

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

 Хагуров Т.А.

подпись
« 29 » августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1. В.11 Теория вероятностей и математическая статистика

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Теория вероятностей и математическая статистика составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Программу составил(и):

Г.В. Калайдина, доцент, к.ф.-м.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



ПОДПИСЬ

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании центра
искусственного интеллекта

протокол № 01 «28» августа 2025 г.

Руководитель центра ИИ Коваленко А.В.



ПОДПИСЬ

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
компьютерных технологий и прикладной математики

протокол № 01 «28» августа 2025 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



ПОДПИСЬ

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование у студентов системного понимания фундаментальных понятий и методов теории вероятностей и математической статистики, их роли в анализе данных и искусственном интеллекте, а также развитие навыков применения вероятностно-статистических подходов для решения практических задач в области ИИ.

1.2 Задачи дисциплины

- Изучение основ теории вероятностей, включая случайные события, случайные величины и их распределения.
- Освоение ключевых теорем (включая теорему Байеса) и их приложений в анализе данных и машинном обучении.
- Приобретение навыков работы с основными вероятностными распределениями и их параметрами.
- Изучение методов математической статистики: описательная статистика, оценка параметров, проверка статистических гипотез.
- Развитие умения применять статистические методы для анализа реальных данных и валидации моделей машинного обучения.
- Формирование понимания различий между байесовским и частотным подходами в статистике.
- Приобретение практических навыков использования Python (с библиотеками NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib, StatsModels) для вероятностно-статистического анализа данных.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» относится к части учебного плана Блока 1. Дисциплины (модули), формируемой участниками образовательных отношений.

Предшествующие дисциплины Математический анализ, Алгебра и геометрия, Технология компьютерного зрения, Промпт-инжиниринг.

Последующие дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей Машинное обучение, Глубокое обучение, Нейросетевые технологии, Технологии обработки больших данных, Технологии обработки языка, Генеративный искусственный интеллект.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Роль 1: Data Engineer (Инженер по данным)

Задачи:

1. Проектирование и построение ETL-процессов
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных
4. Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
5. Интеграция разрозненных источников данных
6. Работа с данными в области природопользования, медицины, связи и телекоммуникаций

Роль 2: ML Engineer (Инженер МО)

Задачи:

1. Реализация ML-моделей в продуктивных системах
2. Оптимизация производительности и масштабирование моделей

3. Разработка ML-пайплайнов и автоматизация процессов
4. Мониторинг качества моделей в продуктиве
5. Интеграция ML-решений с бизнес-приложениями

Роль 3: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

Задачи:

1. Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей
2. Мониторинг производительности ML-систем
3. Управление версиями моделей и данных
4. Обеспечение CI/CD для ML-проектов
5. Оптимизация вычислительных ресурсов

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
MF-1 Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	
MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта.	Применяет методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ
MF-1.3 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения	Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения
MF-2 Способен применять байесовский подход для построения вероятностных моделей, анализа неопределенности и создания адаптивных систем ИИ	
MF-2.1 Использует теорему Байеса и её следствия, понимает отличия байесовской статистики от частотного подхода.	Знает теорему Байеса и основные следствия, понимает её связь с частотным подходом и может объяснить различия между байесовской и частотной статистикой
MF-2.3 Анализирует и применяет байесовский и частотный подходы, свободно использует теорему Байеса и её следствия для решения сложных статистических задач	Применяет теорему Байеса и методы частотного подхода для решения стандартных статистических задач, анализирует основные различия между подходами
MF-4 Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ.	
MF-4.1 Применяет статистические методы анализа и машинного обучения для решения задач анализа данных и проведения экспериментов на данных	Применяет и выбирает методы статистического машинного обучения, учитывая особенности данных и задачи, а также объясняет различия между подходами

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		3
Контактная работа, в том числе:	72,3	72,3
Аудиторные занятия (всего):	68	68
Занятия лекционного типа	34	34
Лабораторные занятия	34	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		
Иная контактная работа:	4,3	4,3
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:	36	36
Проработка учебного (теоретического) материала	10	10
Выполнение индивидуальных заданий (типовой расчет)	1	10
Подготовка к текущему контролю	16	16
Контроль:	35,7	35,7
Подготовка к экзамену	35,7	35,7
Общая трудоемкость	час.	144
	в том числе контактная работа	72,3
	зач. ед	4

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в теорию вероятностей. Случайные события	6	2		2	2
2.	Теорема Байеса и её приложения.	6	2		2	2
3.	Случайные величины. Дискретные распределения.	6	2		2	2
4.	Непрерывные случайные величины.	6	2		2	2
5.	Многомерные случайные величины.	6	2		2	2
6.	Закон больших чисел. Предельные теоремы.	6	2		2	2
7.	Введение в математическую статистику.	6	2		2	2
8.	Теория оценивания.	6	2		2	2
9.	Доверительные интервалы.	6	2		2	2
10.	Проверка статистических гипотез.	6	2		2	2
11.	Проверка гипотез о параметрах распределений.	10	2		4	4
12.	Введение в байесовскую статистику.	12	4		4	4

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
13.	Основы регрессионного анализа.	12	4		4	4
14.	Вероятностные модели в ИИ. Обзор.	10	2		4	4
ИТОГО по разделам дисциплины		104	34		34	36
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	
1	Введение в теорию вероятностей. Случайные события.	Основные понятия: случайный эксперимент, события, алгебра событий. Классическое и геометрическое определение вероятности. Аксиомы теории вероятностей. Условная вероятность.	Вопросы к экзамену: 1, 2, 3
2	Теорема Байеса и её приложения.	Формула полной вероятности. Теорема Байеса. Байесовский vs. частотный подход. Примеры применения в машинном обучении (наивный байесовский классификатор).	Вопросы к экзамену: 4, 5
3	Случайные величины. Дискретные распределения.	Понятие случайной величины. Функция распределения. Дискретные распределения: биномиальное, Пуассона, геометрическое. Математическое ожидание и дисперсия.	Вопросы к экзамену: 6, 7, 8
4	Непрерывные случайные величины.	Функция плотности распределения. Непрерывные распределения: равномерное, нормальное, экспоненциальное. Квантили. Функция надежности.	Вопросы к экзамену: 9, 10, 11, 12, 13
5	Многомерные случайные величины.	Совместное распределение. Ковариация и корреляция. Условные распределения. Независимость случайных величин.	Вопросы к экзамену: 14, 15, 16
6	Закон больших чисел. Предельные теоремы.	Неравенство Чебышева. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема и её значение для анализа данных.	Вопросы к экзамену: 17, 18
7	Введение в математическую статистику.	Генеральная совокупность и выборка. Описательная статистика: выборочное среднее, дисперсия, медиана, квантили. Визуализация данных (гистограммы, box-plot).	Вопросы к экзамену: 19, 20, 21
8	Теория оценивания.	Точечные оценки: свойства (несмещенность, состоятельность, эффективность). Методы	Вопросы к экзамену: 22, 23, 24

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	
		нахождения оценок: метод максимального правдоподобия (ММП), метод моментов.	
9	Доверительные интервалы.	Понятие доверительного интервала. Построение доверительных интервалов для среднего и дисперсии нормального распределения. Асимптотические доверительные интервалы.	Вопросы к экзамену: 25, 26
10	Проверка статистических гипотез.	Основные понятия: нулевая и альтернативная гипотезы, ошибки I и II рода, уровень значимости, p-value. Критерии согласия (хи-квадрат Пирсона, Колмогорова-Смирнова).	Вопросы к экзамену: 27, 28, 29, 30
11	Проверка гипотез о параметрах распределений.	t-критерий Стьюдента для одной и двух выборок. F-критерий для сравнения дисперсий. Критерии для проверки нормальности распределения.	Вопросы к экзамену: 31, 32, 33
12	Введение в байесовскую статистику.	Байесовский вывод. Априорное и апостериорное распределения. Сопряженные априорные распределения. Примеры байесовской оценки параметров.	Вопросы к экзамену: 34
13	Основы регрессионного анализа.	Простая линейная регрессия. Метод наименьших квадратов (МНК). Проверка значимости коэффициентов регрессии. Коэффициент детерминации.	Вопросы к экзамену: 35, 36
14	Вероятностные модели в ИИ. Обзор.	Применение изученных методов в задачах машинного обучения: оценка качества моделей, A/B тестирование, анализ неопределённости.	Вопросы к экзамену: 4, 5, 12, 27, 31, 35 (повторение и синтез ключевых тем)

