

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий Яков Ильич

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 25.07.2025 15:53:33

Уникальный программный ключ:

1e90b132d9b04dce67585160b015dddf2cb1e6a9



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

Я.И. Хоружий



«28» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.19 Статистика для 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

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики: Дашиева Б.Ш., канд. экон. наук
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Рецензент: Вахрушева И.А., канд. пед. наук
(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, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

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
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Протокол №1

«28» августа 2025 г.

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


(подпись)

«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись) 

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	14
ПО СЕМЕСТРАМ	14
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	15
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	23
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	31
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	33
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	33
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	34
7.3 СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В НАУЧНЫХ ЖУРНАЛАХ I 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.....	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 СТУДЕНТАМ 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.19 «Статистика для машинного обучения» для подготовки бакалавра по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленности «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины «Статистика для машинного обучения» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области применения статистических методов для машинного обучения, в том числе в аграрном секторе экономики, с использованием цифровых технологий и инструментов.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии». Дисциплина осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ПККрмии-6 (MF-1. Продвинутый уровень).2; ПККрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2; ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).3; ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).4; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; 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-9 (MF-4. Продвинутый уровень).1.

Краткое содержание дисциплины:

Общая трудоемкость дисциплины: 108 часов / 3 зач.ед.

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Статистика для машинного обучения» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области применения статистических методов для машинного обучения, в том числе в аграрном секторе экономики, с использованием цифровых технологий и инструментов.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Статистика для машинного обучения» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана. Дисциплина «Статистика для машинного обучения» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» (направленности «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»).

Дисциплина «Статистика для машинного обучения» позволяет уяснить содержание, условия и практику применения статистических методов для машинного обучения в современных исследованиях. Дается оценка достоинств и

ограничений основных статистических методов, применяемых в машинном обучении. Дисциплина создает научную и методическую основу для профессиональной деятельности аналитика данных в областях «Сельское хозяйство и АПК», «Экономика, финансы и управление».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Статистика для машинного обучения» являются: «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Дискретная математика».

Дисциплина «Статистика для машинного обучения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методы машинного обучения», «Методы искусственного интеллекта», «Большие данные в сельском хозяйстве», «Компьютерное зрение в сельском хозяйстве», «Глубокое обучение», «Генеративный искусственный интеллект», «Большие языковые модели».

Особенностью дисциплины является изучение теории и практики применения статистических методов в машинном обучении при анализе данных в сельском хозяйстве и экономике, использование этих методов для прогнозирования бизнес-процессов в аграрной сфере.

Рабочая программа дисциплины «Статистика для 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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных 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.	ПКкр-мий-6 (MF-1. Продвинутый уровень)	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	ПКкрмий-6 (MF-1. Продвинутый уровень).2; Индикатор: Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения. Уровень освоения индикатора: Формулирует отличия в постановке задачи о проверке гипотезы от постановки для популярных критериев, применяет специализированные критерии		Формулирует отличия в постановке задачи о проверке гипотезы от постановки для популярных критериев, применяет специализированные критерии	
2.	ПКкр-мий-7 (MF-2. Продвинутый уровень)	Способен применять байесовский подход для построения вероятностных моделей, анализа неопределенности и создания адаптивных систем ИИ	ПКкрмий-7 (MF-2. Базовый уровень).1; Индикатор: Применяет байесовские модели для построения и анализа регрессии, классификации, кластеризации, улучшая устойчивость и интерпретируемость современных моделей		Применяет базовые байесовские методы для обучения моделей регрессии, классификации и кластеризации, используя стандартные библиотеки. Разрабатывает и оптимизирует байесовские модели для более сложных задач, улучшает их	

			ИИ. Уровень освоения индикатора: Разрабатывает и оптимизирует байесовские модели для более сложных задач, улучшает их устойчивость и интерпретируемость, настраивает гиперпараметры моделей		устойчивость и интерпретируемость, настраивает гиперпараметры моделей	
3.	ПКрмии-10 (BD-1. Экспертный уровень)	Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	ПКрмии-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: Применяет комплексный подход к очистке данных. Применяет методы генерации синтетических данных		Применяет комплексный подход к очистке данных. Применяет методы генерации синтетических данных	
4.			ПКрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).3; Индикатор: Применяет методы понижения размерности для		Использует существующие библиотеки, реализующие методы понижения размерности.	

			первичной интерпретации и визуализации многомерных данных. Уровень освоения индикатора: Владеет различными методами понижения размерности, оценивает результаты их работы и сравнивает между собой			
5.			ПКкрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).4; Индикатор: Отбирает признаки данных, значимые для исследования. Уровень освоения индикатора: Владеет различными методами отбора признаков, оценивает результаты их работы и сравнивает между собой	Выборки из распределений. Методы Монте-Карло, Монте-Карло на основе Марковской цепи, методы блужданий. Выборки из данных. Бутстреппирование. Методы преобразования признаков пространства и конструирования признаков. Методы отбора признаков.		Владеет различными методами отбора признаков, оценивает результаты их работы и сравнивает между собой.
6.	ПКкрмии-14 (ML-2. Экспертный 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		Различает основные типы задач машинного обучения (обучением с учителем, без учителя и с подкреплением). Применяет типовые подходы к решению базовых задач с использованием готовых	

