

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий Л.И. Ивановна

Должность: директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 2025.08.26 15:01:48

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: Большие данные и машинное обучение

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.

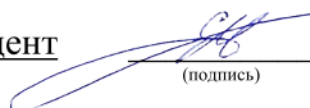
Титов А.Д., ассистент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(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.

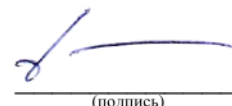
И. о. зав. кафедрой Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(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	34
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	34
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*	35
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП)	35
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	36
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	38
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	38
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 «Большие данные и машинное обучение»

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. Экспертный уровень).1; ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).2; ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).3; ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).4; ПКкрмии-11 (BD-2. Экспертный 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. Экспертный уровень).1; ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1

Краткое содержание дисциплины: формирует у студентов системные знания и практические навыки в области теории и применения современных методов машинного обучения для решения задач обработки больших данных и проектирования интеллектуальных информационных систем.

Курс охватывает два семестра и включает следующие ключевые разделы: В 5 семестре рассматриваются математические основы машинного обучения (оптимизация, статистический вывод), методы предварительного анализа и инженерии данных (очистка, кодирование, понижение размерности, отбор признаков), классические модели обучения с учителем (линейные модели, деревья решений, ансамбли), подходы к оценке качества моделей, включая работу с несбалансированными данными, а также этические аспекты постановки задач и анализа предвзятости в данных. В 6 семестре изучаются продвинутые методы обучения без учителя: алгоритмы кластеризации (K-means, DBSCAN, GMM), методы понижения размерности (UMAP, автоэнкодеры), обнаружение аномалий и поиск ассоциативных правил. Особое внимание уделяется оценке качества моделей без учителя, интерпретации и объяснимости результатов, этическому аудиту ИИ-систем, а также

проектированию комплексных end-to-end ML-решений, включая вопросы интеграции в информационные системы и обеспечения масштабируемости.

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. Экспертный уровень)	Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	ПККрми-10 (BD-1. Экспертный 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: Формулирует гипотезы относительно данных,	методы предварительного анализа данных, их математические основы и алгоритмические реализации для проверки статистических гипотез.	формулировать и проверять гипотезы о данных, используя инструменты разведочного анализа и статистические тесты.	навыком адаптации методов предварительного анализа для верификации гипотез и преобразования данных в соответствии с целями задачи.

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
			подтверждает или опровергает их			
			ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).2 Индикатор: Применяет методы анализа данных для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ. Уровень освоения индикатора: Применяет комплексный подход к очистке данных. Применяет методы генерации синтетических данных	методы комплексной очистки данных и основные подходы к генерации синтетических данных (GAN, SMOTE, VAEs).	применять комплексные методы очистки данных и генерировать синтетические данные для решения задач верификации гипотез и расширения обучающих выборок.	навыками проектирования и реализации полного пайплайна предобработки данных — от очистки и анализа до генерации синтетических данных для подготовки к решению задач ИИ.
			ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).3 Индикатор: Применяет методы понижения размерности для первичной интерпретации и визуализации многомерных данных. Уровень освоения индикатора: Владеет различными методами понижения размерности, оценивает результаты их работы и сравнивает между собой	различные методы понижения размерности (линейные и нелинейные), их принципы работы, преимущества и ограничения.	применять методы понижения размерности, оценивать качество их работы и проводить сравнительный анализ результатов.	навыками выбора и применения оптимального метода понижения размерности для визуализации и интерпретации многомерных данных в зависимости от их структуры и поставленной задачи.
			ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).4	основные методы отбора признаков	применять различные методы отбора	навыком комплексного

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
			Индикатор: Отбирает признаки данных, значимые для исследования. Уровень освоения индикатора: Владеет различными методами отбора признаков, оценивает результаты их работы и сравнивает между собой	(фильтры, встроенные методы, методы-обёртки), их принципы работы и критерии оценки.	признаков, анализировать и сравнивать результаты их работы для выбора оптимального подмножества.	использования и сравнения методов отбора признаков для повышения эффективности и интерпретируемости моделей машинного обучения.
3	ПКкрми и-11 (BD-2. Эксперт ный 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	ПКкрмии-11 (BD-2. Экспертный уровень).1 Индикатор: Определяет требования к наборам и качеству данных для решения задач машинного обучения. Уровень освоения индикатора: Разрабатывает требования для разметки и обработки данных	принципы формирования требований к качеству данных, методы валидации и стандарты разметки для задач машинного обучения.	разрабатывать требования к процессам разметки и обработки данных, учитывая специфику решаемой задачи и характеристики моделей.	навыком проектирования комплексных требований к данным, обеспечивающих их пригодность для обучения эффективных и надежных моделей.
4	ПКкрми и-14 (ML-2. Эксперт ный уровень)	Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения, включая подготовку данных, оценку качества моделей и работу с признаками	ПКкрмии-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