2.3.2 Занятия семинарского типа / лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение в ТВ.	Лаб. работа 1: Решение задач на вычисление вероятностей событий. Моделирование в Python (NumPy).	Отчет, защита ЛР
23	Теорема Байеса. Дискретные распределения.	Лаб. работа 2: Решение практических задач с использованием теоремы Байеса. Сравнение с частотным подходом.	Отчет, защита ЛР
		Лаб. работа 3: Моделирование дискретных случайных величин. Построение и анализ биномиального и пуассоновского распределений.	Отчет, защита ЛР
4	Непрерывные распределения.	Лаб. работа 4: Работа с непрерывными распределениями. Генерация выборок, построение гистограмм и теоретических плотностей. Проверка нормальности.	Отчет, защита ЛР
5	Многомерные величины.	Лаб. работа 5: Исследование зависимости случайных величин. Расчет ковариации и корреляции. Визуализация.	Отчет, защита ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
6	Описательная статистика.	Лаб. работа 6: Первичный анализ реального набора данных. Расчет описательных статистик и визуализация (Pandas, Matplotlib, Seaborn).	Отчет, защита ЛР
7	Точечное оценивание.	Лаб. работа 7: Сравнение методов нахождения оценок (ММП, метод моментов) на смоделированных данных. Исследование свойств оценок.	Отчет, защита ЛР
8	Доверительные интервалы.	Лаб. работа 8: Построение доверительных интервалов для среднего и дисперсии. Исследование зависимости интервала от объема выборки и уровня доверия.	Отчет, защита ЛР
9	Проверка гипотез. Критерии согласия.	Лаб. работа 9: Проверка гипотезы о законе распределения по критерию хи-квадрат и Колмогорова-Смирнова.	Отчет, защита ЛР
10	Параметрические критерии.	Лаб. работа 10: Применение t-критерия и F-критерия для сравнения выборок. А/В тестирование на синтетических данных.	Отчет, защита ЛР
11	Байесовский вывод.	Лаб. работа 11: Байесовская оценка параметров для биномиального и нормального распределений.	Отчет, защита ЛР
12	Линейная регрессия.	Лаб. работа 12: Построение и анализ простой линейной регрессии. Проверка значимости модели и её параметров.	Отчет, защита ЛР
13	Итоговый проект.	Лаб. работа 13: Мини-проект: полный вероятностно-статистический анализ набора данных по выбору студента.	Отчет по проекту

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы по данному предмету не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, лабораторным работам, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г
2	Подготовка к текущему контролю	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; лабораторные занятия.

- С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

- Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

- Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, разноуровневых заданий, типовых расчетов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

			Наименование
--	--	--	---------------------

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение в ТВ. Случайные события.	MF-1.2	Контрольная работа 1	Вопросы к экзамену (1, 2, 3)
2	Теорема Байеса и её приложения.	MF-2.1, MF-2.3	Тестирование 1, ЛР №2	Вопросы к экзамену (4, 5)
3	Случайные величины. Дискретные распределения.	MF-1.2, MF-1.3	ЛР №3, Контрольная работа 2	Вопросы к экзамену (6, 7, 8)
4	Непрерывные случайные величины.	MF-1.2, MF-1.3	ЛР №4, Тестирование 2	Вопросы к экзамену (9-13)
5	Многомерные случайные величины.	MF-1.2	ЛР №5	Вопросы к экзамену (14-16)
6	Закон больших чисел. Предельные теоремы.	MF-1.2	ЛР №6	Вопросы к экзамену (17, 18)
7	Введение в математическую статистику.	MF-4.1	ЛР №7, Контрольная работа 3	Вопросы к экзамену (19-21)
8	Теория оценивания.	MF-4.1	ЛР №8	Вопросы к экзамену (22-24)
9	Доверительные интервалы.	MF-4.1	ЛР №9	Вопросы к экзамену (25, 26)
10	Проверка статистических гипотез.	MF-4.1	ЛР №10, Тестирование 3	Вопросы к экзамену (27-30)
11	Проверка гипотез о параметрах распределений.	MF-4.1	ЛР №11	Вопросы к экзамену (31-33)
12	Введение в байесовскую статистику.	MF-2.1, MF-2.3	ЛР №12	Вопросы к экзамену (34)
13	Основы регрессионного анализа.	MF-4.1	ЛР №13	Вопросы к экзамену (35, 36)
14	Итоговый проект	MF-1.2, MF-2.3, MF-4.1	Защита проекта	-

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Соответствие освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: удовлетворительно /зачтено)				
на пороговом уровне:				

1	MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	Знать: основные понятия ТВ и МС, виды распределений, формулы вычисления вероятностей. Уметь: решать стандартные задачи на вычисление вероятностей, строить простые распределения, вычислять основные статистические характеристики. Владеть: базовыми методами анализа статистических зависимостей в данных.	Контрольные работы 1-2 ЛР №1, 3-4 (базовая часть)	Вопросы к экзамену (1-3, 6-13, 16)
2	MF-1.3 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения	Знать: основные вероятностные модели МО, понятия ошибки обучения и обобщения. Уметь: объяснить вероятностную природу основных методов МО (наивный Байес, логистическая регрессия). Владеть: навыками интерпретации выходов вероятностных моделей.	ЛР №2, 13 (базовая часть)	Вопросы к экзамену (4, 5, 35, 36)
3	MF-2.1 Использует теорему Байеса и её следствия, понимает отличия байесовской статистики от частотного подхода.	Знать: формулировку теоремы Байеса, определения априорной и апостериорной вероятности. Уметь: решать стандартные задачи с использованием теоремы Байеса, указать основные различия между подходами. Владеть: базовыми навыками применения байесовского подхода в простых сценариях.	Тестирование 1 ЛР №2 (базовая часть)	Вопросы к экзамену (4, 5)
4	MF-2.3 Анализирует и применяет байесовский и частотный подходы, свободно использует теорему Байеса и её следствия для решения сложных статистических задач.	Знать: основные области применения байесовского и частотного подхода. Уметь: применять оба подхода для решения стандартных статистических задач (оценка параметров, проверка гипотез). Владеть: навыками сравнительного анализа результатов, полученных разными подходами.	ЛР №2, 12 (базовая часть)	Вопросы к экзамену (4, 5, 34)
	MF-4.1 Применяет статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ.	Знать: основные методы описательной статистики, понятия доверительного интервала и статистической гипотезы. Уметь: рассчитывать выборочные характеристики, строить доверительные интервалы, применять стандартные статистические тесты по алгоритму. Владеть: навыками применения	Контрольная работа 3 ЛР №7-11 (базовая часть)	Вопросы к экзамену (19-26, 31-33)