			освоения индикатора: Проектирует и реализует комплексные решения машинного обучения для нестандартных задач, включая разработку пайплайнов, оптимизацию моделей и интерпретацию результатов		инструментов и библиотек (ScikitLearn).	
7.			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		Проводит статистический анализ значимости результатов	
8.	ПККрмии-15 (ML-3.	Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием	ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1;	Алгоритмы обучения с учителем для регрессии и классификации.	Разрабатывает и адаптирует собственные алгоритмические решения на основе классических	

	Экспертный уровень)	их математических основ и областей применения	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	Методы на опорных векторах	методов. Обосновывает математически сложные решения	
9.			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: Понимает теоретические		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	

			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			
10.	ПКкрии-16 (ML-4. Экспертный уровень)	Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей	ПКкрии-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		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	Владеет инструментами очистки данных и предварительной подготовки данных методами понижения размерности и визуализации для анализа данных.

			результаты и применяет их для обоснованных выводов			
11.			ПККрмии-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 задачи, оптимизирует их для повышения точности, объяснимости и скорости		Настраивает и применяет алгоритмы обнаружения аномалий (статистические методы isolation forest one-class SVM) и ассоциативного анализа (Apriori, FP-Growth) с учётом структуры и особенностей реальных данных	
12.			ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3; Индикатор: Оценивает качество результатов обучения без учителя. Уровень освоения индикатора: Проектирует и реализует индивидуальные стратегии оценки		Применяет метрики качества кластеризации (silhouette score adjusted rand index). Комбинирует различные методы для комплексного анализа данных. Интерпретирует результаты в контексте предметной области.	

			качества результатов обучения без учителя, включая разработку новых метрик и адаптацию существующих подходов к специфике сложных или нестандартных данных			
13.	ПККр-мий-9 (MF-4. Экспертный уровень)	Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ	ПККрмий-9 (MF-4. Продвинутого уровня).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	Понятие статистического машинного обучения. Классификация методов статистического машинного обучения.	Применяет и выбирает методы статистического машинного обучения, учитывая особенности данных и задачи, а также объясняет различия между подходами.	

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3,0 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам
		№5 всего/*
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	50,35	50,35
Аудиторная работа	50	50
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	34/4	34/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,65	57,65
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиуму и т.д.)</i>	48,65	48,65
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачёт с оценкой	

* 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 «Статистика для машинного обучения»	107,65	16	34	-	57,65
Тема 1.1 «Основные понятия теории вероятностей и статистического машинного обучения»	12,65	2	2	-	8,65
Тема 1.2 «Теорема Байеса. Байесовские тесты»	11	2	2	-	7
Тема 1.3 «Методы Монте-Карло»	11	2	2	-	7
Тема 1.4 «Байесовские методы классификации»	13	2	4/4	-	7
Тема 1.5 «Байесовские методы регрессии»	13	2	4	-	7
Тема 1.6 «Байесовские методы кластеризации»	13	2	4	-	7
Тема 1.7 «Метод k-ближайших соседей (KNN)»	13	2	4	-	7
Тема 1.8 «Метод опорных векторов (SVM)»	13	2	4	-	7

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего /*	ПКР	
Кейсбук от АО «Россельхозбанк»	8	-	8	-	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	-	0,35	-
Итого по дисциплине	108	16	34	0,35	57,65

* в том числе практическая подготовка

Основные понятия теории вероятностей. Виды вероятностных распределений. Функция плотности вероятности. Инструменты языка программирования Python для реализации методов теории вероятностей. Методы теории вероятностей для очистки данных. Понятия статистического машинного обучения и нестатистического обучения. Классификация методов статистического машинного обучения. Теорема Байеса и основные следствия, её связь с частотным подходом. Различия между байесовской и частотной статистикой.

Байесовские методы для обучения моделей классификации. Наивный Байесовский классификатор. Байесовские методы для обучения моделей регрессии. Байесовская линейная регрессия. Байесовские методы для кластеризации. Модели смесей (Mixture Models). Байесовские тесты: сущность, основные виды и их ключевые особенности.

Метод k-ближайших соседей (KNN): сущность метода, основные этапы, особенности применения. Метод опорных векторов (SVM): сущность метода, основные этапы, особенности применения.