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
			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	продвинутые методы работы с несбалансированными данными (SMOTE, взвешенное обучение), принципы построения кастомных метрик и функций потерь, а также методы	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

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
			потерь. Проводит статистический анализ значимости результатов	статистического анализа значимости результатов.		специализированны х метрик и статистических тестов.
5	ПКкрми и-15 (ML-3. Эксперт ный уровень)	Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	ПКкрмии-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 специализированны х решений, адаптированных под специфику сложных задач ИИ.
			ПКкрмии-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:	теоретические ограничения классических алгоритмов, метрики для сравнительного анализа моделей и принципы оценки бизнес-	проводить системный анализ эффективности моделей, учитывая баланс подходов, затраты, риски и бизнес-требования, а также интерпретировать	навыком комплексной оценки решений — от сравнительного тестирования алгоритмов до обоснования выбора модели на основе её практической

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
			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	эффективности.	результаты для заказчика.	ценности и понятного представления выводов.
6	ПККрми и-16 (ML-4. Эксперт ный уровень)	Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей	ПККрмии-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.
			ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2 Индикатор: Выявляет	принципы работы алгоритмов поиска аномалий и	интерпретировать результаты анализа для поддержки	навыком разработки и модификации алгоритмов

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
			аномалии и применяет методы поиска ассоциативных правил. Уровень освоения индикатора: Интерпретирует полученные результаты для поддержки принятия решений. Разрабатывает и адаптирует алгоритмы под специфические задачи, оптимизирует их для повышения точности, объяснимости и скорости	ассоциативных правил, их математические основы и критерии оценки качества.	принятия решений, адаптировать и оптимизировать алгоритмы под специфические задачи для повышения их точности, объяснимости и скорости.	выявления аномалий и поиска ассоциаций, обеспечивая их практическую применимость и эффективность в реальных условиях.
			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.	Способен проводить фронтальные исследования в области архитектур,	ПККрми-4 (FC-1. Базовый уровень).1 Индикатор: Разрабатывает	математический аппарат для теоретического	применять способы эффективного обучения моделей в	навыками модификации и комбинирования

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
	Базовый уровень)	алгоритмов МО, оптимизации и математики	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	обоснования свойств моделей глубокого обучения (теория оптимизации, теория вероятностей, линейная алгебра).	заданных условиях для типовых задач, адаптируя известные алгоритмы под конкретные требования.	фундаментальных подходов для разработки новых алгоритмов, теоретически обосновывая их свойства и эффективность
8	ПККрми и-9 (MF-4. Эксперт ный уровень)	Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ.	ПККрмии-9 (MF-4. Экспертный уровень).1 Индикатор: Применяет статистические методы анализа и машинного обучения для решения задач анализа данных и проведения экспериментов на данных. Уровень освоения индикатора: Разрабатывает и адаптирует сложные статистические модели, анализирует их теоретические свойства и руководит внедрением в практические проекты	теоретические основы сложных статистических моделей, методы их анализа и принципы внедрения в промышленную эксплуатацию.	разрабатывать и адаптировать статистические модели под специфику данных, анализировать их теоретические свойства и управлять процессом внедрения.	навыком полного цикла создания и внедрения статистических моделей — от теоретического обоснования и адаптации до руководства их интеграцией в практические проекты.
9	ПККрми и-1 (SS- 1. Продви нутый	Способен осуществлять свою трудовую деятельность с учетом определения корректной роли ИИ в различных процессах,	ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутой уровень).1 Индикатор: Определяет ценностные предпосылки, когнитивные искажения,	типы и источники смещений в данных и алгоритмах, методы анализа репрезентативности	выявлять предвзятости в данных и моделях, оценивать влияние технических	навыком комплексного аудита pipeline машинного обучения на наличие

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
	уровень)	критического анализа последствий применения ИИ-технологий, этических принципов	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 устойчивость к шуму — риск в медицинской диагностике)	выборки и принципы оценки этических рисков ИС.	ограничений модели на надежность её применения в предметной области.	смещений и соотнесения технических характеристик модели с социальными и профессиональными рисками её внедрения.