		статистических методов для первичного анализа данных.		
	MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	Знать: основные понятия ТВ и МС, виды распределений, формулы вычисления вероятностей. Уметь: решать стандартные задачи на вычисление вероятностей, строить простые распределения, вычислять основные статистические характеристики. Владеть: базовыми методами анализа статистических зависимостей в данных.	Контрольные работы 1-2 ЛР №1, 3-4 (базовая часть)	Вопросы к экзамену (1-3, 6-13, 16)
Соответствие освоения компетенций планируемому результату обучения и критериям их оценивания (оценка: хорошо /зачтено)				
на базовом уровне:				
1	MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	Знать: связь между различными распределениями, свойства числовых характеристик, центральную предельную теорему. Уметь: выбирать подходящее распределение для анализа данных, обосновывать выбор статистического метода, применять предельные теоремы. Владеть: навыками вероятностного моделирования и анализа статистических зависимостей в реальных данных.	Контрольные работы 1-2 ЛР №1, 3-6 (полный объем)	Вопросы к экзамену (1-18)
2	MF-1.3 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения	Знать: вероятностные основы и предположения различных алгоритмов МО (EM-алгоритм, LDA). Уметь: исследовать и сравнивать вероятностные модели МО, анализировать их устойчивость и сходимость. Владеть: методами оценки неопределённости предсказаний вероятностных моделей.	ЛР №2, 13 (полный объем, включая анализ моделей)	Вопросы к экзамену (4, 5, 35, 36)
3	MF-2.1 Использует теорему Байеса и её следствия, понимает отличия байесовской статистики от частотного подхода.	Знать: принципы построения байесовских моделей, концепцию сопряженных распределений. Уметь: сравнивать результаты, полученные байесовским и частотным методами, интерпретировать апостериорное распределение. Владеть: навыками реализации	ЛР №2, №12 (полный объем, включая сравнительный анализ)	Вопросы к экзамену (4, 5, 34)

		простых байесовских моделей для анализа данных.		
4	MF-2.3 Анализирует и применяет байесовский и частотный подходы, свободно использует теорему Байеса и её следствия для решения сложных статистических задач.	Знать: методы байесовской оценки параметров, проверки гипотез и сравнения моделей. Уметь: свободно выбирать и применять подход в зависимости от условий задачи, критически оценивать предположения каждого метода. Владеть: навыками комплексного статистического анализа с использованием обоих подходов.	ЛР №2, 12 (расширенный анализ) Тестирование 2	Вопросы к экзамену (4, 5, 34)
	MF-4.1 Применяет статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ.	Знать: допущения статистических тестов, методы оценки мощности критерия, принципы дизайна экспериментов. Уметь: проверять соответствие данных допущениям критериев, выбирать оптимальный статистический тест, интерпретировать результаты в контексте ИИ. Владеть: навыками статистической валидации моделей МО и анализа результатов экспериментов.	Контрольная работа 3 ЛР №7-13 (полный объем)	Вопросы к экзамену (19-36)
	MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	Знать: связь между различными распределениями, свойства числовых характеристик, центральную предельную теорему. Уметь: выбирать подходящее распределение для анализа данных, обосновывать выбор статистического метода, применять предельные теоремы. Владеть: навыками вероятностного моделирования и анализа статистических зависимостей в реальных данных.	Контрольные работы 1-2 ЛР №1, 3-6 (полный объем)	Вопросы к экзамену (1-18)
Соответствие освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: отлично /зачтено)				
<u>на продвинутом уровне:</u>				
1	MF-2.3 Анализирует и применяет байесовский и частотный подходы, свободно использует теорему Байеса и её следствия для решения	Знать: методы байесовской оценки параметров, проверки гипотез и сравнения моделей. Уметь: свободно выбирать и применять подход в зависимости от условий задачи, критически оценивать предположения	ЛР №2, 12 (расширенный анализ) Тестирование 2	Вопросы к экзамену (4, 5, 34)

	сложных статистических задач.	каждого метода. Владеть: навыками комплексного статистического анализа с использованием обоих подходов.		
2	MF-4.1 Применяет статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ.	Знать: допущения статистических тестов, методы оценки мощности критерия, принципы дизайна экспериментов. Уметь: проверять соответствие данных допущениям критериев, выбирать оптимальный статистический тест, интерпретировать результаты в контексте ИИ. Владеть: навыками статистической валидации моделей МО и анализа результатов экспериментов.	Контрольная работа 3 ЛР №7-13 (полный объем)	Вопросы к экзамену (19-36)
3	MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	Знать: связь между различными распределениями, свойства числовых характеристик, центральную предельную теорему. Уметь: выбирать подходящее распределение для анализа данных, обосновывать выбор статистического метода, применять предельные теоремы. Владеть: навыками вероятностного моделирования и анализа статистических зависимостей в реальных данных.	Контрольные работы 1-2 ЛР №1, 3-6 (полный объем)	Вопросы к экзамену (1-18)
4	MF-1.3 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения	Знать: вероятностные основы и предположения различных алгоритмов МО (EM-алгоритм, LDA). Уметь: исследовать и сравнивать вероятностные модели МО, анализировать их устойчивость и сходимость. Владеть: методами оценки неопределённости предсказаний вероятностных моделей.	ЛР №2, 13 (полный объем, включая анализ моделей)	Вопросы к экзамену (4, 5, 35, 36)
	MF-2.1 Использует теорему Байеса и её следствия, понимает отличия байесовской статистики от частотного подхода.	Знать: принципы построения байесовских моделей, концепцию сопряженных распределений. Уметь: сравнивать результаты, полученные байесовским и частотным методами, интерпретировать апостериорное распределение. Владеть: навыками реализации	ЛР №2, №12 (полный объем, включая сравнительный анализ)	Вопросы к экзамену (4, 5, 34)

		простых байесовских моделей для анализа данных.		
	MF-2.3 Анализирует и применяет байесовский и частотный подходы, свободно использует теорему Байеса и её следствия для решения сложных статистических задач.	Знать: методы байесовской оценки параметров, проверки гипотез и сравнения моделей. Уметь: свободно выбирать и применять подход в зависимости от условий задачи, критически оценивать предположения каждого метода. Владеть: навыками комплексного статистического анализа с использованием обоих подходов.	ЛР №2, 12 (расширенный анализ) Тестирование 2	Вопросы к экзамену (4, 5, 34)

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Варианты контрольных работ

Контрольная работа 1 (примерные варианты задач)

Тема. Классическое определение вероятности

Задача 1. Найти вероятность того, что дни рождения 5 человек придется на разные месяцы года.

Задача 2. В столе 12 дефектных и 5 годных плат. Извлекаются наудачу 2 платы и если надо ремонтируются и возвращаются в стол. После этого вновь наудачу извлекаются 2 платы. Определить вероятность того, что одна плата дефектная.

Задача 3. Слово составлено из карточек, на каждой из которых написана одна буква. Карточки смешивают и вынимают без возврата по одной. Найти вероятность того, что карточки вынимаются в порядке следования букв заданного слова «СТАТИСТИКА».

Задача 4. Точка М случайным образом бросается в квадрат $K = \{(x, y) : |x| + |y| \leq a\}$. Найти вероятность того, что квадрат с центром в точке М и сторонами длины b , $b < a$, параллельными осям координат, целиком содержится в квадрате К.

Задача 5. Из числа авиалиний некоторого аэропорта, 60% - местные, 30% - по СНГ и 10% - дальше зарубежье. Среди пассажиров местных авиалиний 50% путешествуют по делам, на линиях СНГ таких пассажиров 60%, на международных - 90%. Из прибывших пассажиров выбирается один. Чему равна вероятность, что он прибыл из СНГ по делам.

Контрольная работа 2 (примерные варианты задач)

Тема. Случайная величина

Задача 1. Производятся выстрелы по мишени. Вероятность попадания 0,8. Стрельба ведется до 1-го попадания, но не более 4-х выстрелов. Найти закон распределения, MX , DX числа произведенных выстрелов.

Задача 2. Задана плотность распределения непрерывной случайной величины X

$$p(x) = \begin{cases} Ae^{-2x}, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases}$$

Найти A , MX , DX

Задача 3. В первой урне 40 белых и 8 черных шаров. Во второй 10 белых и 2 черных

шара. Из первой урны во вторую переложили 35 шаров, затем из второй урны извлекли шар. Определить вероятность того, что этот шар белый.

Задача 4. X – случайная величина, равномерно распределенная на $[a, b]$. Y – площадь квадрата со стороной X . Найти плотность Y .

Задача 5. Вероятность того, что акции, переданные на депозит, будут востребованы, равна 0,08. Оценить при помощи неравенства Чебышева вероятность того, что среди 1000 клиентов от 70 до 90 востребуют свои акции.

Задача 6. Отделение банка обслуживает в среднем 200 клиентов в день. Оценить вероятность того, что в произвольно взятый день в банке будет обслужено не более 300 клиентов, более 150 клиентов.