4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций и практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во Часов из них практи- ческая подго- товка
1.	Раздел 1 «Статистика для машинного обучения»				50/4
	Тема 1.1 «Основные понятия теории ве- роятностей и статисти- ческого ма- шинного обучения»	Лекция № 1. «Статистическое машинное обучение. Основные понятия теории вероятностей. Виды вероятностных распределений. Функция плотности вероятности. Инструменты языка программирования Python для реализации методов теории вероятностей. Методы теории вероятностей для очистки данных»	ПККрмии-9 (MF-4. Продви- нутый уро- вень).1 ПККрмии-10 (BD-1. Продви- нутый уро- вень).2		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во Часов из них практи- ческая подго- товка
		Практическая работа № 1. «Методы теории вероятностей для очистки данных»	ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2	защита практической работы	2
	Тема 1.2 «Теорема Байеса. Байесовские тесты»	Лекция № 2. «Теорема Байеса. Байесовские тесты»	ПККрмии-6 (MF-1. Продвинутый уровень).2;		2
		Практическая работа № 2. «Теорема Байеса. Байесовские тесты»	ПККрмии-6 (MF-1. Продвинутый уровень).2;	защита практической работы	2
	Тема 1.3 «Методы Монте-Карло»	Лекция № 3. «Методы Монте-Карло»	ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).4;		2
		Практическая работа № 3. «Методы Монте-Карло»	ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).4;	защита практической работы	2
	Тема 1.4 «Байесовские методы классификации»	Лекция № 4. «Байесовские методы классификации»	ПККрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1; ПККрмии-15 (ML-3.		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во Часов из них практи- ческая подго- товка
			Экспертный уровень).2;		
		Практическая работа № 4. «Байесовские методы класси- фикации»	ПКкрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПКкрмии-10 (BD-1. Продви- нутый уро- вень).2; ПКкрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1; ПКкрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).3; ПКкрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).1; ПКкрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).2;	защита прак- тической работы	4/4
	Тема 1.5 «Байесов- ские ме- тоды ре- грессии»	Лекция № 5. «Байесовские ме- тоды регрессии»	ПКкрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПКкрмии-10 (BD-1. Продви- нутый уро- вень).2; ПКкрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1; ПКкрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).3; ПКкрмии-15 (ML-3.		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во Часов из них практи- ческая подго- товка
			Экспертный уровень).1; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).2;		
		Практическая работа № 5. «Байесовские методы регрес- сии»	ПККрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПККрмии-10 (BD-1. Продви- нутый уро- вень).2; ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).2;	защита прак- тической работы	4
	Тема 1.6 «Байесов- ские ме- тоды кла- стериза- ции»	Лекция № 6. «Байесовские ме- тоды кластеризации»	ПККрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПККрмии-10 (BD-1. Продви- нутый уро- вень).3; ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-14 (ML-2.		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во Часов из них практи- ческая подго- товка
			Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).2; ПККрмии-16 (ML-4. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-16 (ML-4. Экс- пертный уро- вень).3;		
		Практическая работа № 6. «Байесовские методы кластеризации»	ПККрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПККрмии-10 (BD-1. Продви- нутый уро- вень).3; ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).2; ПККрмии-16 (ML-4. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-16 (ML-4. Экс- пертный уро- вень).3;	защита прак- тической работы	4
	Тема 1.7 «Метод к- ближай- ших	Лекция № 7. «Метод к-ближай- ших соседей (KNN)»	ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1;		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во Часов из них практи- ческая подго- товка
	соседей (KNN)»		ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).2;		
		Практическая работа № 7. «Ме- тод k-ближайших соседей (KNN)»	ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).2;	защита прак- тической работы	4
	Тема 1.8 «Метод опорных векторов (SVM)»	Лекция № 8. «Метод опорных векторов (SVM)»	ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).1; ПККрмии-15 (ML-3. Экс- пертный уро- вень).2; ПККрмии-16 (ML-4. Экс- пертный уро- вень).2;		2
		Практическая работа № 8. «Ме- тод опорных векторов (SVM)»	ПККрмии-14 (ML-2. Экс- пертный уро- вень).1;	защита прак- тической работы	3

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во Часов из них практи- ческая подго- товка
			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).2;		
		Коллоквиум по темам 1.1.-1.8		устный опрос	1
	Кейсбук от АО «Рос- сель- хозбанк»	Кейс-задача № 1 «Кредитный скоринг на основе Байесовской классификации»	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2	решение кейс-задачи от «якор- ного» индустриального партнера АО «Россель- хозбанк»	
		Кейс-задача № 2 «Моделирование рисков портфеля на основе методов Монте-Карло»	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2	решение кейс-задачи от «якор- ного» индустриального партнера АО «Россель- хозбанк»	

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольно го мероприяти я	Кол- во Часов из них практи- ческая подго- товка
		Кейс-задача № 3 «Сегментация клиентов на основе метода KNN и Байесовской кластеризации»	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2; ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1; ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3	решение кейс-задачи от «якорного» индустриального партнера АО «Россельхозбанк»	
		Кейс-задача № 4 «Обнаружение мошенничества на основе метода SVM»	ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; 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).2	решение кейс-задачи от «якорного» индустриального партнера АО «Россельхозбанк»	

