анализировать и сравнивать результаты их работы для выбора оптимального подмножества.	навыками реализации и сравнения методов отбора признаков в Python, подходами к оценке устойчивости отбора к изменениям в данных.
3	ПККрми-11 (BD-2. Продвинутый уровень)	Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения, проводить разметку и анализ наборов данных, оценивать качество данных, обеспечивать непрерывную интеграцию данных	ПККрми-11 (BD-2. Продвинутый уровень).1 Индикатор: Определяет требования к наборам и качеству данных для решения задач машинного обучения. Уровень освоения индикатора: Ставит задачу разметки и оценивает качество работы разметчиков	критерии качества обучающих данных: полнота, репрезентативность, согласованность, отсутствие смещений, методы оценки качества разметки	формулировать техническое задание на разметку данных, проектировать процесс контроля качества разметки, анализировать расхождения между разметчиками и выявлять системные ошибки.	навыками разработки протоколов разметки для задач классификации и сегментации, инструментами оценки согласованности и качества аннотаций.
4	ПККрми-14 (ML-2. Экспертный уровень)	Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения, включая подготовку данных, оценку качества моделей и работу с признаками	ПККрми-14 (ML-2. Экспертный уровень).1 Индикатор: Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения. Уровень освоения индикатора: Проектирует и реализует комплексные решения машинного обучения для	основные типы задач машинного обучения (обучение с учителем, без учителя, с подкреплением), их специфику и типовые подходы к решению.	проектировать и реализовывать комплексные пайплайны для решения нестандартных задач — от предобработки данных до оптимизации моделей и интерпретации результатов.	навыком выбора и адаптации методов машинного обучения под специфику задачи, включая интеграцию в единый рабочий процесс (pipeline) и анализ эффективности

			нестандартных задач, включая разработку пайплайнов, оптимизацию моделей и интерпретацию результатов			решения.
			ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2 Индикатор: Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками. Уровень освоения индикатора: Проектирует и внедряет комплексные пайплайны предварительной обработки данных с использованием современных методов ИИ, автоматизации и feature engineering в различных предметных областях	современные методы и алгоритмы предобработки данных, генерации и отбора признаков (feature engineering), а также принципы построения воспроизводимых пайплайнов.	проектировать и внедрять комплексные автоматизированные пайплайны предобработки, адаптированные под специфику данных из различных предметных областей.	навыком создания end-to-end решений для обработки данных, интегрирующих методы feature engineering и современные подходы ИИ для обеспечения качества и эффективности моделей машинного обучения.
			ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3 Индикатор: Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей. Уровень освоения индикатора: Применяет продвинутые методы работы с несбалансированными данными (SMOTE weighted learning). Настраивает кастомные метрики и функции потерь. Проводит статистический анализ значимости результатов	продвинутые методы работы с несбалансированными данными (SMOTE, взвешенное обучение), принципы построения кастомных метрик и функций потерь, а также методы статистического анализа значимости результатов.	применять методы балансировки данных, настраивать специализированные метрики и функции потерь, а также проводить статистический анализ для оценки значимости полученных результатов моделей.	навыком комплексного решения проблем несбалансированных данных — от выбора и применения методов синтеза и взвешивания до оценки качества моделей с использованием специализированных метрик и статистических

						тестов.
5	ПККрми-15 (ML-3. Экспертный уровень)	Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	ПККрми-15 (ML-3. Экспертный уровень).1 Индикатор: 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: Разрабатывает и адаптирует собственные алгоритмические решения на основе классических методов. Обосновывает математически сложные решения	математические основы и алгоритмические реализации классических методов машинного обучения, их ограничения и области применения.	разрабатывать и адаптировать собственные алгоритмические решения на базе классических методов, математически обосновывая их корректность и эффективность.	навыком модификации и комбинирования классических подходов для создания специализированных решений, адаптированных под специфику сложных задач ИИ.
			ПККрми-15 (ML-3. Экспертный уровень).2 Индикатор: Оценивает результативность применения классических методов и моделей машинного обучения в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами. Уровень освоения индикатора: Понимает теоретические ограничения алгоритмов и способен находить баланс между различными подходами. Проводит	теоретические ограничения классических алгоритмов, метрики для сравнительного анализа моделей и принципы оценки бизнес-эффективности.	проводить системный анализ эффективности моделей, учитывая баланс подходов, затраты, риски и бизнес-требования, а также интерпретировать результаты для заказчика.	навыком комплексной оценки решений — от сравнительного тестирования алгоритмов до обоснования выбора модели на основе её практической ценности и понятного представления выводов.

			системный анализ эффективности моделей на уровне бизнес-эффекта, затрат и рисков. Может объяснить результаты моделей заказчику			
6	ПКкрми-16 (ML-4. Экспертный уровень)	Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей	ПКкрми-16 (ML-4. Экспертный уровень).1 Индикатор: Применяет алгоритмы кластеризации и понижения размерности для решения практических задач. Уровень освоения индикатора: Выбирает и настраивает алгоритмы кластеризации (DBSCAN, Mean Shift, Gaussian Mixture Models) и методы понижения размерности (UMAP, автоэнкодеры) в зависимости от специфики задачи. Интерпретирует полученные результаты и применяет их для обоснованных выводов	принципы работы, сильные стороны и ограничения алгоритмов кластеризации (DBSCAN, Mean Shift, GMM) и методов понижения размерности (UMAP, автоэнкодеры).	выбирать, настраивать и применять соответствующие алгоритмы в зависимости от специфики данных и задачи, а также интерпретировать полученные результаты.	навыком комплексного применения методов кластеризации и понижения размерности для извлечения инсайтов и формирования обоснованных выводов на основе результатов анализа.
			ПКкрми-16 (ML-4. Экспертный уровень).2 Индикатор: Выявляет аномалии и применяет методы поиска ассоциативных правил. Уровень освоения индикатора: Интерпретирует полученные результаты для поддержки принятия решений. Разрабатывает и адаптирует алгоритмы под специфические	принципы работы алгоритмов поиска аномалий и ассоциативных правил, их математические основы и критерии оценки качества.	интерпретировать результаты анализа для поддержки принятия решений, адаптировать и оптимизировать алгоритмы под специфические задачи для повышения их точности,	навыком разработки и модификации алгоритмов выявления аномалий и поиска ассоциаций, обеспечивая их практическую применимость и эффективность в реальных условиях.