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 основы и введение в ML	24	8	8		8
Раздел 2 Разведочный анализ и инженерия данных	25	8	8		9
Раздел 3 Классические модели и оценка	32,75	10	10		12,75
Раздел 4 Требования к данным	23/4	8	8/4		7
курсовой проект (КП) (консультация, защита)	3			3	
контактная работа на промежуточном	0,25			0,25	

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
контроле (КРА)					
Всего за 5 семестр	108/4	34	34/4	3,25	36,75
Раздел 5 Обучение без учителя: кластеризация и анализ аномалий	63,6	8	16		39,6
Раздел 6 Оценка, интерпретация и объяснимость моделей	42	10	6		26
Раздел 7 Этические, социальные и когнитивные аспекты ИИ	26	4	8		14
Раздел 8 Комплексные ML-системы и автоматизация	46/4	12	4/4		30
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 основы и введение в ML

Тема 1 Основы машинного обучения

Рассматриваются фундаментальные понятия: типы задач машинного обучения (с учителем, без учителя, с подкреплением), этапы жизненного цикла ML-проекта, этические и когнитивные аспекты постановки задач. Изучаются математические основы: методы оптимизации (градиентный спуск, условия сходимости), теория вероятностей и статистический вывод как основа для построения и анализа моделей.

Тема 2 Математические основы

Реализация градиентного спуска «с нуля» и исследование влияния гиперпараметров на сходимость. Статистический анализ данных: проверка гипотез о распределениях, корреляциях и различиях между группами с использованием t-тестов, ANOVA и непараметрических методов.

Раздел 2 Разведочный анализ и инженерия данных

Тема 3 Теория инженерии данных

Принципы разведочного анализа данных (EDA), формулировка и проверка гипотез о структуре данных. Методы предварительной обработки: очистка от шума, работа с пропусками, кодирование категориальных признаков, нормализация, а также требования к качеству и разметке данных (полнота, репрезентативность, отсутствие смещений).

Тема 4 Очистка и понижение размерности

Очистка реальных данных: обработка пропусков, удаление дубликатов, фильтрация выбросов. Методы понижения размерности (PCA, UMAP) и отбора признаков (по корреляции, важности в деревьях), оценка влияния этих преобразований на качество последующего моделирования.

Раздел 3 Классические модели и оценка

Тема 4 Моделирование и оценка

Классические алгоритмы: линейные модели, деревья решений, случайный лес, метод опорных векторов, а также ансамбли. Метрики качества (accuracy, precision, recall, F1, AUC), подходы к работе с несбалансированными данными (взвешенное обучение, SMOTE) и проектирование кастомных функций потерь.

Тема 5 Построение, валидация и оценка

Построение и валидация модели классификации и регрессии с использованием кросс-валидации и подбора гиперпараметров. Методы борьбы с дисбалансом, создаются конвейеры обработки данных

Раздел 4 Требования к данным

Тема 6 Этика и интерпретация в ML

Анализ источников предвзятости в данных и алгоритмах, понятия fairness, прозрачности и объяснимости. Методы интерпретации моделей (SHAP, LIME, Partial Dependence Plots) и требования к отчётности при взаимодействии с нетехническими стейкхолдерами.

Раздел 5 Обучение без учителя: кластеризация и анализ аномалий

Тема 7 Теория обучения без учителя

Алгоритмы кластеризации (K-means, DBSCAN, GMM, Mean Shift), их математические основы и критерии выбора. Методы понижения размерности (UMAP, автоэнкодеры), а также подходы к обнаружению аномалий (Isolation Forest, LOF) и поиску ассоциативных правил (Apriori, FP-Growth).

Тема 8 Unsupervised learning

Сравнение алгоритмов кластеризации на синтетических и реальных данных, оценивается стабильность результатов. Реализация пайплайнов для понижения размерности, обнаружения аномалий и генерации ассоциативных правил, интерпретация полученные кластеры и правила в предметной области.

Раздел 6 Оценка, интерпретация и объяснимость моделей

Тема 9 Теория оценки и интерпретации

Рассматриваются метрики качества для обучения без учителя: Silhouette Score, Davies-Bouldin Index, Calinski-Harabasz. Обсуждаются ограничения этих метрик и подходы к разработке кастомных стратегий оценки, учитывающих бизнес-цели. Изучаются методы визуализации и интерпретации результатов кластеризации и аномалий.

Тема 10 Кастомные метрики, визуализация, интерпретация

Реализация и сравнение стандартных метрик качества кластеризации. Разработка и тестирование кастомных метрики, например, на основе бизнес-эффекта или устойчивости. Визуализация кластеров и аномалий, интерпретация для аналитиков и заказчиков.

Раздел 7 Этические, социальные и когнитивные аспекты ИИ

Тема 11 Этика ИИ

Анализируются примеры этических провалов ИИ в медицине, финансах, HR. Изучаются методы аудита моделей на fairness (например, demographic parity, equalized odds), а также подходы к выявлению когнитивных и культурных искажений в данных и постановке задач.