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Основы байесовской статистики»		
1.	Тема 1.1 «Основные понятия теории вероятностей и статистического машинного обучения»	Инструменты языка программирования C++ для реализации методов теории вероятностей. Методы теории вероятностей являются в глубоком обучении (ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2).
2.	Тема 1.2 «Теорема Байеса. Байесовские тесты»	Инструменты языка программирования C++ для реализации байесовских тестов. Байесовское глубокое обучение (ПККрмии-6 (MF-1. Продвинутый уровень).2).
3.	Тема 1.3 «Методы Монте-Карло»	Инструменты языка программирования C++ для реализации методов Монте-Карло. Методы Монте-Карло в глубоком обучении (ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).4).
4.	Тема 1.4 «Байесовские методы классификации»	Инструменты языка программирования C++ для реализации байесовских методов классификации. Байесовские методы классификации в глубоком обучении (ПККрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2).
5.	Тема 1.5 «Байесовские методы регрессии»	Инструменты языка программирования C++ для реализации байесовских методов регрессии. Байесовские методы регрессии в глубоком обучении (ПККрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).2; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).1; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2).
6.	Тема 1.6 «Байесовские методы кластеризации»	Инструменты языка программирования C++ для реализации байесовских методов кластеризации. Байесовские методы кластеризации в глубоком обучении (ПККрмии-7 (MF-2. Базовый уровень).1; ПККрмии-10 (BD-1. Продвинутый уровень).3; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2; ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).1; ПККрмии-16 (ML-4. Экспертный уровень).3).
7.	Тема 1.7 «Метод k-ближайших соседей (KNN)»	Инструменты языка программирования C++ для реализации метода k-ближайших соседей (KNN). Метод k-ближайших соседей (KNN) в глубоком обучении (ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).3; ПККрмии-15 (ML-3. Экспертный уровень).2).
8.	Тема 1.8 «Метод опорных векторов (SVM)»	Инструменты языка программирования C++ для реализации метода опорных векторов (SVM). Метод опорных векторов (SVM) в глубоком обучении (ПККрмии-14 (ML-2. Экспертный уровень).1; 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).2).

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. «Вероятностные распределения и функции плотности вероятности на Python»	ПЗ Компьютерная симуляция
2.	Практическая работа № 2. «Теорема Байеса. Байесовские тесты»	ПЗ Компьютерная симуляция
3.	Практическая работа № 3. «Методы Монте-Карло»	ПЗ Компьютерная симуляция
4.	Практическая работа № 4. «Байесовские методы классификации»	ПЗ Компьютерная симуляция
5.	Практическая работа № 5. «Байесовские методы регрессии»	ПЗ Компьютерная симуляция
6.	Практическая работа № 6. «Байесовские методы кластеризации»	ПЗ Компьютерная симуляция
7.	Практическая работа № 7. «Метод k-ближайших соседей (KNN)»	ПЗ Компьютерная симуляция
8.	Практическая работа № 8. «Метод опорных векторов (SVM)»	ПЗ Компьютерная симуляция
9.	Кейс-задачи № 1-4	Кейс-задача Кейсбук от АО «Россельхозбанк»

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

Примеры заданий для практической работы

Практическая работа № 1 «Методы теории вероятностей для очистки данных»

Имеется набор исходных данных № 1. Используя средства языка программирования Python визуализируйте форму распределения по каждому признаку. Визуально оцените наличие выбросов. Проведите очистку данных.

Практическая работа № 2 «Теорема Байеса. Байесовские тесты»

Задача № 1.

Имеется набор исходных данных № 2.1. Используйте теорему Байеса для обновления вероятности дефолта клиента на основе новой информации (результата кредитного скоринга) и обоснования решения о выдаче кредита.

Рассчитайте апостериорную вероятность. Сравните априорную вероятность дефолта с апостериорной вероятностью.

Задача № 2.

Имеется набор исходных данных № 2.2. Используйте байесовский подход для сравнения двух разных моделей машинного обучения, применяющихся с целью обнаружения мошенничества (Модель А и Модель В), развернутых в тестовом режиме, и определите вероятность того, что одна модель статистически значимо лучше другой.

Практическая работа № 3 «Методы Монте-Карло»

Имеется набор исходных данных № 3. Используя средства языка программирования Python примените метод Монте-Карло для моделирования урожайности пшеницы с учетом неопределенности погодных условий и рыночных цен, а также для оценки потенциальной прибыли и рисков:

1. Сгенерируйте 10 000 возможных сценариев урожайности и цены, используя нормальное распределение.
2. Проанализируйте распределение чистой прибыли, полученное в результате симуляции: рассчитайте среднюю ожидаемую прибыль, 95% доверительный интервал прибыли и вероятность получения убытков.
3. Постройте гистограмму распределения чистой прибыли.
4. Основываясь на полученных результатах симуляции, сформулируйте рекомендацию для фермерского хозяйства. Учитывайте как среднюю прибыль, так и вероятность убытков.

Практическая работа № 4 «Байесовские методы классификации»

Имеется набор исходных данных № 4. Используя средства языка программирования Python примените наивный Байесовский классификатор для прогнозирования вероятности высокого или низкого урожая пшеницы на основе погодных признаков (температура и осадки).

1. Преобразуйте категориальные текстовые признаки в числовой формат и разделите данные на обучающую и тестовую выборки.
2. Обучите модель на тренировочных данных.
3. Используйте обученную модель для прогнозирования урожайности на тестовой выборке и оцените точность модели.
4. Используйте обученную модель для оценки вероятности высокого урожая для нового конкретного прогноза погоды.

5. Интерпретируйте результат и примите решение о закупке удобрений или страховании урожая

Практическая работа № 5 «Байесовские методы регрессии»

Имеется набор исходных данных № 5. Используя средства языка программирования Python примените байесовскую линейную регрессию для прогнозирования урожайности пшеницы (в расчете на 1 га) (непрерывное значение) на основе объема осадков, температуры и объема внесенных удобрений. Оцените неопределенность прогноза.