			задачи, оптимизирует их для повышения точности, объяснимости и скорости		объяснимости и скорости.	
			ПККрми-16 (ML-4. Экспертный уровень).3 Индикатор: Оценивает качество результатов обучения без учителя. Уровень освоения индикатора: Проектирует и реализует индивидуальные стратегии оценки качества результатов обучения без учителя, включая разработку новых метрик и адаптацию существующих подходов к специфике сложных или нестандартных данных	внутренние и внешние метрики оценки качества обучения без учителя, их ограничения и принципы разработки новых оценочных подходов.	проектировать индивидуальные стратегии оценки, адаптировать существующие и разрабатывать новые метрики для нестандартных данных и задач.	Понимает теоретические ограничения алгоритмов и способен находить баланс между различными подходами. Проводит системный анализ эффективности моделей на уровне бизнес-эффекта, затрат и рисков. Может объяснить результаты моделей заказчику
7	ПККрми-4 (FC-1. Базовый уровень)	Способен проводить фронтальные исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики	ПККрми-4 (FC-1. Базовый уровень).1 Индикатор: Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения. Уровень освоения индикатора: Знает основной математический аппарат для теоретического обоснования свойств моделей глубокого обучения. Использует способы эффективного обучения при заданных условиях для часто встречающихся задач	математический аппарат для теоретического обоснования свойств моделей глубокого обучения (теория оптимизации, теория вероятностей, линейная алгебра).	применять способы эффективного обучения моделей в заданных условиях для типовых задач, адаптируя известные алгоритмы под конкретные требования.	навыками модификации и комбинирования фундаментальных подходов для разработки новых алгоритмов, теоретически обосновывая их свойства и эффективность

8	ПККрми и-9 (MF-4. Продви нутый уровень)	Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ	ПККрми-9 (MF-4. Продвинутый уровень).1 Индикатор: Применяет статистические методы анализа и машинного обучения для решения задач анализа данных и проведения экспериментов на данных. Уровень освоения индикатора: Применяет и выбирает методы статистического машинного обучения, учитывая особенности данных и задачи, а также объясняет различия между подходами	основные статистические методы, связь между статистикой и методами машинного обучения, условия применимости параметрических и непараметрических методов.	выбирать статистический метод в зависимости от типа данных и гипотезы, обосновывать выбор модели с точки зрения статистических предпосылок, интерпретировать результаты с учётом неопределённости и статистической значимости.	навыками проведения статистических экспериментов на данных, способами объяснения различий между подходами
9	ПККрми и-1 (SS- 1. Продви нутый уровень)	Способен осуществлять свою трудовую деятельность с учетом определения корректной роли ИИ в различных процессах, критического анализа последствий применения ИИ-технологий, этических принципов	ПККрми-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1 Индикатор: Определяет ценностные предпосылки, когнитивные искажения, культурно-обусловленные предвзятости в данных, алгоритмах, постановке задач для ИИ. Уровень освоения индикатора: Самостоятельно анализирует обучающую выборку на предмет репрезентативности, возможных искажений, скрытых предвзятостей. Соотносит технические характеристики модели с потенциальными рисками её применения (например, низкая	типы и источники смещений в данных и алгоритмах, методы анализа репрезентативности выборки и принципы оценки этических рисков ИС.	выявлять предвзятости в данных и моделях, оценивать влияние технических ограничений модели на надежность её применения в предметной области.	навыком комплексного аудита pipeline машинного обучения на наличие смещений и соотнесения технических характеристик модели с социальными и профессиональными рисками её внедрения.

			устойчивость к шуму — риск в медицинской диагностике)			
--	--	--	--	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зачетные единицы (288/8 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	Итого за 2 семестра	5 семестр всего/*	6 семестр всего/*
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	288/8	108/4	180/4
1. Контактная работа	141,65	71,25	70,4
Аудиторная работа	141,65	71,25	70,4
лекции (Л)	68	34	34
практические занятия (ПЗ)	68/8	34/4	34/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,65	0,25	0,4
консультации	2		2
КРП	3	3	
2. Самостоятельная работа (СРС)	146,35	36,75	109,6
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	110,35	27,75	82,6
-Подготовка к зачёту (контроль)	9	9	
Подготовка к экзамену (контроль)	27		27
Вид промежуточного контроля:		Зачет + КП	Экзамен

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
Раздел 1 Математические и статистические основы обучения	30	12	8		10
Раздел 2 Анализ и подготовка данных	30,75	8	12		10,75
Раздел 3 Классические модели и оценка	30,5	12	8		10,5
Раздел 4 Этические основы и интерпретация	13,5/4	2	6/4		5,5
курсовой проект (КП) (консультация, защита)	3			3	

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25			0,25	
Всего за 5 семестр	108/4	34	34/4	3,25	36,75
Раздел 5 Алгоритмы обучения без учителя	61,5	16	10		35,5
Раздел 6 Обнаружение аномалий и ассоциативные правила	38,6	8	6		24,6
Раздел 7 Оценка и адаптация моделей без учителя	40,5	6	10		24,5
Раздел 8 Проектирование	37/4	4	8/4		25
консультации перед экзаменом	2			2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Всего за 6 семестр	180/4	34	34/4	2,4	109,6
Итого по дисциплине	288/8	68	68/8	5,65	146,35

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1 Математические и статистические основы обучения

Тема 1 Теоретические основы машинного обучения

Рассматриваются фундаментальные математические концепции, лежащие в основе алгоритмов машинного обучения: методы оптимизации (градиентный спуск, условия сходимости), статистический вывод (проверка гипотез, байесовский подход) и основы теории глубокого обучения (вычисление градиентов, функции активации).

Тема 2 Математические основы

Студенты реализуют градиентный спуск «с нуля» и исследуют его поведение на синтетических данных с известными свойствами. Выполняется проверка статистических гипотез с использованием параметрических и непараметрических методов.

Раздел 2 Анализ и подготовка данных

Тема 3 Теория анализа и подготовки данных

Изучаются принципы разведочного анализа данных (EDA) как инструмента выявления структуры: одномерные и многомерные распределения, корреляции, визуализация. Рассматриваются требования к качеству обучающих данных: репрезентативность, отсутствие смещений, критерии оценки качества разметки.

Тема 4 Подготовка данных

Практикуется очистка данных для двух специфических типов: временных рядов (сглаживание, заполнение пропусков, удаление тренда) и изображений (медианная фильтрация, интерполяция). Выполняется понижение размерности (PCA) и отбор признаков с оценкой их значимости.

Раздел 3 Классические модели и их оценка

Тема 4 Теория классических моделей и оценки

Анализируются математические основы классических алгоритмов: линейные модели (регрессия, SVM), деревья решений. Рассматриваются

метрики качества, подходы к работе с несбалансированными данными и проектирование кастомных функций потерь с учётом теоретических ограничений моделей.

Тема 5 Моделирование и оценка

Студенты строят модели, подбирают гиперпараметры и оценивают качество с использованием кросс-валидации. Реализуются методы борьбы с дисбалансом (SMOTE, взвешенное обучение) и анализируется влияние этих методов на распределение данных.

Раздел 4 Этические основы и интерпретация

Тема 6 Этика и интерпретация в машинном обучении

Анализируются источники предвзятости в данных и алгоритмах. Изучаются методы интерпретации (SHAP, LIME) как инструменты обеспечения прозрачности. Рассматриваются риски применения моделей в чувствительных областях (медицина, финансы).