Раздел 8 Комплексные ML-системы и автоматизация

Тема 12 Проектирование ML-систем

Рассматриваются архитектурные паттерны ML-систем: batch vs streaming, online learning, MLOps-подход. Изучаются методы ансамблирования (stacking, blending) и автоматизации (AutoML), а также вопросы интеграции моделей в существующие информационные системы (API, микросервисы).

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 основы и введение в ML		ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутого уровня).1 ПКкрмии-9 (MF-4. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1 ПКкрмии-9 (MF-4. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-4 (FC-1. Базовый уровень).1		16
	Тема 1 Основы машинного обучения	Лекция 1 Машинное обучение: задачи, типы, жизненный цикл, этика	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1		4
		Лекция 2 Математические основы: оптимизация и статистика	ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутого уровня).1, ПКкрмии-9 (MF-4. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-4 (FC-1. Базовый уровень).1		4
	Тема 2 Математические основы	Практическая работа 1 Реализация градиентного спуска и анализ сходимости	ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутого уровня).1	защита практической работы	4
		Практическая работа 2 Статистический анализ: проверка гипотез о данных	ПКкрмии-9 (MF-4. Экспертный уровень).1	защита практической работы	4
2.	Раздел 2 Разведочный анализ и инженерия данных		ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).2 ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).3 ПКкрмии-11 (BD-2. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2 ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).4		16
	Тема 3 Теория	Лекция 3 Предварительный	ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).1,		4

	инженерии данных	анализ данных и требования к качеству	ПКкрмии-11 (BD-2. Экспертный уровень).1		
		Лекция 4 Методы предобработки: трансформации, кодирование, генерация	ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).2		4
	Тема 4 Очистка и понижение размерности	Практическая работа 3 Очистка данных и работа с пропусками	ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).2, ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2	защита практической работы	4
		Практическая работа 4 Понижение размерности (PCA, UMAP) и отбор признаков	ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).3, ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).4	защита практической работы	4
3.	Раздел 3 Классические модели и оценка		ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3 ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2 ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2		20
	Тема 5 Моделирование и оценка	Лекция 5 Классические модели: деревья, линейные модели, SVM	ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1		4
		Лекция 6 Ансамбли и продвинутое методы (Random Forest, GBDT)	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1		4
		Лекция 7 Оценка качества: метрики, дисбаланс, кастомные функции потерь	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3, ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2		2
	Тема 6 Построение, валидация и оценка	Практическая работа 5 Построение и валидация моделей	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1	защита практической работы	4
		Практическая работа 6 SMOTE, weighted learning, оценка по F1/AUC	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3	защита практической работы	4
		Практическая работа 7 Feature engineering и pipeline с sklearn	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2	защита практической работы	2
	Раздел 4 Интерпретация и этика		ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутое уровень).1		16/4

			ПКкрмии-11 (BD-2. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2		
	Тема 7 Этика и интерпретация в ML	Лекция 8 Этические риски, предвзятость, fairness	ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1		2
		Лекция 9 Требования к разметке и системным рискам	ПКкрмии-11 (BD-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1		2
		Лекция 10 Интерпретация моделей: SHAP, LIME, PDP	ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2		4
		Практическая работа 8 Этический аудит модели на предвзятость	ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1	защита практической работы, кейс- задача № 1, 2	4/2
		Практическая работа 9 Интерпретация black-box моделей и отчёт для заказчика	ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2	защита практической работы, кейс- задача № 3	4/2
5	Раздел 5 Обучение без учителя: кластеризация и анализ аномалий		ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2		24
	Тема 8 Теория обучения без учителя	Лекция 11 Кластеризация: K-means, DBSCAN, GMM	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1		4
		Лекция 12 Понижение размерности: UMAP, автоэнкодеры	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1		4
	Тема 9 Unsupervised learning	Практическая работа 10 Сравнение алгоритмов кластеризации	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1	защита практической работы	4
		Практическая работа 11 Применение UMAP и автоэнкодеров	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1	защита практической работы	4
		Практическая работа 12. Обнаружение аномалий: Isolation Forest, LOF	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2	защита практической работы	4
		Практическая работа 13. Ассоциативные правила:	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2	защита практической	4