1. Разделите данные на обучающую и тестовую выборки.
2. Обучите стандартную модель линейной регрессии.
3. Сделайте прогноз для нового сезона, но вместо одного числа сгенерируйте 10 000 возможных исходов с помощью симуляции методом Монте-Карло.
4. Рассчитайте 90% доверительный интервал для урожайности и визуализируйте распределение возможных значений урожайности.
5. Основываясь на полученном диапазоне значений и уровне неопределенности, сформулируйте рекомендацию для фермерского хозяйства.

Практическая работа № 6 «Байесовские методы кластеризации»

Имеется набор исходных данных № 6. Используя средства языка программирования Python примените модель смесей Гауссовых распределений (Gaussian Mixture Model, GMM) для сегментации участков полей на основе информации о содержании азота в почве, урожайности и ряда дополнительных факторов. Оцените вероятность принадлежности каждого участка к определенному сегменту, чтобы оптимизировать затраты и повысить урожайность.

1. Стандартизируйте данные и примените методы для снижения размерности пространства признаков.
2. Постройте диаграммы рассеяния для выявления потенциальных кластеров.
3. Обучите GMM с 2 кластерами и получите метки кластеров, а также вероятности принадлежности участков к кластерам.
4. Постройте диаграмму рассеяния, раскрашенную по кластерам, и добавьте центроиды кластеров.
5. Выявите участки с высокой вероятностью принадлежности к одному из кластеров (участки, для которых вероятность принадлежности Кластеру 1 составляет 99% и участки, для которых вероятность принадлежности Кластеру 2 составляет 99%).
6. Выявите участки, которые могут быть отнесены к одному из двух кластеров примерно с одинаковой вероятностью среднего уровня (например,

участки, для которых вероятность принадлежности Кластеру 1 составляет 60%, а вероятность принадлежности Кластеру 2, соответственно, 40%).

7. Интерпретируйте результаты.

Практическая работа № 7 **«Метод k-ближайших соседей (KNN)»**

Имеется набор исходных данных № 7. Используя средства языка программирования Python примените метод k-ближайших соседей (KNN) для прогнозирования состояния здоровья растения (здоровое/больное/дефицит) на основе признаков: цвет листьев, размер пятен листьев.

1. Стандартизируйте исходные данные (т.к. KNN чувствителен к масштабу признаков: признак с большим диапазоном значений будет доминировать при расчете расстояния).
2. Обучите классификатор KNN с параметром $K=5$ и оцените его точность.
3. Проверьте точность модели для разных значений K (от 1 до 20) и выберите лучшее K .
4. Используйте лучшую модель для классификации нового растения.
5. Интерпретируйте результат.

Практическая работа № 8 **«Метод опорных векторов (SVM)»**

Имеется набор исходных данных № 8. Используя средства языка программирования Python примените метод опорных векторов (SVM) с нелинейным ядром (RBF) и автоматическим подбором оптимальных гиперпараметров для классификации трех сортов пшеницы на основе семи физических характеристик.

1. Стандартизируйте исходные данные (т.к. SVN чувствителен к масштабу признаков: признак с большим диапазоном значений будет доминировать при расчете расстояния).
2. Разделите данные на обучающую и тестовую выборки.
3. Определите возможные значения гиперпараметров и используйте метод поиска по сетке (Grid Search) для поиска наилучшей комбинации параметров C и γ модели SVN.
4. Используйте лучшую модель, сделайте прогнозы на тестовых данных и сформируйте отчет по классификации.
5. Интерпретируйте результаты отчета по классификации.

Кейс-задача № 1 **«Кредитный скоринг на основе Байесовской классификации»**

АО «Россельхозбанк» предоставляет набор данных с информацией о клиентах (возраст, доход, кредитная история, сумма кредита и т.д.) и бинарным целевым признаком (дефолт: 0 или 1). Необходимо применить Наивный Байесовский классификатор для оценки вероятности невозврата кредита новым клиентом (прогнозирования дефолта заемщика на основе его характеристик):

1. Проведите очистку и предобработку данных.
2. Разработайте модели машинного обучения с помощью `sklearn.naive_bayes` (GaussianNB или MultinomialNB).
3. Оцените качество модели и сделайте выводы.

Кейс-задача № 2

«Моделирование рисков портфеля на основе методов Монте-Карло»

Необходимо оценить потенциальные потери кредитного портфеля в течение следующего года.

Для этого смоделируйте различные сценарии изменения рыночных условий или уровня дефолтов. Используя исторические данные, предоставленные АО «Россельхозбанк», примените методы Монте-Карло для симуляции 100 000 возможных исходов и расчета распределения потерь портфеля. Визуализируйте распределения результатов.

Кейс-задача № 3

«Сегментация клиентов на основе метода KNN и Байесовской кластеризации»

Необходимо разделить клиентскую базу на различные сегменты для персонализации маркетинговых предложений.