Раздел 5 Алгоритмы обучения без учителя

Тема 7 Теория обучения без учителя

Изучаются математические основы алгоритмов кластеризации (K-means, DBSCAN, GMM) и понижения размерности (UMAP, автоэнкодеры). Анализируются условия применимости, вычислительная сложность и теоретические ограничения методов.

Тема 8 Обучение без учителя

Сравниваются алгоритмы кластеризации на синтетических данных с контролируемой структурой. Применяются UMAP и автоэнкодеры для визуализации и подготовки данных. Оценивается качество кластеризации с помощью стандартных и кастомных метрик.

Раздел 6 Обнаружение аномалий и ассоциативные правила

Тема 9 Теория аномалий и ассоциативных правил

Рассматриваются алгоритмические основы методов обнаружения аномалий (Isolation Forest, LOF) и поиска ассоциативных правил (Apriori, FP-Growth). Анализируется вычислительная сложность и условия применимости.

Тема 10 Аномалии и правила

Применяются методы аномалий и ассоциативных правил для формального анализа структуры данных. Интерпретируются результаты с точки зрения алгоритмической корректности и полезности для последующего моделирования.

Раздел 7 Оценка и адаптация моделей без учителя

Тема 11 Теория оценки моделей без учителя

Изучаются метрики качества для обучения без учителя: Silhouette Score, Davies-Bouldin Index. Обсуждаются их теоретические ограничения и условия применимости. Рассматривается подход к разработке кастомных метрик под специфику задачи.

Тема 12 Оценка моделей

Разрабатываются и тестируются кастомные метрики оценки качества кластеризации. Выполняется системный анализ эффективности алгоритмов по трём критериям: точность, объяснимость, вычислительная сложность.

Раздел 8 Проектирование

Тема 13 Проектирование алгоритмических решений

Студенты проектируют и реализуют end-to-end алгоритмические решения, адаптируя классические методы под нестандартные задачи.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел 1 Математические и статистические основы обучения		ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутый уровень).1 ПКкрмии-9 (MF-4. Продвинутый уровень).1 ПКкрмии-4 (FC-1. Базовый уровень).1		20
	Тема 1 Теоретические основы машинного обучения	Лекция 1. Методы оптимизации: градиентный спуск, условия сходимости, сравнение методов	ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутый уровень).1		4
		Лекция 2. Статистический вывод: проверка гипотез, доверительные интервалы, байесовский подход	ПКкрмии-9 (MF-4. Продвинутый уровень).1		4
		Лекция 3. Математические основы моделей глубокого обучения: градиенты, функции активации	ПКкрмии-4 (FC-1. Базовый уровень).1		4
	Тема 2 Математические основы	Практическая работа 1. Анализ сходимости градиентного спуска на синтетических данных	ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутый уровень).1	защита практической работы	4
		Практическая работа 2. Проверка статистических гипотез: t-тест, χ^2 , ANOVA	ПКкрмии-9 (MF-4. Продвинутый уровень).1	защита практической работы	4
2.	Раздел 2 Анализ и подготовка данных		ПКкрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).1 ПКкрмии-11 (BD-2. Продвинутый уровень).1 ПКкрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2		20

		ПКкрмии-10 (BD-1. Продвину́тый уровень).3 ПКкрмии-10 (BD-1. Продвину́тый уровень).4		
	Тема 3 Теория анализа и подготовки данных	Лекция 4. Разведочный анализ данных: одномерный и многомерный анализ, визуализация структуры	ПКкрмии-10 (BD-1. Продвину́тый уровень).1	6
		Лекция 5. Требования к данным: репрезентативность, качество разметки, оценка работы разметчиков	ПКкрмии-11 (BD-2. Продвину́тый уровень).1	2
	Тема 4 Подготовка данных	Практическая работа 3. Очистка данных: сглаживание и заполнение пропусков во временных рядах, фильтрация шума в изображениях	ПКкрмии-10 (BD-1. Продвину́тый уровень).2	защита практической работы 6
		Практическая работа 4. Понижение размерности (РСА) и отбор признаков (корреляция, важность в дереве)	ПКкрмии-10 (BD-1. Продвину́тый уровень).3, ПКкрмии-10 (BD-1. Продвину́тый уровень).4	защита практической работы 6
3.	Раздел 3 Классические модели и их оценка		ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3 ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2	20
	Тема 5 Теория классических моделей и оценки	Лекция 6. Математические основы классических моделей: линейные модели, деревья, SVM	ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1	8
		Лекция 7. Оценка качества: метрики, несбалансированные данные, кастомные функции потерь	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3, ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2	4

	Тема 6 Моделирование и оценка	Практическая работа 5. Обучение и валидация моделей: подбор гиперпараметров, кросс-валидация	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1	защита практической работы	4
		Практическая работа 6. Работа с дисбалансом: SMOTE, взвешенное обучение, оценка по F1 и AUC	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3	защита практической работы	4
4	Раздел 4 Этические основы и интерпретация		ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2 ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1 ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2		8/4
	Тема 7 Этика и интерпретация в машинном обучении	Лекция 8. Интерпретация моделей: SHAP, LIME, теоретические основы объяснимости	ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2		2
		Практическая работа 7. Анализ предвзятости: проверка репрезентативности, оценка рисков устойчивости к шуму	ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1	защита практической работы, кейс-задача № 1, 2	4/2
		Практическая работа 8. Feature engineering как алгоритмическая задача	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2	защита практической работы, кейс-задача № 3	2/2
5	Раздел 5 Алгоритмы обучения без учителя		ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1		26
	Тема 8 Теория обучения без учителя	Лекция 9. Кластеризация: K-means, DBSCAN, GMM – математические основы, условия применимости	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1		10
		Лекция 10. Понижение размерности: UMAP, автоэнкодеры – нелинейные преобразования и сохранение структуры	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1		6

	Тема 9 Обучение без учителя	Практическая работа 9. Сравнение алгоритмов кластеризации на синтетических и реальных данных	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1	защита практической работы	6
		Практическая работа 10. Применение UMAP и автоэнкодеров для визуализации и подготовки данных	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1	защита практической работы	4
6	Раздел 6 Обнаружение аномалий и ассоциативные правила		ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2		14
	Тема 10 Теория аномалий и ассоциативных правил	Лекция 11. Обнаружение аномалий: Isolation Forest, LOF – алгоритмические основы и сложность	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2		6
		Лекция 12. Ассоциативные правила: Apriori, FP-Growth – формальные основы и оптимизация	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2		2
	Тема 11 Аномалии и правила	Практическая работа 11. Применение методов аномалий и правил для формального анализа данных	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2	защита практической работы	6
7	Раздел 7 Оценка и адаптация моделей без учителя		ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3 ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2		16
	Тема 12 Теория оценки моделей без учителя	Лекция 13. Оценка качества обучения без учителя: Silhouette, Davies-Bouldin, теоретические ограничения	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3		6
	Тема 13 Оценка моделей	Практическая работа 12. Разработка кастомных метрик оценки для специфических структур данных	ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3		6