Тест 1. (примерный вариант)

1. Из вазы, в которой находятся 6 красных роз и 4 белые, наудачу вынимают одновременно 3 розы. Тогда вероятность того, что среди отобранных 2 розы будут белыми, равна:

- а) 0,44 б) 0,3 в) 0,93 г) 0,08

2. Внутри круга радиусом 3 наудачу брошена точка. Тогда вероятность того, что точка окажется вне вписанного в круг квадрата, равна:

- а) $\frac{\pi-3}{\pi}$ б) $\frac{1}{2\pi}$ в) $\frac{\pi}{9}$ г) $\frac{\pi-2}{\pi}$

3. Вероятность поражения здания первой бомбой равна 0,3, а второй – 0,25. Обе бомбы сбрасывают одновременно. Тогда вероятность поражения цели равна:

- а) 0,475 б) 0,93 в) 0,44 г) 1,44

4. Открывая сейф, Иван забыл 2 последние цифры кода и набрал их наудачу, помня только, что эти цифры нечетные и разные. Тогда вероятность того, что код набран правильно, равна:

- а) 0,05 б) 0,44 в) 0,08 г) 0,93

5. Имеются три корзины, содержащие по 3 красных и 3 зеленых яблок, и семь корзин, содержащих по 4 красных и 2 зеленых яблока. Из наудачу взятой корзины вытаскивается 1 яблоко. Тогда вероятность того, что это яблоко красное, равна:

- а) 0,3833 б) 0,44 в) 0,6167 г) 0,93

6. Банк выдает 20% всех кредитов юридическим лицам, а 80% – физическим лицам. Вероятность того, что юридическое лицо не погасит в срок кредит, равна 0,15; а для физического лица эта вероятность составляет 0,1. Тогда вероятность непогашения в срок очередного кредита, равна:

- а) 0,44 б) 0,93 в) 0,11 г) 0,89

7. Дискретная случайная величина X задана законом распределения вероятностей:

x_i	1	2	3	4	5
p_i	0,05	a	b	0,1	0,3

Тогда значения a и b могут быть равны:

- а) $a = 0,15; b = 0,45;$ б) $a = 0,3; b = 0,5;$
в) $a = 0,1; b = 0,4;$ г) $a = 0,15; b = 0,4;$

г) не изменится.

10. Дан доверительный интервал (12,1; 16,7) для оценки математического ожидания нормально распределённого количественного признака при известном среднем квадратическом отклонении генеральной совокупности. Тогда при уменьшении объёма выборки в четыре раза этот доверительный интервал примет вид:

- а) (9,8, 19,0); б) (8,1, 20,7);
в) (13,25, 15,55); г) (5,2, 23,6).

11. Дан доверительный интервал (12,6; 14,3) для оценки математического ожидания нормально распределённого количественного признака. Тогда точность этой оценки равна:

- а) 13,45; б) 1,7; в) 0,063; г) 0,85.

12. Точечная оценка математического ожидания нормально распределённого количественного признака равна 10,05. Тогда его интервальная оценка с точностью 0,9 имеет вид:

- а) (10,05; 10,95); б) (9,15; 10,95);
в) (9,80; 10,70); г) (0,9; 10,05).

13. Левосторонняя критическая область может определяться из соотношения:

- а) $P(K < -2,6) + P(K > 2,6) = 0,18$; б) $P(K > -2,6) = 0,09$;
в) $P(K < 2,6) = 0,09$; г) $P(K < -2,6) = 0,09$.

14. Соотношением вида $P(K > 1,9) = 0,06$ можно определить:

- а) двустороннюю критическую область;
б) правостороннюю критическую область;
в) область принятия гипотезы;
г) левостороннюю критическую область.

15. Основная гипотеза имеет вид $H_0: \rho = 0,4$. Тогда конкурирующей может являться гипотеза:

- а) $H_1: \rho \leq 1$; б) $H_1: \rho < 0,4$; в) $H_1: \rho \geq 0,4$; г) $H_1: \rho < 0,5$.

16. Выборочное уравнение прямой линии регрессии X на Y имеет вид $\underline{x}_y - 26,9 = -2,7(y + 20)$. Тогда выборочное среднее признака X равно:

- а) 26,9; б) 20; в) -20; г) -26,9.

17. Выборочное уравнение прямой линии регрессии X на Y имеет вид $x = -3,74 + 1,81y$. Тогда выборочный коэффициент корреляции может быть равен:

- а) -0,1; б) -1,31; в) 1,14; г) 0,56.

18. При построении выборочного уравнения прямой линии регрессии Y на X вычислены выборочный коэффициент регрессии $\rho_{YX} = 2,2$ и выборочные средние $\underline{x} = -3,98$ и $\underline{y} = 6,17$. Тогда уравнение регрессии примет вид:

- а) $\underline{y}_x - 3,98 = 2,2x + 6,17$; б) $\underline{y}_x = -2,2x + 14,926$;
в) $\underline{y}_x = 2,2x - 3,98$; г) $\underline{y}_x = 2,2x + 14,926$.

19. При построении выборочного уравнения парной регрессии вычислены выборочный коэффициент корреляции $r_B = 0,76$ и выборочные средние квадратические отклонения $\sigma_X = 2,88$, $\sigma_Y = 1,44$. Тогда выборочный коэффициент регрессии Y на X равен:

- а) 1,52; б) 0,38; в) –1,52; г) –0,38.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством тестовые задания MF-1.2, MF-1.3, MF-2.1, MF-2.3, MF-4.1

Вопросы к экзамену по дисциплине "Теория вероятностей и математическая статистика"

1. Случайные события. Алгебра событий. Пространство элементарных исходов.
2. Классическое и геометрическое определение вероятности. Аксиомы теории вероятностей.
3. Условная вероятность. Формула полной вероятности.
4. Теорема Байеса. Её формулировка, доказательство и примеры практического применения.
5. Сравнение байесовского и частотного подходов в статистике. Их основные различия и области применения.
6. Понятие случайной величины. Дискретные случайные величины. Закон распределения, функция распределения.
7. Числовые характеристики дискретных случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, их свойства.
8. Основные дискретные распределения: биномиальное, Пуассона. Их характеристики и примеры применения.
9. Непрерывные случайные величины. Функция плотности распределения и её свойства.
10. Функция распределения непрерывной случайной величины, её свойства и связь с плотностью.
11. Числовые характеристики непрерывных случайных величин.
12. Нормальное распределение (распределение Гаусса). Его параметры, правило трёх сигм.
13. Равномерное и экспоненциальное распределения, их свойства и применение.
14. Многомерные случайные величины. Совместный закон распределения.
15. Ковариация и коэффициент корреляции. Их смысл, свойства и отличие.
16. Независимость случайных величин. Условные распределения.
17. Неравенство Чебышева. Закон больших чисел (в форме Чебышева).
18. Центральная предельная теорема (на примере одинаково распределённых слагаемых) и её значение для статистики.
19. Генеральная совокупность и выборка. Задачи математической статистики.
20. Эмпирическая функция распределения. Гистограмма и полигон частот.
21. Выборочные характеристики: выборочное среднее, выборочная дисперсия, их свойства.
22. Точечные оценки параметров. Требования к оценкам: несмещенность, состоятельность, эффективность.
23. Метод максимального правдоподобия (ММП) для нахождения точечных оценок.
24. Метод моментов для нахождения точечных оценок.
25. Понятие доверительного интервала. Доверительный интервал для математического ожидания нормального распределения при известной и неизвестной дисперсии.
26. Доверительный интервал для дисперсии нормального распределения.
27. Основные понятия теории проверки статистических гипотез: нулевая и альтернативная гипотезы, ошибки I и II рода, уровень значимости, мощность критерия.