		Apriori, FP-Growth		работы	
6	Раздел 6 Оценка, интерпретация и объяснимость моделей		ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3 ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2		16
	Тема 10 Теория оценки и интерпретации	Лекция 13. Метрики качества для обучения без учителя	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3		6
		Лекция 14. Интерпретация кластеров и аномалий	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2		4
	Тема 11 Кастомные метрики, визуализация, интерпретация	Практическая работа 14. Разработка кастомных метрик для кластеров	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3	защита практической работы	4
		Практическая работа 15. Визуализация и интерпретация результатов кластеризации	ПКкрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1	защита практической работы	2
7	Раздел 7 Этические, социальные и когнитивные аспекты ИИ		ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1		12
	Тема 12 Этика ИИ	Лекция 15. Этический, правовой и социальный анализ ИИ	ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1		4
		Практическая работа 16. Аудит модели на fairness и устойчивость	ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1	защита практической работы	4
		Практическая работа 17. Анализ когнитивных искажений в данных и алгоритмах	ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1	защита практической работы	4
8	Раздел 8 Комплексные ML-системы и автоматизация		ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2 ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2 ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1 ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1		16/4
	Тема 13 Проектирование ML-систем	Лекция 16. Ансамбли и AutoML	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2		4
		Лекция 17. Встраивание ML в информационные системы	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1		4
		Лекция 18. Архитектура end-to-	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1		4

		end ML-решения			
		Практическая работа 18. Разработка end-to-end ML-системы	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2, ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1	защита практической работы, кейс- задачи № 4, 5, 6	2/2
		Практическая работа 19. Защита проекта	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 основы и введение в ML		
1.	Тема 1 Основы машинного обучения	Типы задач выделяют в машинном обучении и чем они принципиально отличаются. Этапы включает жизненный цикл ML-проекта по стандарту CRISP-DM или TDSP. Почему градиентный спуск может не сходиться? Какие условия гарантируют сходимость? Какие этические риски возникают при постановке задачи классификации клиентов? В чём разница между байесовским и частотным подходами к статистическому выводу? (ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутого уровня).1, ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутого уровня).1, ПКкрмии-9 (MF-4. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-4 (FC-1. Базовый уровень).1)
2.	Тема 2 Математические основы	Как реализовать градиентный спуск для линейной регрессии без использования библиотек? Как скорость обучения влияет на сходимость и устойчивость алгоритма? Какие статистические критерии применяются для проверки нормальности распределения? В чём разница между параметрическими и непараметрическими тестами? (ПКкрмии-8 (MF-3. Продвинутого уровня).1, ПКкрмии-9 (MF-4. Экспертный уровень).1)
Раздел 2 Разведочный анализ и инженерия данных		
3.	Тема 3 Теория инженерии данных	Какие методы существуют для обработки пропущенных значений и в чём их ограничения? Почему категориальные признаки с высокой кардинальностью сложно использовать в моделях? Какие требования предъявляются к качеству разметки обучающих данных? Как синтетические данные могут улучшить или ухудшить качество модели? (ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).2, ПКкрмии-11 (BD-2. Экспертный уровень).1)
4.	Тема 4 Очистка и понижение размерности	Как оценить, сколько компонент оставить при понижении размерности? Какие методы отбора признаков устойчивы к шуму и мультиколлинеарности? (ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).2, ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).3, ПКкрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень).4, ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2)
Раздел 3 Классические модели и оценка		
5.	Тема 5 Моделирование и оценка	Почему деревья решений склонны к переобучению и как с этим бороться? В чём преимущества и недостатки SVM по сравнению с линейной регрессией? Почему ассигасу – плохая метрика для несбалансированных данных? Как работает алгоритм SMOTE и в каких случаях он может навредить? Какие гиперпараметры наиболее критичны для случайного леса? (ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2, ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3)
6.	Тема 6. Построение, валидация и оценка	Как правильно разделить данные на train/val/test при временной зависимости? Как реализовать кастомную функцию потерь для