		Практическая работа 13. Системный анализ эффективности: сравнение алгоритмов по точности, объяснимости и вычислительной сложности	ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2		4
8	Раздел 8 Проектирование		ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1 ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2 ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1 ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1		12/4
	Тема 13 Проектирование алгоритмических решений	Лекция 14. Проектирование комплексных ML-решений: адаптация классических методов под нестандартные задачи	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1		4
		Практическая работа 14. Реализация end-to-end алгоритмического решения: от данных до интерпретации	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1, ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1	защита практической работы, кейс- задачи № 4, 5, 6	6/2
		Практическая работа 15. Защита проекта: обоснование выбора методов, анализ ограничений и рисков	ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2, ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1	защита практической работы, кейс- задачи № 7, 8	2/2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 Математические и статистические основы обучения		
1.	Тема 1 Теоретические основы машинного обучения	Как скорость обучения влияет на сходимость и устойчивость градиентного спуска? Какие статистические критерии применимы при нарушении предпосылок нормальности? Почему функция ReLU стала стандартом в глубоких сетях? Как доказать выпуклость функции потерь логистической регрессии? В чём суть «проклятия размерности» для методов оптимизации? (ПККрмии-8 (MF-3. Продвинутый уровень).1, ПККрмии-9 (MF-4. Продвинутый уровень).1, ПККрмии-4 (FC-1. Базовый уровень).1)
2.	Тема 2 Математические основы	Как оценить, достаточно ли данных для обучения? Каковы математические основы метода главных компонент? Почему корреляция не означает причинно-следственную связь? Как спроектировать протокол разметки для сложной задачи? Какие статистические тесты применимы к категориальным данным? (ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).1, ПККрмии-11 (BD-2. Продвинутый уровень).1)
Раздел 2 Анализ и подготовка данных		
3.	Тема 3 Теория анализа и подготовки данных	Почему деревья склонны к переобучению на шумных данных? Как спроектировать функцию потерь для задачи с асимметричной стоимостью ошибок? Какие теоретические гарантии даёт кросс-валидация? В чём ограничения F1-меры как метрики? (ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).1, ПККрмии-11 (BD-2. Продвинутый уровень).1)
4.	Тема 4 Подготовка данных	Сравните линейную и сплайн-интерполяцию для временных рядов с разрывами. Как обнаружить и устранить артефакты на изображениях? Почему PCA может «испортить» кластерную структуру? Как оценить устойчивость отбора признаков к шуму? Можно ли применять PCA к категориальным данным? (ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2, ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).4, ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).3)
Раздел 3 Классические модели и их оценка		
5.	Тема 5 Теория классических моделей и оценки	Почему деревья склонны к переобучению на шумных данных? Как спроектировать функцию потерь для задачи с асимметричной стоимостью ошибок? Какие теоретические гарантии даёт кросс-валидация? В чём ограничения F1-меры как метрики? (ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1, ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3, ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2)
6.	Тема 6. Моделирование и оценка	Сравните эффективность SMOTE и взвешенного обучения на сильно несбалансированных данных. Как построить кривую ROC и вычислить AUC без библиотек? Почему ассигасу – плохая метрика даже при умеренном дисбалансе? Как оценить статистическую значимость разницы между двумя моделями? (ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1, ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		уровень).3)
Раздел 4 Этические основы и интерпретация		
7.	Тема 7 Этика и интерпретация в машинном обучении	Как формализовать «справедливость» в задаче кредитного скоринга? Почему LIME может давать нестабильные объяснения? Как оценить устойчивость модели к небольшим изменениям входа? Какие математические свойства должны быть у «хорошего» объяснимого метода? (ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2, ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1)
Раздел 5 Алгоритмы обучения без учителя		
8.	Тема 8 Теория обучения без учителя	Почему K-means не работает с кластерами разной плотности? Как алгоритм DBSCAN определяет границы кластеров? Как автоэнкодеры связаны с PCA? Какие теоретические гарантии даёт UMAP? Можно ли применять GMM к данным с выбросами? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1)
9.	Тема 9 Обучение без учителя	Почему Silhouette Score может быть обманчив при перекрывающихся кластерах? Как адаптировать метрику Davies-Bouldin для данных с шумом? Можно ли использовать кластеризацию для инициализации моделей с учителем? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1)
Раздел 6 Обнаружение аномалий и ассоциативные правила		
10.	Тема 10 Теория аномалий и ассоциативных правил	Почему Isolation Forest не требует настройки порога? Как LOF реагирует на шум в данных? Какова сложность алгоритма Apriori от числа транзакций? Можно ли применять ассоциативные правила к непрерывным данным? Как интерпретировать правило с высокой поддержкой, но низкой достоверностью? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2)
11.	Тема 11 Аномалии и правила	Сравните Isolation Forest и LOF на данных с локальными и глобальными аномалиями. Как использовать аномалии для предварительной очистки данных? Можно ли комбинировать ассоциативные правила с классификацией? Как оценить статистическую значимость найденного правила? Как интерпретировать аномалии в контексте временных рядов? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2)
Раздел 7 Оценка и адаптация моделей без учителя		
12.	Тема 12 Теория оценки моделей без учителя	Почему Silhouette Score не работает при большом числе кластеров? Как адаптировать Davies-Bouldin для кластеров разной формы? Как включить бизнес-метрику в оценку кластеризации? Можно ли использовать внешние метрики без истинных меток? Как оценить устойчивость кластеров к небольшим изменениям в данных? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3)
	Тема 13 Оценка моделей	Сравните время работы K-means и DBSCAN на больших данных. Как оценить, что метрика переобучилась на структуру данных? Можно ли использовать SHAP для интерпретации кластеров? Как протестировать устойчивость метрики к шуму? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3, ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2)
Раздел 8 Проектирование		
13.	Тема 13 Проектирование	Как спроектировать pipeline для задачи с несбалансированными временными рядами? Можно ли комбинировать кластеризацию

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	алгоритмических решений	и аномалии в одном решении? Как оценить вычислительную сложность всего pipeline? Как формализовать требования к устойчивости модели? Какие математические гарантии можно дать заказчику? (ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1, ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Практическая работа 1 Анализ сходимости градиентного спуска на синтетических данных	ПЗ Компьютерная симуляция
2.	Практическая работа 9 Сравнение алгоритмов кластеризации на синтетических и реальных данных	ПЗ Компьютерная симуляция
3.	Практическая работа 11. Применение методов аномалий и правил для формального анализа данных	ПЗ Компьютерная симуляция
4.	Все темы	ПЗ Решение кейс-задач

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

Кейс-задачи от индустриального партнера «Россельхозбанка» «Цифровая трансформация финансового сектора методами машинного обучения»

Кейс-задача №1. Классификация обращений клиентов с использованием технологий NLP

Описание:

Банк ежедневно получает сотни обращений от клиентов, поступающих через разные каналы общения (чат, телефон, email). Большинство обращений требуют ручного рассмотрения операторами, что занимает значительное время и ресурсы. Для оптимизации процесса обработки обращений требуется автоматизировать процедуру их сортировки и маршрутизации.