28. P-value (уровень значимости) и его интерпретация.
 29. Критерий согласия хи-квадрат Пирсона.
 30. Критерий согласия Колмогорова.
 31. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий (t-критерий Стьюдента для одной и двух независимых выборок).
 32. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий (F-критерий Фишера).
 33. Проверка гипотезы о нормальности распределения (использование критериев Shapiro-Wilk или Lilliefors).
 34. Основы байесовского вывода: априорное, правдоподобие, апостериорное распределение.
 35. Простая линейная регрессия. Метод наименьших квадратов (МНК) для оценки параметров.
 36. Проверка значимости коэффициентов линейной регрессии. Коэффициент детерминации R^2 .
- Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством тестовые задания MF-1.2, MF-1.3, MF-2.1, MF-2.3, MF-4.1*

Соответствие лабораторных работ и индикаторов компетенций

В таблице ниже представлено, как каждая практическая работа способствует формированию заявленных компетенций.

Индикаторы компетенции	Соответствующие лабораторные работы	Обоснование
MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	<p>ЛР №1: Решение задач на вычисление вероятностей событий.</p> <p>ЛР №3: Моделирование дискретных случайных величин.</p> <p>ЛР №4: Работа с непрерывными распределениями.</p> <p>ЛР №5: Исследование зависимости случайных величин.</p> <p>ЛР №6: Первичный анализ реального набора данных.</p>	Работы требуют прямого применения аппарата теории вероятностей (расчет вероятностей, построение распределений) и математической статистики (описательные статистики, визуализация) для анализа данных, что является ядром данного индикатора.
MF-1.3 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения	<p>ЛР №2: Решение задач с использованием теоремы Байеса.</p> <p>ЛР №13: Построение и анализ простой линейной регрессии.</p>	Работы направлены на исследование вероятностной природы фундаментальных моделей машинного обучения (наивный байесовский классификатор, линейная регрессия с МНК), что напрямую формирует данный индикатор.

MF-2.1 Использует теорему Байеса и её следствия, понимает отличия байесовской статистики от частотного подхода.	ЛР №2: Решение задач с использованием теоремы Байеса. Сравнение с частотным подходом.	Работа полностью посвящена практическому применению теоремы Байеса и осмыслению ключевых различий между двумя фундаментальными статистическими парадигмами.
MF-2.3 Анализирует и применяет байесовский и частотный подходы, свободно использует теорему Байеса и её следствия для решения сложных статистических задач.	ЛР №2: Сравнительный анализ байесовского и частотного подхода. ЛР №12: Байесовская оценка параметров.	Работы требуют не просто применения, а именно сравнительного анализа двух подходов на практических примерах (оценка параметров, проверка гипотез), что соответствует формулировке индикатора.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации по оцениванию лабораторных работ Критерии оценки лабораторных работ работ:

Компонент оценки	Пороговый уровень (3/5)	Базовый уровень (4/5)	Продвинутый уровень (5/5)
Теоретическая подготовка (20%)	Знает основные формулы и определения. Может воспроизвести базовые вычисления по образцу. Понимает связь теории с практикой на простейших примерах.	Объясняет теоретические основы методов. Сравнивает различные подходы. Аргументирует выбор методов для решения задачи.	Демонстрирует глубокое понимание теории. Критически анализирует методы. Предлагает модификации методов для конкретных задач.
Практическая реализация (40%)	Код работает, но содержит стилистические ошибки. Реализованы базовые функции без обработки исключений. Решение неоптимально, но дает правильный результат.	Чистый, хорошо структурированный код с комментариями. Реализована обработка основных исключений. Решение эффективно для стандартных случаев.	Оптимизированный, модульный код с полной обработкой ошибок. Использование продвинутых языковых конструкций. Решение эффективно для edge-cases.

Компонент оценки	Пороговый уровень (3/5)	Базовый уровень (4/5)	Продвинутый уровень (5/5)
Анализ результатов (30%)	Представлены основные результаты в виде простых графиков и таблиц. Сделаны очевидные выводы, соответствующие результатам.	Проведен сравнительный анализ методов. Результаты интерпретированы в контексте задачи. Выводы обоснованы статистически.	Глубокий анализ с выявлением закономерностей. Критическая оценка ограничений методов. Предложены пути улучшения результатов.
Оформление отчета (10%)	Отчет содержит все обязательные разделы. Формулы и графики представлены, но оформление неидеально. Есть орфографические ошибки.	Структурированный отчет с четким разделением на разделы. Качественные иллюстрации и таблицы. Соблюдены стандарты оформления.	Профессиональное оформление с использованием LaTeX/Jupyter. Интерактивная визуализация. Публикация кода на GitHub с README.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания тестов

Критерии оценивания и шкала оценок

Система подсчета баллов:

- Каждый правильный ответ = 1 балл
- Максимальный балл = 20
- **Неправильные ответы и пропуски = 0 баллов**

Шкала перевода в оценки:

Количество правильных ответов	Оценка	Уровень освоения
18-20	Отлично	Продвинутый уровень
15-17	Хорошо	Базовый уровень
11-14	Удовлетворительно	Пороговый уровень
0-10	Неудовлетворительно	Недостаточный уровень

Анализ результатов и обратная связь

Статистический анализ теста:

- Расчет среднего балла по группе
- Определение вопросов с наименьшей успеваемостью
- Анализ распределения результатов

Интерпретация результатов:

- **18-20 баллов:** Глубокое понимание концепций, способность применять знания в практических ситуациях

- **15-17 баллов:** Уверенное знание основных принципов, понимание ключевых проблем этики ИИ
- **11-14 баллов:** Минимальное понимание необходимых концепций, требуется дополнительная работа
- **0-10 баллов:** Критический пробел в знаниях, необходимо повторение материала

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания ответа на экзамене

Структура экзаменационного билета: 2 теоретических вопроса, 1 практическая задача.

Критерии оценивания ответов

Компонент ответа	Пороговый уровень (удовлетворительно)	Базовый уровень (хорошо)	Продвинутый уровень (отлично)
Теоретическая глубина	Знает основные определения и формулы. Воспроизводит материал с опорой на конспект.	Объясняет взаимосвязи между понятиями. Приводит примеры применения теорий.	Демонстрирует системное понимание предмета. Критически анализирует теоретические положения.
Практическое применение	Решает типовые задачи по образцу. Допускает незначительные вычислительные ошибки.	Выбирает оптимальный метод решения. Грамотно применяет формулы к конкретным условиям.	Предлагает несколько способов решения. Анализирует оптимальность выбранного метода.
Связь с ИИ и машинным обучением	Называет основные области применения методов в ИИ.	Объясняет роль вероятностных методов в конкретных алгоритмах МО.	Анализирует перспективы развития методов в контексте современных задач ИИ.
Качество изложения	Ответ логически структурирован, но имеются паузы и затруднения.	Материал излагается последовательно, с обоснованием ключевых положений.	Свободное владение материалом, умение вести дискуссию, аргументированная полемика.

Система баллов:

Критерий	Макс. балл	Показатели оценивания
Теоретический вопрос 1	25	Полнота ответа (10) Глубина понимания (10) Качество изложения (5)
Теоретический вопрос 2	25	Полнота ответа (10) Глубина понимания (10) Качество изложения (5)
Практическая задача	30	Корректность решения (15) Обоснованность выбора метода (10) Точность вычислений (5)
Связь с ИИ	10	Релевантность примеров (5) Глубина анализа (5)
Дополнительные вопросы	10	Скорость реакции (3) Аргументированность (4) Оригинальность мышления (3)
Итого	100	

Перевод баллов в оценки:

Баллы	Оценка	Критерии
85-100	Отлично	Полные, аргументированные ответы на все вопросы. Глубокое понимание связи теории с практикой ИИ. Творческий подход к решению задач.
70-84	Хорошо	Полные ответы на основные вопросы. Незначительные ошибки в сложных темах. Понимание практического применения методов.
50-69	Удовлетворительно	Ответы содержат ключевые понятия, но есть пробелы в понимании. Решение типовых задач с помощью преподавателя.
0-49	Неудовлетворительно	Незнание базовых понятий, грубые ошибки в определениях. Неспособность решить типовую задачу.