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		задачи с разной стоимостью ошибок? Как интерпретировать матрицу ошибок в контексте бизнес-задачи? Какие стратегии кросс-валидации подходят для несбалансированных данных? Как оценить, что модель переобучилась? (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)
Раздел 4 Требования к данным		
7.	Тема 7 Этика и интерпретация в ML	Как скрытая предвзятость в исторических данных может привести к дискриминации? В чём разница между интерпретируемостью и объяснимостью модели? Как SHAP-значения связаны с теорией кооперативных игр? (ПККрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1, ПККрмии-11 (BD-2. Экспертный уровень).1, ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2)
Раздел 5 Обучение без учителя: кластеризация и анализ аномалий		
8.	Тема 8 Теория обучения без учителя	Почему K-means не работает с кластерами разной плотности? Как DBSCAN определяет границы кластеров и что такое шумовые точки? В чём преимущество GMM перед K-means? Как UMAP сохраняет локальную и глобальную структуру данных? Как ассоциативные правила применяются в рекомендательных системах? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1, ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2)
9.	Тема 9 Unsupervised learning	Как визуально оценить качество кластеризации на 2D-проекции? Как выбрать оптимальное число кластеров без истинных меток? Как Isolation Forest использует случайность для обнаружения аномалий? Как оценить, что найденные ассоциативные правила статистически значимы? Как интерпретировать результаты кластеризации в бизнес-контексте? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1, ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).2)
Раздел 6 Оценка, интерпретация и объяснимость моделей		
10.	Тема 10 Теория оценки и интерпретации	Почему Silhouette Score может быть вводящим в заблуждение? Как Davies-Bouldin Index оценивает компактность и разделимость кластеров? В каких случаях внутренние метрики бесполезны? Как разработать метрику, учитывающую бизнес-стоимость ошибок кластеризации? Как визуализировать неопределённость в результатах кластеризации? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3, ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1)
11.	Тема 11 Кастомные метрики, визуализация, интерпретация	Как реализовать кастомную метрику качества кластеризации на Python? Как протестировать устойчивость кластеров к небольшим изменениям в данных? Как использовать результаты оценки для выбора между UMAP и PCA? Как автоматизировать сравнение нескольких алгоритмов кластеризации? Как документировать ограничения метрик в отчёте? (ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3)
Раздел 7 Этические, социальные и когнитивные аспекты ИИ		
12.	Тема 12 Этика ИИ	Как алгоритм может быть «справедливым» по одним критериям и «несправедливым» по другим? Какие инструменты существуют для аудита моделей на предвзятость? Какие

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		правовые риски связаны с развёртыванием предвзятых моделей? (ПКкрмии-1 (SS-1. Продвинутый уровень).1)
Раздел 8 Комплексные ML-системы и автоматизация		
13.	Тема 13 Проектирование ML-систем	Как AutoML-инструменты выбирают лучшую модель и гиперпараметры? Какие компоненты включает MLOps-пайплайн? Как обеспечить воспроизводимость экспериментов в ML? Какие архитектурные паттерны используются для интеграции ML в веб-сервисы? (ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1, ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).2, ПКкрмии-15 (ML-3. Экспертный 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 Реализация градиентного спуска и анализ сходимости	ПЗ	Компьютерная симуляция
2.	Практическая работа 10 Сравнение алгоритмов кластеризации	ПЗ	Компьютерная симуляция
3.	Практическая работа 17. Анализ когнитивных искажений в данных и алгоритмах	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. Что такое машинное обучение? Опишите основные типы задач (с учителем, без учителя).
2. В чём разница между задачами классификации и регрессии?
3. Какие этапы включает жизненный цикл ML-проекта?
4. Какие этические риски возникают при постановке задач машинного обучения?
5. Какова роль методов оптимизации (например, градиентного спуска) в обучении моделей?
6. Что такое переобучение (overfitting) и недообучение (underfitting)? Как их выявить?
7. Какие методы борьбы с переобучением вы знаете (регуляризация, кросс-валидация)?
8. Что такое кросс-валидация и зачем она нужна?
9. Какие метрики качества используются для задач классификации (ассигасу, precision, recall, F1, AUC)?
10. Почему ассигасу — плохая метрика для несбалансированных данных?
11. Как работает метод SMOTE? В каких случаях его применяют?
12. Что такое взвешенное обучение (class_weight)? Как оно помогает при дисбалансе классов?
13. Опишите принцип работы линейной и логистической регрессии. В чём их различие?
14. Как строится дерево решений? Какие критерии используются для разбиения узлов?
15. Что такое случайный лес? Как он уменьшает переобучение по сравнению с одним деревом?
16. Как работает метод опорных векторов (SVM)? Что такое ядра?

17. Что такое наивный байесовский классификатор? Какие предположения он делает?
18. Как работает алгоритм k-ближайших соседей (kNN)? От чего зависит его качество?
19. Что такое разведочный анализ данных (EDA)? Какие цели он преследует?
20. Какие методы используются для обработки пропущенных значений?
21. Какие способы кодирования категориальных признаков вы знаете?
22. Что такое понижение размерности? Зачем оно нужно?
23. Как работает метод главных компонент (PCA)? Как выбрать число компонент?
24. Что такое отбор признаков? Какие методы вы знаете (фильтрационные, встроенные)?
25. Как оценить качество отбора признаков?
26. Что такое SHAP и LIME? Зачем нужны методы интерпретации моделей?
27. Какие источники предвзятости могут быть в обучающих данных?
28. Какие требования предъявляются к качеству разметки обучающих данных?
29. Что такое feature engineering? Приведите примеры.
30. Как спроектировать простой ML-пайплайн от данных до предсказания?