Цель:

Создать простое решение на основе NLP для быстрой автоматической классификации обращений клиентов по основным тематикам.

Задачи:

1. Ознакомление с предметной областью. Познакомиться с применением NLP для автоматизации клиентской поддержки.
2. Подготовка небольшого набора данных. Собрать небольшой датасет из нескольких десятков клиентских обращений, заранее отмеченных тематиками.
3. Предварительная обработка текста. Выполнить токенизацию, очистку текста от стоп-слов и приведение к нижнему регистру.
4. Простая векторизация текста. Преобразовать текст в векторное представление с помощью CountVectorizer или TF-IDF.
5. Реализация простой модели классификации. Быстрая реализация модели LogisticRegression или RandomForestClassifier для классификации обращений.
6. Оценка результата. Оценить работу модели, посчитав метрику точности и F1 score.
7. Представление решения. Сделать короткий отчёт о выполненных этапах, инструментах и полученных результатах.

Кейс-задача №2. Рекомендательная система по страховым продуктам

Описание:

Клиенты банка нуждаются в помощи при выборе подходящего страхового покрытия своего сельского хозяйства. Необходимо разработать инструмент, помогающий подобрать оптимальный страховой пакет.

Цель:

Создать рекомендательную систему страхования агропредприятий на основе данных о прошлом опыте страхователей.

Задачи:

1. Изучите общие подходы к созданию рекомендательных систем.
2. Сделайте базу небольших исторических данных по убыткам и платежам.
3. Реализуйте простейший рекомендатель на основе ближайшего соседства (KNN).
4. Продемонстрируйте работу модели на примере одного клиента.
5. Зафиксируйте ограничения и направления совершенствования.
6. Итоговый доклад о выполненной задаче.

Кейс-задача №3. Оптимизация маркетинговых кампаний через ML-аналитику

Описание:

Маркетинговая команда проводит регулярные рекламные акции, но хочет повысить их эффективность путём персонализации и точного таргетинга. Необходимо сегментировать аудиторию и спрогнозировать отклик клиентов на рекламу.

Цель:

Используя методы машинного обучения, создать модель прогнозирования отклика на маркетинговые кампании.

Задачи:

1. Ознакомиться с теоретическими аспектами сегментации и прогнозирования откликов.
2. Загрузить и подготовить минимальный набор данных о клиентах и прошлых рекламных акциях.
3. Простая кластеризация аудитории с помощью K-means.
4. Тренировка бинарной модели классификации (логистическая регрессия или дерево решений).
5. Базовая оценка модели по AUC и accuracy.
6. Написать краткую презентацию результатов.

Кейс-задача №4. Автоматический скоринг малого бизнеса

Описание:

Небольшие предприятия зачастую испытывают трудности с доступом к кредитам ввиду отсутствия полноценной финансовой истории. Решением может стать использование нестандартных источников данных для оценки платёжеспособности.

Цель:

Разработать простейшую ML-модель скоринга малого бизнеса на основе цифровых следов и косвенных данных.

Задачи:

1. Узнать основные подходы к скорингу и использованию нетрадиционных данных.
2. Сформировать искусственную выборку для моделирования.
3. Реализовать модель скоринга на основе дерева решений.
4. Минимальное тестирование и оценка точности.
5. Определяются дальнейшие пути расширения.
6. Устный отчет о проделанных действиях.

Кейс-задача №5. Прогнозирование эффективности инвестиций

Описание:

Инвестиции в сельское хозяйство несут значительные риски, зависящие от множества внешних факторов. Необходимо оценивать перспективность новых проектов перед принятием инвестиционного решения.

Цель:

Разработать простую модель прогнозирования возврата инвестиций в агропромышленность.

Задачи:

1. Получить начальные знания о процессе инвестирования и оценке риска.
2. Найдите набор данных с показателями прибыльности проектов прошлого.
3. Постройте простой регрессор (Linear regression / Decision tree).

4. Тестирование и интерпретация результатов.
5. Заключение о возможных путях усовершенствования.
6. Презентация полученного опыта.

Кейс-задача №6. Управление долговыми нагрузками клиентов

Описание:

Индивидуальный подход к клиентам с проблемной задолженностью необходим для эффективного урегулирования ситуации и предотвращения потерь для банка.

Цель:

Спроектировать прототип ML-модели, позволяющей прогнозировать успешность разных стратегий реструктуризации задолженности.

Задачи:

1. Понять необходимость индивидуализации подходов при реструктуризации долга.
2. Собрать учебные данные по случаям реструктуризации.
3. Тренировка модели-классификатора (дерево решений или логистическая регрессия).
4. Прimitивная оценка эффективности.
5. Резюме ограничений текущего подхода и направлений развития.
6. Доклад по результатам эксперимента.

Кейс-задача №7. Управление ликвидностью банка с применением Big Data

Описание:

Банковская казна ежедневно сталкивается с необходимостью быстрого анализа миллионов финансовых операций для поддержания достаточного уровня ликвидности.

Цель:

Проектирование элементарной системы прогнозирования дефицита ликвидности с использованием простых техник big data.

Задачи:

1. Понять основы управления ликвидностью в банковской среде.
2. Подготовить маленький набросок архитектуры с использованием Spark/Hadoop.
3. Имитация простого ETL-пайплайна на локальной машине с небольшими объёмами данных.
4. Обучение примитивной модели прогнозирования дефицитов (регрессия).
5. Вывод основной идеи масштабируемого решения.
6. Оформить отчёт о ходе работ.

Кейс-задача №8. Интеллектуальный чат-бот для фермеров

Описание:

Фермеры сталкиваются с трудностями в понимании банковских продуктов и услуг. Требуется чат-бот, способный отвечать на запросы клиентов и помогать разобраться в продуктах банка.

Цель:

Разработке прототипа NLP-диалогового агента для консультирования фермеров.