4.3 Методические рекомендации по проведению лабораторных работ по дисциплине "Теория вероятностей и математическая статистика"

1. Общие положения

1.1. Цель проведения лабораторных работ:

- Формирование практических навыков применения вероятностно-статистических методов
- Освоение инструментов компьютерного анализа данных
- Развитие умения интерпретировать результаты в контексте задач искусственного интеллекта

1.2. Задачи лабораторных работ:

- Закрепление теоретического материала на практических примерах
- Освоение современных программных средств статистического анализа
- Формирование навыков статистического мышления и анализа данных

2. Организация лабораторных работ

2.1. Программное обеспечение:

- Основная платформа: **Python 3.8+** с библиотеками:
 - NumPy, SciPy - математические вычисления
 - Pandas - анализ данных
 - Matplotlib, Seaborn - визуализация
 - Scikit-learn - машинное обучение
 - StatsModels - статистическое моделирование
- Резервная платформа: **R** с tidyverse

2.2. Аппаратные требования:

- Персональный компьютер с ОС Windows/Linux/MacOS
- Объем оперативной памяти: не менее 8 ГБ
- Свободное дисковое пространство: не менее 5 ГБ
- Доступ к интернету для установки пакетов

3. Методика проведения лабораторных работ

3.1. Подготовительный этап:

Для преподавателя:

- Разработка и актуализация методических указаний
- Подготовка демонстрационных примеров
- Тестирование программного кода
- Формирование наборов данных для анализа

Для студента:

- Изучение теоретического материала по теме работы
- Знакомство с методическими указаниями
- Установка и настройка необходимого ПО
- Предварительное изучение документации к используемым библиотекам

3.2. Структура лабораторной работы:

1. **Теоретическая справка** - основные понятия и формулы
2. **Разминочные задания** - простые задачи для освоения синтаксиса
3. **Основные задания** - решение типовых задач
4. **Творческие задания** - задачи повышенной сложности
5. **Контрольные вопросы** - для самопроверки

3.3. Пример проведения лабораторной работы №4:

"Работа с непрерывными распределениями"

```
python
```

```
# Демонстрационный пример
```

```
import numpy as np
```

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

```
from scipy import stats
```

```
# Генерация данных из нормального распределения
```

```
data = np.random.normal(loc=0, scale=1, size=1000)
```

```
# Построение гистограммы и теоретической плотности
x = np.linspace(-4, 4, 100)
pdf = stats.norm.pdf(x)
```

```
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.hist(data, density=True, alpha=0.7, bins=30)
plt.plot(x, pdf, 'r-', linewidth=2)
plt.title('Нормальное распределение')
plt.xlabel('Значение')
plt.ylabel('Плотность вероятности')
plt.show()
```

4. Критерии оценивания

4.1. Система оценивания:

- **Теоретическая подготовка (20%)** - понимание математических основ
- **Практическая реализация (40%)** - качество и эффективность кода
- **Анализ результатов (30%)** - интерпретация и выводы
- **Оформление отчета (10%)** - структура и ясность изложения

Примеры реализации для лр №4 "Непрерывные распределения"

Пороговый уровень:

```
python
# Простая генерация и визуализация
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

data = np.random.normal(0, 1, 100)
plt.hist(data, bins=20)
plt.title('Нормальное распределение')
plt.show()
print(f'Среднее: {np.mean(data):.2f}')
```

Базовый уровень:

```
python
# Сравнение распределений и статистический анализ
from scipy import stats
import seaborn as sns

data = np.random.normal(0, 1, 1000)
# Проверка нормальности
stat, p_value = stats.normaltest(data)
print(f'Тест на нормальность: p-value = {p_value:.3f}')
```

```
# Сравнительная визуализация
fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(1, 2, figsize=(12, 5))
sns.histplot(data, kde=True, ax=ax1)
stats.probplot(data, dist="norm", plot=ax2)
plt.tight_layout()
```

Продвинутый уровень:

```
python
# Комплексный анализ с bootstrap и оценкой параметров
def bootstrap_ci(data, func, n_bootstraps=1000, ci=95):
    """Доверительный интервал методом bootstrap"""
    bootstraps = []
    for _ in range(n_bootstraps):
        sample = np.random.choice(data, size=len(data), replace=True)
        bootstraps.append(func(sample))

alpha = (100 - ci) / 2
lower = np.percentile(bootstraps, alpha)
```

```

upper = np.percentile(bootstraps, 100 - alpha)
return lower, upper

# Анализ нескольких распределений
distributions = {
    'Normal': np.random.normal(0, 1, 1000),
    'Exponential': np.random.exponential(1, 1000),
    'Uniform': np.random.uniform(-2, 2, 1000)
}

for name, data in distributions.items():
    # Оценка параметров с доверительными интервалами
    mean_ci = bootstrap_ci(data, np.mean)
    std_ci = bootstrap_ci(data, np.std)
    print(f'{name}: mean CI = {mean_ci}, std CI = {std_ci}')

```

4.2. Шкала оценивания:

- **5 (отлично):** Полное выполнение всех заданий, глубокий анализ, творческий подход
- **4 (хорошо):** Выполнение основных заданий, правильные выводы, незначительные недочеты
- **3 (удовлетворительно):** Выполнение базовых заданий, поверхностный анализ
- **2 (неудовлетворительно):** Невыполнение основных заданий, грубые ошибки в анализе

5. Требования к отчету

5.1. Структура отчета:

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Теоретические сведения
4. Ход работы (код с комментариями)
5. Результаты (графики, таблицы)
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

5.2. Пример оформления кода:

```

python
def confidence_interval(data, confidence=0.95):
    """
    Вычисление доверительного интервала для среднего

    Parameters:
    data - массив данных
    confidence - уровень доверия

    Returns:
    tuple - границы интервала
    """
    n = len(data)
    mean = np.mean(data)
    sem = stats.sem(data) # стандартная ошибка среднего
    ci = stats.t.interval(confidence, n-1, loc=mean, scale=sem)
    return ci

```

6. Методические рекомендации по контрольным мероприятиям

6.1. Защита лабораторных работ:

- Устное обсуждение результатов
 - Ответы на вопросы по теоретической части
 - Объяснение принятых решений в коде
 - Анализ возможных источников ошибок
- 6.2. Темы для дискуссий:**
- Сравнение различных статистических подходов
 - Интерпретация p-value и доверительных интервалов
 - Обсуждение предположений статистических тестов
 - Практическая значимость полученных результатов
- 7. Особенности работы с обучающимися с овз**
- 7.1. Адаптации:**
- Увеличенное время на выполнение работ
 - Индивидуальные консультации
 - Альтернативные форматы отчетности
 - Специальные настройки ПО для лиц с нарушениями зрения
- 7.2. Дистанционный формат:**
- Видеоинструкции по выполнению работ
 - Онлайн-консультации через LMS
 - Автоматизированная проверка заданий
 - Запись демонстрационных сессий
- 8. Рекомендации по технике безопасности**
- 8.1. При работе с ПК:**
- Соблюдение эргономичных условий труда
 - Регулярные перерывы каждые 45 минут
 - Контроль освещенности рабочего места
 - Соблюдение расстояния до монитора (50-70 см)
- 9. Список рекомендуемых ресурсов**
- 9.1. Основная литература:**
- Методические указания к лабораторным работам
 - Документация Python libraries
 - Примеры кода в Jupyter Notebook
- 9.2. Дополнительные ресурсы:**
- Официальная документация SciPy/StatsModels
 - Онлайн-курсы по статистике в Python
 - Форумы Stack Overflow для решения технических проблем

4.4 Методические указания по выполнению кейса: "Теория вероятностей и математическая статистика"

1. Общие положения

1.1. Цель кейс-метода:

Развитие навыков применения вероятностно-статистических методов к реальным бизнес-задачам

- Формирование системного подхода к анализу данных в финансовой сфере
- Подготовка к решению практических задач в профессиональной деятельности

1.2. Требования к выполнению:

- Использование современных инструментов анализа данных (Python/R)
- Применение всего изученного аппарата теории вероятностей и статистики
- Бизнес-ориентированная интерпретация результатов
- Оформление в виде профессионального отчета

2. Кейс для Сбербанка: "прогнозирование оттока клиентов"

2.1. Постановка проблемы

Бизнес-контекст: Сбербанк теряет 5-7% клиентов ежемесячно. Каждый ушедший клиент означает потерю потенциального дохода от кредитов, вкладов и других банковских продуктов. Необходимо разработать систему прогнозирования оттока клиентов для своевременного принятия мер по их удержанию.