Перечень вопросов, выносимых на итоговую аттестацию (экзамен)

1. Какие типы задач решает машинное обучение? Приведите примеры из банковской сферы.
2. Какова роль методов оптимизации в обучении моделей? Почему важна сходимость градиентного спуска?
3. В чём разница между байесовским и частотным подходами к статистическому выводу?
4. Как формулировать и проверять статистические гипотезы о данных? Приведите пример.
5. Какие этические риски возникают на этапе постановки ML-задачи?
6. Какие цели преследует разведочный анализ данных (EDA)? Какие гипотезы можно сформулировать?
7. Как обрабатывать пропущенные значения? В чём плюсы и минусы импутации средним vs KNNImputer?
8. Какие методы кодирования категориальных признаков подходят для признаков с высокой кардинальностью?
9. Зачем нужно понижение размерности? Сравните PCA, t-SNE и UMAP.
10. Как отбирать признаки? Сравните фильтрационные, обёрточные и встроенные методы.
11. Как генерировать синтетические данные? В каких случаях это оправдано?
12. Как работает логистическая регрессия? Почему она подходит для интерпретации?
13. Как строится дерево решений? Как критерии разбиения (энтропия, Джини) влияют на структуру?

14. Как случайный лес уменьшает дисперсию по сравнению с одним деревом?
15. Почему SVM эффективен в пространствах высокой размерности?
16. Какие метрики качества использовать для несбалансированных данных? Почему не accuracy?
17. Как работает SMOTE? В каких случаях он может навредить модели?
18. Как реализовать кастомную функцию потерь для задачи с разной стоимостью ошибок?
19. Что такое SHAP? Как он связан с теорией кооперативных игр?
20. Как объяснить предсказание модели заказчику без технического бэкграунда?
21. Что такое fairness в ML? Приведите пример дискриминации по региону в кредитовании.
22. Как проверить данные на репрезентативность и скрытые предвзятости?
23. Какие риски возникают при применении «чёрного ящика» в медицинской диагностике?
24. Как провести этический аудит ML-модели?
25. В чём ограничения K-means? Почему DBSCAN лучше справляется с кластерами разной плотности?
26. Как работает Gaussian Mixture Model? Чем он гибче K-means?
27. Как выбрать оптимальное число кластеров без истинных меток?
28. Как UMAP сохраняет локальную и глобальную структуру данных?
29. Как использовать автоэнкодеры для понижения размерности и обнаружения аномалий?
30. Почему Silhouette Score может быть вводящим в заблуждение?
31. Как Davies-Bouldin Index оценивает качество кластеризации?
32. Как разработать кастомную метрику качества кластеризации под бизнес-задачу?
33. Как интерпретировать результаты кластеризации в контексте сегментации клиентов?
34. Как визуализировать неопределённость в результатах кластеризации?
35. Как Isolation Forest использует случайность для обнаружения аномалий?
36. В чём разница между аномалией и статистическим выбросом?
37. Как Local Outlier Factor (LOF) определяет локальную плотность?
38. Что такое ассоциативные правила? Как их применять в рекомендательных системах?
39. Как оценить статистическую значимость найденных правил (поддержка, достоверность, lift)?
40. Из каких компонентов состоит end-to-end ML-система?
41. В чём разница между batch и streaming обработкой в ML?
42. Какие архитектурные паттерны используются для интеграции ML в информационные системы?
43. Что такое MLOps? Какие задачи он решает (версионирование, мониторинг, CI/CD)?
44. Как обеспечить воспроизводимость экспериментов в ML?
45. Какие требования предъявляются к масштабируемости и безопасности ML-решений?
46. Как работает stacking? Зачем нужен мета-классификатор?

47. Какие задачи автоматизирует AutoML? Каковы его ограничения?
48. Как оценивать ML-модель не только по точности, но и по бизнес-эффекту и рискам?

Пример работ

Практическая работа № 1. Статистический анализ: проверка гипотез о данных

Цель задания: Научиться формулировать статистические гипотезы, выбирать подходящие критерии и интерпретировать результаты проверки в контексте предметной области.

Условие задания: Аналитик получил датасет с информацией о клиентах банка (возраст, доход, регион, факт просрочки). Руководство хочет понять, есть ли статистически значимые различия между группами клиентов, чтобы скорректировать маркетинговую стратегию.

Требуется:

1. Сформулировать 3–4 исследовательские гипотезы (например: «Клиенты старше 50 лет реже допускают просрочку»).
2. Для каждой гипотезы:
 - Определить тип переменных (независимые/зависимые, категориальные/числовые).
 - Выбрать статистический критерий (t-тест, U-тест Манна–Уитни, χ^2 , ANOVA и др.).
 - Проверить предпосылки критерия (нормальность, равенство дисперсий).
 - Выполнить тест и интерпретировать p-value и доверительный интервал.
3. Сделать вывод: подтверждается ли гипотеза на уровне значимости $\alpha = 0.05$?