Задачи:

1. Уяснить принципы работы NLP-моделей и chatbot'ов.
2. Скачать небольшой датасет FAQ-фермера и кредитных продуктов.
3. Создание минимальной рабочей модели на базе трансформеров (BERT/GPT).
4. Простое тестирование бот-интерфейса с несколькими вопросами.
5. Рефлексия по возможным направлениям развития.
6. Доклад о выполненном задании.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

1. Как формально определить задачу машинного обучения? Перечислите основные типы задач (с учителем, без учителя) и их математические постановки.
2. В чём принципиальное различие между задачами классификации и регрессии с точки зрения пространства выходов и функции потерь?
3. Какие математические и статистические предпосылки лежат в основе корректной постановки ML-задачи?
4. Какие источники предвзятости могут возникнуть на этапе формализации задачи? Как они связаны с искажениями в данных?
5. Какова роль методов оптимизации в обучении моделей? Какие условия гарантируют сходимость градиентного спуска?
6. Дайте формальные определения переобучения и недообучения через bias-variance decomposition.
7. Как регуляризация влияет на вычислительную сложность и обобщающую способность модели?
8. Почему k-кратная кросс-валидация даёт несмещённую оценку качества? Какова её вычислительная сложность?
9. Как метрики precision, recall и F1 связаны с матрицей ошибок? Почему они предпочтительнее ассигасу при дисбалансе?
10. Докажите, что ассигасу не является состоятельной метрикой при сильном дисбалансе классов.
11. Как метод SMOTE изменяет распределение обучающих данных? В каких случаях он нарушает структуру классов?
12. Как взвешенное обучение связано с модификацией функции потерь? Приведите математическую формулировку.
13. Выведите градиент функции потерь логистической регрессии. Чем её вероятностная интерпретация отличается от линейной регрессии?
14. Как критерии энтропии и Джини связаны с информационной теорией? Почему они достигают минимума при чистых узлах?

15. Как случайный лес уменьшает дисперсию предсказаний? Обоснуйте с точки зрения теории ансамблей.
16. Почему метод опорных векторов эффективен в пространствах высокой размерности? Как ядра расширяют линейную делимость?
17. Какие вероятностные предположения лежат в основе наивного байесовского классификатора? Почему «наивность» не всегда вредит?
18. Как качество kNN зависит от размерности пространства и расстояния между классами? Объясните «проклятие размерности».
19. Какие статистические гипотезы можно формулировать на этапе разведочного анализа данных?
20. Сравните методы импутации пропусков по математическим свойствам (смещение, дисперсия).
21. Какие методы кодирования категориальных признаков устойчивы к высокой кардинальности? Почему one-hot не всегда применим?
22. Как понижение размерности связано с задачей аппроксимации? Какие свойства данных оно сохраняет/теряет?
23. Как метод главных компонент связан с сингулярным разложением? Как выбрать число компонент по доле объяснённой дисперсии?
24. Сравните фильтрационные и встроенные методы отбора признаков по вычислительной сложности и устойчивости.
25. Как оценить стабильность отбора признаков к небольшим изменениям в данных?
26. Как SHAP удовлетворяет аксиомам локальности, согласованности и аддитивности?
27. Как когнитивные искажения проектировщика могут привести к системной предвзятости в данных?
28. Как формально оценить качество разметки (например, через коэффициент Каппа)?
29. Как feature engineering связан с трансформацией признакового пространства? Приведите примеры, изменяющие линейную делимость.
30. Как спроектировать ML-пайплайн с точки зрения сохранения математических свойств данных на каждом этапе?

Перечень вопросов, выносимых на итоговую аттестацию (экзамен)

1. Какова роль выпуклости в задачах оптимизации ML? Приведите пример невыпуклой функции потерь.
2. В чём разница между байесовским и частотным подходами к статистическому выводу? Как это влияет на интерпретацию модели?
3. Как выбрать статистический критерий для проверки гипотезы в зависимости от типа данных и распределения?
4. Как методы устойчивой статистики помогают при наличии выбросов в данных?

5. Как обнаружить и устранить выбросы во временных рядах с учётом временной зависимости?
6. Какие методы заполнения пропусков в изображениях сохраняют локальную структуру текстуры?
7. Почему PCA может исказить кластерную структуру? В каких случаях предпочтительнее UMAP?
8. Как выбрать оптимальное подмножество признаков, минимизируя информационную потерю?
9. Почему логистическая регрессия является калиброванной моделью?
10. Как критерий Джини связан с дисперсией предсказаний дерева решений?
11. Докажите, что ансамбли деревьев уменьшают дисперсию, но не смещение.
12. Как ядра в SVM связаны с преобразованием в гильбертово пространство?
13. Как кастомная функция потерь может учитывать асимметричную стоимость ошибок?
14. Почему SMOTE может создавать «мосты» между классами? Как этого избежать?
15. Как формально определить устойчивость модели к шуму в данных?
16. Как SHAP связан с теорией кооперативных игр (Shapley value)?
17. Можно ли формально доказать, что модель не дискриминирует по защищённому признаку?
18. Как оценить репрезентативность обучающей выборки с точки зрения теории вероятностей?
19. Какие математические гарантии можно дать при применении модели в чувствительных областях (медицина, финансы)?
20. Почему K-means не находит кластеры разной плотности? Приведите формальный контрпример.
21. Как DBSCAN определяет границы кластеров через плотность?
22. Как GMM обобщает K-means через вероятностную модель?
23. Как выбрать число кластеров без истинных меток, используя теоретические критерии?
24. Как UMAP сохраняет топологическую структуру данных?
25. Как автоэнкодеры связаны с нелинейным обобщением PCA?
26. Почему Silhouette Score может быть вводящим при перекрывающихся кластерах?
27. Как Davies-Bouldin Index оценивает компактность и разделимость кластеров?
28. Как разработать кастомную метрику качества кластеризации, учитывающую специфику данных (например, временные ряды)?
29. Как оценить устойчивость кластеров к небольшим возмущениям в данных?
30. Почему Isolation Forest эффективен в пространствах высокой размерности?

31. В чём разница между статистическим выбросом и семантической аномалией?
32. Как LOF определяет локальную плотность через k-ближайших соседей?
33. Как Arğiöği использует монотонность поддержки для оптимизации поиска?
34. Как оценить статистическую значимость ассоциативного правила?
35. Как адаптировать алгоритм кластеризации для данных с временной зависимостью?
36. Как модифицировать SMOTE для временных рядов, сохраняя автокорреляцию?
37. Как спроектировать pipeline для задачи с несбалансированными изображениями?
38. Как оценить вычислительную сложность end-to-end ML-решения?
39. Какие математические свойства должны быть у «хорошего» алгоритма ИИ (устойчивость, интерпретируемость, обобщающая способность)?
40. Как формально определить «риск применения модели» в задаче с неопределёнными последствиями?
41. Какие теоретические ограничения имеет метод главных компонент?
42. Почему деревья решений неустойчивы к шуму в данных?
43. Как кросс-валидация связана с оценкой обобщающей способности?
44. Какие математические основы лежат в основе градиентного бустинга?
45. Как fairness можно формализовать в виде ограничения на модель?
46. Как оценить, что модель переобучилась, с использованием статистических тестов?
47. Как математическая строгость влияет на надёжность и безопасность ИИ-систем?

Пример работ

Практическая работа 3. Очистка данных: сглаживание и заполнение пропусков во временных рядах, фильтрация шума в изображениях

Цель задания: Освоить методы предварительной обработки специализированных типов данных — временных рядов и изображений

Условие задания: Даны два набора данных: временной ряд – показания датчика температуры с пропусками и импульсным шумом (резкие скачки); изображение – снимок с датчика, содержащий соль-и-перец (impulse noise) и локальные пропуски (битые пиксели).