АО «Россельхозбанк» предоставил данные о транзакционной активности клиентов (частота платежей, средний чек, использование различных услуг). Необходимо использовать метод К-ближайших соседей (KNN) для классификации новых клиентов в существующие сегменты, а также Байесовскую кластеризацию для поиска скрытых сегментов:

1. Проведите нормализацию (масштабирование) признаков.
2. Разработайте модели машинного обучения с помощью `sklearn.neighbors.KNeighborsClassifier` и `sklearn.mixture.GaussianMixture` (для байесовских смесей). Оцените качество моделей.
3. Определите характеристики каждого сегмента. Сделайте выводы.

Кейс-задача № 4

«Обнаружение мошенничества на основе метода SVM»

Необходимо идентифицировать аномальные транзакции, которые могут быть мошенническими.

АО «Россельхозбанк» предоставил набор данных о транзакциях (сумма, время, место, тип операции) с метками «нормальная» или «мошенническая». При этом класс с меткой «мошенническая» является редким (исходные данные являются несбалансированными). Метод Опорных Векторов (SVM), особенно с ядром RBF, хорошо подходит для поиска границы между классами в многомерном пространстве.

Задачи:

1. Проведите обработку несбалансированных данных.
2. Разработайте модели машинного обучения для поиска аномалий с помощью `sklearn.svm.SVC` или `sklearn.svm.OneClassSVM`.
3. Оцените точность моделей, используя метрики, подходящие для несбалансированных данных (Precision, Recall, F1-score).

Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму:

Тема 1.1

1. Дайте определение понятию «случайная величина»,
2. Дайте определение понятию «функция вероятности»,
3. Дайте определение понятию «функция плотности вероятности»
4. Какие основные типы распределений существуют (нормальное, биномиальное, Пуассона, равномерное, экспоненциальное) и где они применяются?

Тема 1.2

1. Как формулируется и применяется теорема Байеса для проверки гипотез?
2. В чем заключается принцип Байесовского вывода (априорная, апостериорная вероятности, правдоподобие)?
3. Что такое коэффициент Байеса (Bayes Factor) и как он интерпретируется?
4. Чем Байесовский подход к тестированию гипотез отличается от частотного?
5. Как проводятся Байесовские A/B-тесты?

Тема 1.3

1. В чем общая идея методов Монте-Карло и как они используются для решения сложных вычислительных задач?
2. Что такое методы Монте-Карло по схемам Марковских цепей?
3. Каковы основные методы Монте-Карло с марковскими цепями (Метрополиса-Гастингса, сэмплирование по Гиббсу) и когда они применяются?

Тема 1.4

1. В чем заключается Байесовский подход к задаче классификации в целом?
2. Что такое наивный Байесовский классификатор и в чем его ключевое предположение?
3. Преимущества и недостатки наивного Байесовского классификатора.

Тема 1.5

1. Как строится модель Байесовской линейной регрессии и как интерпретируются ее результаты?

2. Как выбираются априорные распределения для параметров регрессии (коэффициентов и дисперсии шума)?
3. Как интерпретируются апостериорные распределения параметров (использование Credible Intervals)?

Тема 1.6

1. Как можно применить Байесовский подход к задаче обучения без учителя (кластеризации)?
2. Что такое модели смесей (Mixture Models), например, смесь Гауссиан?
3. Как используются априорные распределения для количества кластеров и их параметров?
4. Методы определения оптимального числа кластеров в байесовском подходе.

Тема 1.7

1. В чем суть метода KNN и для решения каких задач он применяется?
2. На основе чего можно подобрать параметр K для метода KNN?
3. Какие метрики расстояния используются в рамках применения метода KNN и на что влияет их выбор?
4. Основные недостатки метода KNN.

Тема 1.8

1. Каким образом с помощью метода SVM находят оптимальную разделяющую гиперплоскость и что такое опорные векторы?
2. Что такое отступ (margin) и как его максимизация влияет на модель SVM?
3. Как работает SVM для нелинейных данных и что такое «ядерный трюк» (kernel trick)?
4. Какие типы ядер используются и как выбирается параметр регуляризации C в рамках метода SVM?

Перечень примерных вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)

1. Сущность понятий «случайная величина», «функция вероятности», «функция плотности вероятности»
2. Виды вероятностных распределений.
3. Методы теории вероятностей для очистки данных.
4. Понятия статистического машинного обучения и нестатистического обучения. Классификация методов статистического машинного обучения.
5. Теорема Байеса и основные следствия, её связь с частотным подходом.
6. Различия между байесовской и частотной статистикой.
7. Байесовские методы для обучения моделей классификации.
8. Наивный Байесовский классификатор.
9. Байесовские методы для обучения моделей регрессии.
10. Байесовская линейная регрессия.
11. Байесовские методы для кластеризации.

12. Модели смесей (Mixture Models).
13. Байесовские тесты: сущность, основные виды и их ключевые особенности.
14. Метод k-ближайших соседей (KNN): сущность метода, основные этапы, особенности применения.
15. Метод опорных векторов (SVM): сущность метода, основные этапы, особенности применения.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов.