Датасет bank_clients_hypotheses.csv (2000 строк):

- age — возраст
- income — доход
- region — регион (A, B, C)
- overdue — факт просрочки (0/1)
- product — тип продукта (кредит, депозит, карта)

Практическая работа № 2. Очистка данных и работа с пропусками

Цель задания: Освоить методы обнаружения и обработки пропущенных значений, дубликатов, дублирующих записей и ошибок в данных.

Условие задания:

В CRM-системе банка накопились данные о клиентах за 2 года, но из-за технических сбоев и ручного ввода часть полей содержит пропуски, аномалии и

дубликаты. Перед построением модели скоринга требуется подготовить «чистый» датасет.

Требуется:

1. Провести диагностику качества данных:
 - Доля пропусков по каждому признаку
 - Выявление дубликатов
 - Обнаружение аномалий (возраст = 150, доход = -1000 и т.п.)
2. Обработать пропуски тремя разными способами:
 - Удаление строк/столбцов
 - Импутация средним/медианой/модой
 - Импутация с использованием KNNImputer
3. Сравнить качество логистической регрессии (целевой признак — default) для каждого способа обработки.
4. Зафиксировать рекомендуемый подход и обосновать выбор.

Датасет client_data_noisy.csv (3000 строк, 12 признаков):

- Числовые: age, income, loan_amount, score
- Категориальные: education, job, marital_status
- Целевой: default (0/1)
- До 30% пропусков в некоторых столбцах, 2–3% дубликатов, единичные аномалии

Практическая работа № 14. Сравнение алгоритмов кластеризации

Цель: Изучить особенности работы алгоритмов кластеризации и научиться выбирать наиболее подходящий метод для структуры данных.

Условие: Маркетинговый отдел хочет сегментировать клиентов по поведенческим данным, но не знает, какой алгоритм использовать: K-means, DBSCAN или Gaussian Mixture Model. Требуется сравнить их на реальных данных.

Требуется:

1. Подготовить данные: нормализация, удаление выбросов (при необходимости).
2. Применить три алгоритма:
 - K-means (с подбором числа кластеров через elbow method и silhouette)
 - DBSCAN (с подбором eps и min_samples)
 - GMM (с подбором числа компонент)
3. Оценить качество по:
 - Silhouette Score,
 - Davies-Bouldin Index,
 - Визуальной интерпретации (2D/3D-графики через UMAP/PCA).
4. Проанализировать:

- Сколько кластеров выделил каждый метод?
 - Как алгоритмы справились с кластерами разной формы и плотности?
 - Сколько точек помечено как шум (в DBSCAN)?
5. Сделать вывод: какой алгоритм лучше подходит для этой задачи и почему?

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 90 баллов в 5 семестре и 100 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 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-Давид Ш. ; 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
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
учебная аудитория для проведения	Количество рабочих мест: 16

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
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.)	1. 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. 2. Стенд «Сергеев Сергей Степанович 1910-1999» 1 шт. (Инв.№591013/25) 3. Огнетушитель порошковый 1 шт. (Инв. №559527) 4. Подвесное крепление к огнетушителю 1 шт. (Инв. № 559528) 5. Жалюзи 2шт. (Инв. №1107-221225, Инв. №1107-221225) 6. Стул 29 шт. 7. Стол компьютерный 28 шт. 8. Стол для преподавателя 1 шт. 9. Доска маркерная 1 шт. 10. Трибуна напольная 1 шт. (без инв. №) Структурное подразделение: Институт Экономики и управления, Кафедра Статистики и кибернетики
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.)	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
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.)	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.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
	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 групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (1й учебный корпус, 214 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>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 «Большие данные и машинное обучение» (квалификация выпускника
– бакалавр)

Чепуриной Екатериной Леонидовной, доцентом кафедры инженерной и компьютерной графики, кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Методы машинного обучения» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 – «Информационные системы и технологии», направленности «Большие данные и машинное обучение», 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. 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.

4. В соответствии с учебным планом и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта (КРМ ИИ) за дисциплиной «Методы искусственного интеллекта» закреплены 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, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта 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», направленности «Большие данные и машинное обучение» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Уколовой Анной Владимировной, доцентом кафедры статистики и кибернетики и Титовым Артемом Денисовичем ассистентом кафедры статистики 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: Чепурина Е.Л., доцент кафедры инженерной и компьютерной графики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук



(подпись)

«26» августа 2025 г.