Требуется

Для временных рядов:

- Визуализировать исходный ряд, выявить пропуски и аномалии.
- Применить методы сглаживания: скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание.
- Заполнить пропуски: линейная интерполяция, сплайн-интерполяция, заполнение по сезонности.
- Оценить, какой метод лучше сохраняет тренд и сезонность.

Для изображений:

- Визуализировать зашумлённое изображение.
- Применить фильтрацию: медианный фильтр, фильтр Гаусса, bilateral filter.
- Заполнить пропуски: интерполяция по соседям, inpainting на основе текстуры.
- Сравнить качество восстановления по SSIM (Structural Similarity Index).

Данные:

- sensor_temperature.csv – 5000 временных точек, 5% пропусков, 2% выбросов.
- noisy_image.png – изображение 256×256, 3% импульсного шума, 1% битых пикселей.

Практическая работа 7. Анализ предвзятости: проверка репрезентативности, оценка рисков устойчивости к шуму

Цель задания: Научиться выявлять скрытые предвзятости в данных и оценивать риски, связанные с низкой устойчивостью модели к шуму,

Условие:

Дан датасет credit_applications.csv с заявками на кредит:

- Признаки: возраст, доход, регион, образование, история платежей.
- Целевой признак: одобрение (0/1).
- Известно, что в исторических данных регулярно отклонялись заявки из определённых регионов, несмотря на финансовую надёжность.

Что требуется сделать:

Проверить репрезентативность выборки:

- Сравнить распределение признаков в обучающей выборке и в генеральной совокупности (предоставленной отдельно).
- Оценить баланс классов по регионам.

Провести анализ предвзятости:

- Вычислить демографический паритет по регионам.
- Проверить, коррелирует ли регион с целевой переменной после контроля дохода.

Оценить устойчивость модели к шуму:

- Обучить логистическую регрессию.
- Добавить гауссовский шум к признакам ($\sigma = 0.1, 0.5, 1.0$).
- Измерить падение AUC и частоту изменения предсказаний.

Сделать вывод: какие риски возникают при развёртывании модели в реальных условиях?

Данные:

- credit_applications.csv – 3000 заявок, 8 признаков.
- population_stats.csv – статистика по генеральной совокупности (распределение по возрасту, региону и т.д.).

Практическая работа 9. Сравнение алгоритмов кластеризации на синтетических и реальных данных

Цель: Изучить поведение алгоритмов кластеризации (K-means, DBSCAN, GMM) на данных с контролируемой структурой и оценить их применимость в реальных задачах

Условие: Студент получает:

1. Синтетические данные:
 - «Кольцо и месяц» (неконвексные кластеры),
 - Кластеры разной плотности,
 - Данные с шумом (точки вне кластеров).
2. Реальные данные:
 - customer_segments.csv — поведенческие признаки клиентов (частота покупок, средний чек и др.).

Требуется:

1. Для синтетических данных:
 - Применить K-means, DBSCAN, GMM.
 - Визуализировать результаты в 2D.
 - Оценить качество по Silhouette Score и визуальному соответствию истинной структуре.
2. Для реальных данных:
 - Нормализовать признаки.
 - Подобрать гиперпараметры (например, eps для DBSCAN через k-distance graph).
 - Оценить качество по Davies-Bouldin Index.
3. Сравнить алгоритмы по:
 - Способности находить кластеры разной формы и плотности,
 - Устойчивости к шуму,
 - Требованиям к числу кластеров,
 - Вычислительной сложности.

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

Оценка практических работ

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции 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 текущей работы в семестре.

Работы должны быть выполнены по своему варианту, оформлены в соответствии с требованиями стандартов по оформлению текстовых документов в текстовом редакторе MS Word. Работы сдаются в электронном виде.

По результатам защиты могут быть получены следующие баллы:

9-10 баллов – расчеты (если имеются) проведены корректно, результаты правильно интерпретированы. Полностью выполнены все пункты выданного задания. Работа оформлена в соответствии с требованиями стандартов по оформлению текстовых документов. Студент развернуто и свободно ответил на все вопросы при защите работы.

7-8 баллов – работа выполнена, выполнены все пункты выданного задания, но не полностью, либо с несущественными ошибками, имеются незначительные ошибки в интерпретации результатов и/или оформлении. Студент в целом ответил на все поставленные вопросы, ориентируется в работе.

4-6 баллов – работа в целом выполнена, выполнены основные, но не все пункты выданного задания, либо с существенными ошибками, имеются значительные ошибки в интерпретации полученных результатов и представления данных, оформления работы. Некоторые вопросы по работе вызывают затруднения.

1-3 балла – имеются грубые ошибки в методике выполнения, интерпретации полученных результатов и представления данных, оформления работы, большая часть пунктов выданного задания не выполнена. Студент не отвечает на вопросы при защите.

Итого за практические работы студент может получить 80 баллов в 5 семестре и 70 баллов в 6 семестре.

Зачет по дисциплине получают студенты, набравшие не менее 60% от максимального количества баллов.

К сдаче экзамена допускаются студенты сдавшие все практические работы.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется преподавателем в соответствии со шкалой таблицы 7.

Таблица 7

Текущий рейтинг	Оценка			
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
в процентах	0-59	60-69	70-84	85-100

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом

Оценка	Критерии оценивания
	баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Дядюнов Д. А. Машинное обучение для риск-менеджмента в банке: возможности и вызовы //Вестник науки. – 2025. – Т. 1. – №. 1 (82). – С. 265-273.
2. Цехмейструк А. Н. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ //Современные тенденции развития IT-индустрии: сборник научных. – С. 79.
3. Мухамедиев Р., Амиргалиев Е. Введение в машинное обучение. – Litres, 2024.

7.2 Дополнительная литература

1. Бонцанини, М. Анализ социальных медиа на Python. Извлекайте и анализируйте данные из всех уголков социальной паутины на Python / М. Бонцанини ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 288 с. — ISBN 978-5-97060-574-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108129>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Шалев-Шварц, Ш. Идеи машинного обучения : учебное пособие / Ш. Шалев-Шварц, Бен-ДавидШ. ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 436 с. — ISBN 978-5-97060-673-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131686>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Юре, Л. Анализ больших наборов данных / Л. Юре, Р. Ананд, Д. У. Джеффри ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 498 с. — ISBN 978-5-97060-190-7. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93571>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Шамис В. А. Применение языка программирования Python для решения различных задач //Евразийская интеграция: современные тренды и перспективные направления. – 2025. – Т. 8. – С. 158-162.