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

Первая часть текущего рейтинга включает в себя баллы за выполнение индивидуальных заданий на практических занятиях (всего работ - 8). Максимальная оценка за выполнение каждой работы - 10 баллов. Максимально возможная сумма баллов в рейтинге, полученная при выполнении практических работ, может составить 80 баллов. Критерии оценки выполненных работ приведены в таблице:

Таблица 7

Оценка	Количество баллов	Критерии оценивания
«5» (отлично)	9-10	оценку « отлично » заслуживает студент, выполнивший практическую работу полностью, в работе корректно применены методы многомерного анализа, нет ошибок в расчетах, сделаны глубокие выводы. Студент дал полные ответы на все заданные вопросы по работе. Недостатков по оформлению работы не имеется.
«4» (хорошо)	7-8	оценку « хорошо » заслуживает студент, выполнивший практическую работу полностью, имеются недочеты в применении методов многомерного анализа, проведенном анализе и полученных выводах. Студент дал верные ответы на все заданные вопросы по работе. Недостатков по оформлению работы не имеется.
«3» (удовлетворительно)	5-6	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, выполнивший практическую работу полностью, но имеются существенные недочеты в применении методов многомерного анализа и полученных выводах. Студент дал верные ответы не на все вопросы. По оформлению работы имеются недостатки.
«2» (неудовлетворительно)	0-4	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, выполнивший практическую работу не по своему варианту или с грубейшими нарушениями применения методов многомерного анализа и последовательности анализа.

Вторая часть текущего рейтинга включает в себя баллы за ответы на коллоквиуме. За обсуждение сложных и дискуссионных вопросов ставится 10 баллов.

Таблица 8

Оценка	Количество баллов	Критерии оценивания
«5» (отлично)	10	содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренным программой и учебником; содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано; материал изложен грамотным языком, с точным использованием терминологии; показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами; продемонстрировано усвоение раннее изученного материала; показано умение делать обобщение, выводы, сравнение; содержание материала изложено самостоятельно, без наводящих вопросов; материал изложен в строго определенных рамки, ответы лаконичны.
«4» (хорошо)	8	содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренным программой и учебником; в изложении материала имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии; приведение примеров вызывает затруднение; показано умение делать обобщение, выводы, сравнение; содержание материала излагалось с помощью наводящих вопросов и подсказок; изложение материала растянуто
«3» (удовлетворительно)	6	не полно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала; последовательность изложения материала недостаточно продумана; в изложении материала имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии; приведение примеров вызывает затруднение; обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя; содержание материала излагалось с помощью наводящих вопросов и подсказок; изложение материала растянуто.
«2» (неудовлетворительно)	4	не раскрыто основное содержание учебного материала; допущены ошибки в определении понятий; неумение приводить примеры при объяснении материала; незнание ранее изученного материала; полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения; содержание материала излагалось с многочисленными подсказками, показавшими незнание или непонимание большей части учебного материала; регламент выступления не соблюден

Третья часть текущего рейтинга включает в себя баллы за выполнение кейс-задачи от АО «Россельхозбанк»: участники команды, занявшей 1 место, получают по 10 баллов, 2 место – 7 баллов, 3 место – 4 балла. Максимально возможная сумма баллов, полученная при решении кейс-задачи, может составить 10 баллов.

Таким образом, максимальная сумма баллов, которую может набрать студент по текущему рейтингу, может составить: $8 \cdot 10 + 10 + 10 = 100$.

В зависимости от набранного количества баллов по текущему рейтингу студент получает соответствующую оценку по четырехбалльной шкале:

Таблица 9

Количество набранных баллов	Шкала оценивания	Зачет с оценкой
85-100	85-100%	Отлично
70-84	70-84%	Хорошо
60-69	60-69%	Удовлетворительно
0-59	0-59%	Неудовлетворительно

Промежуточный контроль проводится с использованием вопросов по каждой изучаемой теме дисциплины. Критерии выставления оценок по промежуточной аттестации представлены в таблице:

Таблица 10

Критерии оценивания результатов ответа на вопросы по зачету с оценкой

Зачет с оценкой	Критерии оценивания
зачет с оценкой отлично	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов. Студент дал полные ответы на все заданные три вопроса, в том числе ответил на дополнительные.
зачет с оценкой хорошо	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал. Студент дал полные ответы на два вопроса, в том числе ответил на дополнительные.
зачет с оценкой удовлетворительно	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал. Студент дал верные ответы на один вопрос.
незачет с оценкой неудовлетворительно	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал. Студент не дал ни одного ответа на заданные вопросы.

Итоговая оценка за зачет складывается из 40% оценки текущего рейтинга и 60% оценки по промежуточной аттестации.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565694>
2. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 259 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17131-0. — Текст :

- электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561038>.
3. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Введение / К. П. Мэрфи ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 940 с. — ISBN 978-5-93700-119-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/314891>
 4. Анализ данных : учебник для вузов / под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 448 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19964-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560311>
 5. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Дополнительные темы: основания, вывод : руководство / К. П. Мэрфи ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2024. — 770 с. — ISBN 978-5-93700-120-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/456758>

7.2 Дополнительная литература

1. Юре, Л. Анализ больших наборов данных [Электронный ресурс] / Л. Юре, Р. Ананд, Д.У. Джеффри. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 498 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93571>
2. Горлач, Б.А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4864>
3. Остромов, О. И. Статистические методы оценки качества моделей ИИ [Электронный ресурс] / О. И. Остромов. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 356 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4656>
4. Семёнов, В. В. Оценка и валидация моделей машинного обучения [Электронный ресурс] / В. В. Семёнов, И. М. Котов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Питер, 2017. — 325 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4786>
5. Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) : справочник / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен ; перевод с английского В. С. Яценкова.. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 256 с. — ISBN 978-5-93700-196-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/348104>
6. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-97060-506-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105836>
7. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более

глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-409-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100905>

8. Пригарин, С. М. Статистическое моделирование многомерных гауссовских распределений : учебник для вузов / С. М. Пригарин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 83 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10209-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565367>.