2.2. Исходные данные

Предоставляется датасет с характеристиками клиентов:

- Демографические данные (возраст, пол, регион)
- Финансовые показатели (баланс, кредитная история, количество продуктов)
- Активность (частота транзакций, использование онлайн-банка)
- История взаимодействий (жалобы, обращения в поддержку)
- Целевая переменная: факт ухода из банка (бинарная)

3. Методика выполнения кейса

3.1. Этап 1: Разведочный анализ данных (EDA)

python

Пример кода для анализа данных

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from scipy import stats
```

Анализ распределения признаков

```
def analyze_feature_distribution(data, feature):
    plt.figure(figsize=(12, 4))
```

```
    plt.subplot(1, 2, 1)
    sns.histplot(data[feature], kde=True)
    plt.title(f'Распределение {feature}')
```

```
    plt.subplot(1, 2, 2)
    stats.probplot(data[feature], dist="norm", plot=plt)
    plt.title(f'Q-Q plot для {feature}')
```

Статистические тесты

```
stat, p_value = stats.normaltest(data[feature])
print(f'Тест на нормальность для {feature}: p-value = {p_value:.4f}')
```

3.2. Этап 2: Вероятностный анализ

- Построение распределений ключевых показателей
- Расчет вероятностей оттока для различных сегментов клиентов
- Анализ корреляций между признаками

3.3. Этап 3: Построение прогнозной модели

- Применение логистической регрессии
- Использование методов машинного обучения (Random Forest, XGBoost)
- Оценка вероятности оттока для каждого клиента

3.4. Этап 4: Статистическая валидация

- Проверка значимости признаков
- Построение доверительных интервалов для прогнозов
- Анализ ошибок I и II рода

4. Критерии оценивания кейса

Компонент	Вес	Требования
Качество анализа данных	25%	Глубокий EDA, выявление аномалий, визуализация распределений
Вероятностное моделирование	30%	Корректное применение ТВ, расчет вероятностей, анализ неопределенностей
Статистическая валидация	20%	Проверка гипотез, доверительные интервалы, оценка значимости
Бизнес-интерпретация	15%	Практические рекомендации, оценка экономического эффекта
Оформление отчета	10%	Структура, ясность изложения, качество визуализаций

5. Ожидаемые результаты

5.1. Аналитический отчет должен содержать:

- Сегментацию клиентов по риску оттока
- Вероятностные оценки для каждого сегмента
- Ранжирование факторов, влияющих на отток
- Рекомендации по удержанию клиентов

5.2. Пример вероятностных выводов:

text

Вероятность оттока клиентов:

- С низким балансом (< 10 тыс. руб.): 45%
- С высокой активностью (> 20 операций/мес): 12%
- Подававших жалобы за последний месяц: 68%

6. Практическое применение результатов

6.1. Рекомендации для Сбербанка:

- Внедрение системы скоринга оттока в CRM
- Разработка целевых маркетинговых кампаний
- Оптимизация программ лояльности для групп риска
- Улучшение сервиса для клиентов с высокой вероятностью ухода

7. Инструментальные средства

7.1. Обязательные инструменты:

- Python: pandas, numpy, scipy, matplotlib, seaborn
- Библиотеки машинного обучения: scikit-learn, xgboost
- Статистические пакеты: statsmodels

7.2. Дополнительные технологии:

- Jupyter Notebook для воспроизводимости анализа
- Git для контроля версий
- Tableau/Power BI для интерактивных дашбордов

8. Оценочная шкала

8.1. Балльная система:

- 85-100 баллов: Глубокий анализ, творческий подход, практическая ценность
- 70-84 баллов: Полное решение, корректные методы, хорошие выводы
- 50-69 баллов: Базовое решение, незначительные ошибки, стандартные выводы
- 0-49 баллов: Неполное решение, существенные ошибки, слабая интерпретация

9. Пример реализации

9.1. Код для построения прогнозной модели:

python

```
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
```

```

from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import classification_report, roc_auc_score

# Подготовка данных
X = data.drop('churn', axis=1)
y = data['churn']

# Разделение на обучающую и тестовую выборки
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    X, y, test_size=0.3, random_state=42, stratify=y
)

# Обучение модели
model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train)

# Оценка качества
y_pred = model.predict(X_test)
y_pred_proba = model.predict_proba(X_test)[:, 1]

print(f"ROC-AUC: {roc_auc_score(y_test, y_pred_proba):.3f}")
print(classification_report(y_test, y_pred))

```

9.2. Вероятностная интерпретация:

```

python
# Расчет вероятности оттока для конкретного клиента
client_data = pd.DataFrame({
    'age': [35],
    'balance': [150000],
    'products_count': [3],
    'complaints': [0]
})