7.3 Статьи, опубликованные в научных журналах 1 уровня Белого списка научных журналов Минобрнауки России и сборниках научных работ конференций уровня А*

1. Fakhouri, A., Adjed, F., Gonzalez, M., & Royer, M. (2024). ML Model Coverage Assessment by Topological Data Analysis Exploration. Proceedings of the AAAI Symposium Series, 4(1), 32-39. <https://doi.org/10.1609/aaais.v4i1.31768>

2. Krenn, M., Buffoni, L., Coutinho, B. et al. Forecasting the future of artificial intelligence with machine learning-based link prediction in an exponentially growing knowledge network. Nat Mach Intell 5, 1326–1335 (2023). <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00735-0>

3. Raghavan, G., Tharwat, B., Hari, S.N. et al. Engineering flexible machine learning systems by traversing functionally invariant paths. Nat Mach Intell 6, 1179–1196 (2024). <https://doi.org/10.1038/s42256-024-00902-x>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (открытый доступ)

1. Python 3.11.1 documentation. – URL: <https://docs.python.org/3/>
2. Google's Python Class. – URL: <https://developers.google.com/edu/python>
3. Machine Learning Crash Course. – URL: <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course>
4. Введение в Python. – URL: <https://steps.2035.university/collections/c4706f68-0aa9-419b-8d8a-c9a968a108fc>
5. Kaggle. – URL: <https://www.kaggle.com/>
6. Machine Learning Repository. – URL: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/default+of+credit+card+clients>

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	Разделы 1-8	Python	расчетная, обучающая, контролирующая	Python Software Foundation	Текущая версия

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
2	Разделы 1-8	Google Collab	расчетная, обучающая, контролирующая	Google	Текущая версия
3	Разделы 1-8	Jupyter Notebook	расчетная, обучающая, контролирующая	Anaconda	Текущая версия

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

Занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием для проведения лекционных занятий. Практические занятия проводятся с использованием технических и программных средств в аудитории, оснащенной персональными компьютерами и доступом в интернет.

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
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (2й учебный корпус, 102 ауд.)</i>	Количество рабочих мест: 16 - Компьютеры 28 шт. - Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. - Стенд «Сергеев Сергей Степанович 1910-1999» 1 шт. (Инв. №591013/25) - Огнетушитель порошковый 1 шт. (Инв. №559527) - Подвесное крепление к огнетушителю 1 шт. (Инв. № 559528) - Жалюзи 2шт. (Инв. №1107-221225, Инв. №1107-221225) - Стул 29 шт. - Стол компьютерный 28 шт. - Стол для преподавателя 1 шт. - Доска маркерная 1 шт. - Трибуна напольная 1 шт. (без инв. №) Структурное подразделение: Институт Экономики

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (2й учебный корпус, 106 ауд.)</i>	и управления, Кафедра Статистики и кибернетики Количество рабочих мест: 16 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Институт Экономики и управления, Кафедра Статистики и кибернетики
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (2й учебный корпус, 302 ауд.)</i>	Количество рабочих мест: 16 1. Системный блок 17 шт. Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. 2. Монитор 17 шт. 3. Телевизор 1 шт. 4. Стол для преподавателя 1 шт. 5. Стол компьютерный 16 шт. 6. Стул офисный 17 шт. Структурное подразделение: Институт Экономики и управления, Кафедра Статистики и кибернетики
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (1й учебный корпус, 212 ауд.)</i>	Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Кафедра Цифровая кафедра
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для</i>	Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
<i>групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (1й учебный корпус, 214 ауд.)</i>	Структурное подразделение: Кафедра Цифровая кафедра
<i>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова</i>	Читальные залы библиотеки
<i>Студенческое общежитие</i>	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Предполагается, что студент выполняет практическое задание в аудитории, дома оформляет и готовится по теоретическим вопросам к защите отчета на следующем занятии.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие, обязан предъявить преподавателю документы установленного образца, подтверждающие необходимость пропуска. Не допускается пропуск занятий без уважительной причины.

Студент, пропустивший занятия, осваивает материал самостоятельно (выполняет практическое задание по своему варианту в компьютерном классе кафедры в часы, свободные от занятий, изучает теоретические вопросы).

Студент, пропустивший лекцию, отвечает на вопросы по пропущенной теме.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

На первом занятии преподаватель закрепляет за каждым студентом номер варианта для выполнения индивидуальных работ (как правило, номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале преподавателя). По каждой индивидуальной работе должна быть поставлена оценка по факту ее защиты. Защиту рекомендуется проводить на следующем после получения задания занятии. Преподаватель обязан проверить соответствие выполненного задания исходным данным варианта студента. Таким образом, исключается вероятность плагиата.

Преподаватель должен стимулировать студентов к занятию научно-исследовательской работой, изучению научной литературы по теме искусственного интеллекта, в т.ч. отечественной и зарубежной периодики.

Программу разработали:

А.В. Уколова, к.э.н., доцент

ФИО, ученая степень, ученое звание



(подпись)

А.Д. Титов, ассистент

ФИО, ученая степень, ученое звание



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Методы машинного обучения»
ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии»,
направленности «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Чепуриной Екатериной Леонидовной, доцентом кафедры инженерной и компьютерной графики (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Методы машинного обучения» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 – «Информационные системы и технологии», направленности «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта», разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре статистики и кибернетики (разработчики – Уколова Анна Владимировна, доцент кафедры статистики и кибернетики, Титов Артем Денисович, ассистент кафедры статистики и кибернетики)

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Методы машинного обучения» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.02 – «Информационные системы и технологии» и компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта (КРМ ИИ). 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 учебного цикла, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 – «Информационные системы и технологии» и компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта (КРМ ИИ).

4. В соответствии с учебным планом и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта (КРМ ИИ) за дисциплиной «Методы искусственного интеллекта» закреплена 1 универсальная компетенция (**1 индикатор**), 1 опережающая компетенция (**1 индикатор**) и 7 профессиональных компетенций (**14 индикаторов**). Дисциплина «Методы машинного обучения» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Методы машинного обучения» составляет 8 зачётных единиц (288 часов, в т.ч. 8 часов практической подготовки).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Методы машинного обучения» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 – «Информационные системы и технологии» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины «Методы машинного обучения» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.03.02 – «Информационные системы и технологии».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение и защита практических заданий), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета и КП в первом семестре и экзамена во втором семестре изучения, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части учебного цикла, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.В ФГОС ВО направления 09.03.02 – «Информационные системы и технологии».

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, статьи, опубликованные в научных журналах 1 уровня Белого списка научных журналов Минобрнауки России и сборниках научных работ конференций уровня А* – 3 источника, Интернет-ресурсы – 6 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 – «Информационные системы и технологии».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Методы машинного обучения» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Методы машинного обучения».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Методы машинного обучения» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленность «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Уколовой Анной Владимировной кафедры статистики и кибернетики и Титовым Артемом Денисовичем, ассистентом кафедры статистики и кибернетики, соответствует требованиям ФГОС ВО, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта (КРМ ИИ), современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Чепурина Е.Л., доцент инженерной и компьютерной графики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук



(подпись)

«26» августа 2025 г.