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

1. Pacelli, R., Ariosto, S., Pastore, M. et al. A statistical mechanics framework for Bayesian deep neural networks beyond the infinite-width limit. *Nat Mach Intell* 5, 1497–1507 (2023). <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00767-6>
2. Viñas, R., Joshi, C.K., Georgiev, D. et al. Hypergraph factorization for multi-tissue gene expression imputation. *Nat Mach Intell* 5, 739–753 (2023). <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00684-8>
3. Doan, B. G., Shamsi, A., Guo, X.-Y., Mohammadi, A., Alinejad-Rokny, H., Sejdinovic, D., Teney, D., Ranasinghe, D. C., & Abbasnejad, E. (2025). Bayesian Low-Rank Learning (Bella): A Practical Approach to Bayesian Neural Networks. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 39(15), 16298-16307. <https://doi.org/10.1609/aaai.v39i15.33790>
4. Jin, T., Hsu, H.-L., Chang, W., & Xu, P. (2024). Finite-Time Frequentist Regret Bounds of Multi-Agent Thompson Sampling on Sparse Hypergraphs. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(11), 12956-12964. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i11.29193>
5. Nie, F., Hao, Z., & Wang, R. (2024). Multi-Class Support Vector Machine with Maximizing Minimum Margin. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(13), 14466-14473. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i13.29361>
6. Chang, Z., Yu, L., Xu, Y., & Hu, W. (2024). Neural Embeddings for kNN Search in Biological Sequence. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(1), 38-45. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i1.27753>

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

1. Machine Learning Crash Course. — URL: <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course> (открытый доступ)

2. Цифровые профессии: Искусственный интеллект. – URL: <https://steps.2035.university/collections/f6361b9a-ea2e-41b1-a18f-9a2f84a9fcd4> (открытый доступ)
3. Kaggle. – URL: <https://www.kaggle.com/> (открытый доступ)
4. Machine Learning Repository. – URL: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/default+of+credit+card+clients> (открытый доступ)
5. TensorFlow library. <https://www.tensorflow.org/resources/libraries-extensions> (открытый доступ)
6. PyTorch. <https://pytorch.org/> (открытый доступ)
7. KERAS. <https://keras.io/> (открытый доступ)
8. dblp computer science bibliography: <https://dblp.uni-trier.de/db/about/index.html> (открытый доступ)
9. ICORE Conference Portal: https://portal.core.edu.au/conf-ranks/?search=A*+&by=all&source=CORE2023&sort=atitle&page=1 (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 11

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1. Все темы	Excel	расчётная	MS	Текущая версия
2		STATISTICA	расчётная	TIBCO Software Inc.	Текущая версия
3		Google Colaboratory	расчётная	Google	Текущая версия
4		Jupyter Notebook	расчётная	Jupyter.org	Текущая версия
5		Python	расчетная, обучающая, контролирующая	Python Software Foundation	Текущая версия
6		Anaconda	расчетная, обучающая, контролирующая	Anaconda, Inc.	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 12

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 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
<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>	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</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.

самостоятельной работы (2й учебный корпус, 302 ауд.)	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
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.)	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
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.)	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
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Студенческое общежитие	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации студентам 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:

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


(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.19 «Статистика для машинного обучения»
ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии»,
направленности «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Вахрушевой Инной Алексеевной, доцентом кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом педагогических наук (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Статистика для машинного обучения» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленности «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре статистики и кибернетики (разработчик – Дашиева Б.Ш., доцент кафедры статистики и кибернетики, канд. экон. наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Статистика для машинного обучения» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», компетентностно-ролевых моделей 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 обязательной части учебного цикла – Б1.О.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии», компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Статистика для машинного обучения» **закреплены 7 профессиональных компетенций (13 индикаторов)**. Дисциплина «Статистика для машинного обучения» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Статистика для машинного обучения» составляет 3 зачётные единицы (108 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Статистика для 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 «Статистика для машинного обучения» предполагает занятия 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 (защита практических работ, выступления и участие в дискуссиях, диспутах, хакатоне, тестирование), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О 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 – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 14 наименований, Интернет-ресурсы – 9 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии», компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Статистика для 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 «Статистика для машинного обучения».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Статистика для машинного обучения» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленности «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная, доцентом, кандидатом экономических наук, Дашиевой Б.Ш., соответствует требованиям ФГОС ВО, компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Вахрушева Инна Алексеевна, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат педагогических наук

 «26» августа 2025 г.
(подпись)