churn_probability = model.predict_proba(client_data)[0, 1]
print(f"Вероятность оттока клиента: {churn_probability:.1%}")

```

10. Заключение

Выполнение кейса позволяет студентам:

- Применить теоретические знания к реальной бизнес-задаче

- Развить навыки работы с финансовыми данными

- Освоить современные инструменты анализа данных

- Приобрести опыт решения практических задач в области банковской аналитики

Карта компетенций для кейса "прогнозирование оттока клиентов"

Этап кейса	Компетенции	Инструменты проверки	Результат обучения
1. Разведочный анализ данных (EDA)	MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации MF-4.1 Применяет статистические методы для анализа данных	Анализ распределений Проверка статистических гипотез Визуализация данных	Умение исследовать и описывать данные, выявлять закономерности и аномалии

Этап кейса	Компетенции	Инструменты проверки	Результат обучения
2. Вероятностный анализ и сегментация	MF-1.3 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения MF-2.1 Использует теорему Байеса и её следствия	Расчет вероятностей оттока Байесовская классификация Сегментация клиентов	Способность строить вероятностные модели и применять их для сегментации
3. Построение прогнозной модели	MF-1.3 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения MF-4.1 Применяет статистические методы... для валидации моделей	Логистическая регрессия Random Forest Оценка качества моделей	Умение разрабатывать и обучать прогнозные модели
4. Статистическая валидация	MF-2.3 Анализирует и применяет байесовский и частотный подходы MF-4.1 Применяет статистические методы для валидации моделей	Доверительные интервалы Проверка статистических гипотез ROC-AUC анализ	Способность проводить статистическую валидацию моделей
5. Бизнес-интерпретация и рекомендации	MF-1.2 Применяет аппарат... для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта MF-4.1 Применяет статистические методы для проведения экспериментов	Расчет экономического эффекта Разработка рекомендаций Планирование экспериментов	Умение интерпретировать результаты в бизнес-контексте

Критерии успеха: решение должно быть статистически обоснованным, практически применимым и экономически эффективным для банка.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
 - в форме электронного документа.
- Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- в печатной форме,
 - в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Литература

1. Васильев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / А. А. Васильев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 224 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/562827> (дата обращения: 24.04.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-16714-6. - Текст : электронный. URL: http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=194417&idb=0

2. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 538 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/565694> (дата обращения: 18.07.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-10004-4. - Текст : электронный. URL: http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=153752&idb=0

3. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - Москва : Юрайт, 2025. - 479 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/559584> (дата обращения: 24.06.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-00211-9. - Текст : электронный. URL: http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=147100&idb=0

1. Sun, X., Li, J., Kovalenko, A.V., Feng, W., Ou, Y. Integrating Reinforcement Learning and Learning From Demonstrations to Learn Nonprehensile Manipulation //IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2023, 20(3), 1735–1744, DOI: 10.1109/TASE.2022.3185071, Q1

2. Petukhova, A.V.; Kovalenko, A.V.; Ovsyannikova, A.V. Algorithm for Optimization of Inverse Problem Modeling in Fuzzy Cognitive Maps. Mathematics 2022, 10, 3452. DOI: 10.3390/math10193452, Q1

3. Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the Current–Voltage Characteristics of Membrane Systems Using Neural Networks. AppliedMath 2025, 5, 10. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010>

4. Kadurin, Artur, et al. "The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology." Oncotarget 8.7 (2016): 10883.

5. Kadurin, Artur, et al. "druGAN: an advanced generative adversarial autoencoder model for de novo generation of new molecules with desired molecular properties in silico." Molecular pharmaceutics 14.9 (2017): 3098-3104.

6. Polykovskiy, Daniil, et al. "Molecular sets (MOSES): a benchmarking platform for molecular generation models." Frontiers in pharmacology 11 (2020): 565644.

7. Khrabrov, Kuzma, et al. "\$\nabla^2\$ DFT: A Universal Quantum Chemistry Dataset of Drug-Like Molecules and a Benchmark for Neural Network Potentials." Advances in Neural Information Processing Systems 37 (2024): 36869-36889.

8. Polykovskiy, Daniil, et al. "Entangled conditional adversarial autoencoder for de novo drug discovery." Molecular pharmaceutics 15.10 (2018): 4398-4405.

9. Николенко, Сергей, Кадури, Артур и Архангельская Екатерина. Глубокое обучение. Издательский дом "Питер", 2017..

5.2. Периодические издания и конференции (А*):

1. IEEE Transactions on Big Data – научные статьи по обработке больших данных.
2. Journal of Big Data (SpringerOpen) – открытый журнал с исследованиями в области Big Data.
3. Big Data Research (Elsevier) – публикации по анализу, управлению и визуализации данных.
4. Data Science Journal (CODATA) – междисциплинарные исследования данных.
5. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD) – методы извлечения знаний из больших данных.
6. <https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL>
7. <https://openreview.net/forum?id=ElUrNM9U8c#discussion>
8. <https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD>
9. <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/>
10. <https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/>
11. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30
12. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10
13. <https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. В ходе лекционных занятий разбираются элементы теории и практики дискретной математики, приводятся примеры решения задач, проводится анализ наиболее распространенных ошибок. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются методы решений задач по темам. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов дискретной математики. При решении новой задачи студент должен уметь выбрать метод решения и его обоснование.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки работы с дискретными объектами.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно-коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

Для самостоятельной работы представляется аудитория с компьютером и доступом в Интернет, к электронной библиотеке вуза и к информационно-справочным системам.

Перечень учебно-методического обеспечения:

1. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.
2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
3. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
4. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
5. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5-7), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

Ключевые аспекты взаимодействия с индустриальными партнерами:

- Для УГТ 5 – ИП помогает определить реалистичные условия тестирования, но не рискует своей инфраструктурой.
- Для УГТ 6 – ИП предоставляет "песочницу" или изолированную среду, где можно выявить скрытые проблемы.
- Для УГТ 7 – ИП становится соразработчиком, так как технология адаптируется под его конкретные процессы.

Важнейшим компонентом курса является самостоятельная проектная работа, в ходе которой студент разрабатывает законченное решение для решения задач (кейсов) индустриальных партнеров. Допускается выполнение проектов в командах.

А. Применение результатов дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» в кейсах ПАО «Сбербанк»

Кейс 1: Анализ эффективности рекламной кампании

Задача:

Сбербанк запустил рекламную кампанию для привлечения новых клиентов. Необходимо оценить ее эффективность и определить, стоит ли продолжать кампанию.

Данные:

- Количество клиентов до кампании: 10,000
- Количество клиентов после кампании: 10,450
- Бюджет кампании: 2 млн руб.
- Средний доход с клиента: 5,000 руб./год

Вопросы:

1. Рассчитайте доверительный интервал для доли новых клиентов ($\alpha = 0.05$)
2. Проверьте гипотезу об эффективности кампании (p-value подход)
3. Рассчитайте ROI кампании

python

Кейс 2: Определение оптимального количества банкоматов

Задача:

В отделении Сбербанка происходит частое опустошение банкоматов. Необходимо определить оптимальное количество банкоматов для минимизации потерь.

Данные:

- Среднее количество клиентов в час: 20
- Время обслуживания: 3 мин/клиент
- Потери при отказе: 500 руб./клиент
- Стоимость банкомата: 50,000 руб./месяц

Вопросы:

1. Смоделируйте систему массового обслуживания (M/M/c)
2. Найдите оптимальное количество банкоматов
3. Рассчитайте экономический эффект

Кейс 3: Прогнозирование спроса на кредиты

Задача:

Спрогнозировать количество кредитных заявок на следующий месяц на основе исторических данных.

Данные (помесечно за 2 года):

- Кредитные заявки: [125, 138, 145, 132, 156, ...]
- Сезонные коэффициенты: Q1: 0.9, Q2: 1.0, Q3: 1.1, Q4: 1.2

Вопросы:

1. Постройте линейную регрессию для прогнозирования
2. Рассчитайте доверительный интервал прогноза
3. Оцените точность модели

Кейс 4: Анализ эффективности обучения сотрудников

Задача:

Оценить эффективность программы обучения для менеджеров по продажам.

Данные:

- Продажи до обучения: [45, 52, 48, 55, 50, 53, 49, 51, 47, 54] тыс. руб.
- Продажи после обучения: [52, 58, 55, 60, 56, 59, 54, 57, 53, 61] тыс. руб.

Вопросы:

1. Проведите t-тест для связанных выборок
2. Рассчитайте размер эффекта (effect size)
3. Определите статистическую значимость

Кейс 5: Оптимизация расписания работы отделения

Задача:

Определить оптимальное время работы отделения на основе анализа потока клиентов.

Данные:

- Часы работы: 9:00-20:00
- Интенсивность потока клиентов по часам: [10, 25, 35, 30, 40, 45, 50, 55, 50, 45, 35]
- Стоимость работы отделения: 5,000 руб./час
- Доход с клиента: 200 руб.

Вопросы:

1. Постройте распределение Пуассона для каждого часа
2. Найдите оптимальные часы работы
3. Рассчитайте экономический эффект оптимизации

Б. Применение результатов дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» в кейсах AVA Group

Кейс: "Оптимизация сроков проектирования"

python

Анализ вероятности соблюдения сроков

`import scipy.stats as stats`

Данные по прошлым проектам (дни)

`project_durations = [45, 52, 48, 55, 60, 50, 53, 58, 62, 55]`

`current_project_plan = 50`

Вероятность уложиться в срок

`mean_duration = np.mean(project_durations)`

`std_duration = np.std(project_durations)`

`z_score = (current_project_plan - mean_duration) / std_duration`

`probability_on_time = stats.norm.cdf(z_score)`

`print(f"Вероятность соблюдения срока: {probability_on_time:.1%}")`

Применение ТВ:

- Анализ рисков срыва сроков

- Оценка вероятности согласования проектов с первого раза
- Прогнозирование трудозатрат на основе исторических данных

Кейс: "Управление рисками строительства"

python

Анализ вероятности наступления рисков событий

```
risks = {
    'погодные_условия': 0.25,
    'поставки_материалов': 0.15,
    'человеческий_фактор': 0.10,
    'технические_сбои': 0.08
}
```

Вероятность хотя бы одного риска

```
prob_at_least_one = 1 - np.prod([1 - p for p in risks.values()])
```

```
expected_delay = sum(risks.values()) * 7 # 7 дней за каждое событие
```

```
print(f"Вероятность наступления риска: {prob_at_least_one:.1%}")
```

```
print(f"Ожидаемая задержка: {expected_delay:.1f} дней")
```

Применение ТВ:

- Расчет вероятностей срыва сроков по критическому пути
- Оценка рисков несчастных случаев на производстве
- Оптимизация графика работ с учетом вероятностных оценок

Кейс: "Оценка ROI строительных проектов"

python

Монте-Карло симуляция доходности проекта

```
np.random.seed(42)
```

```
n_simulations = 10000
```

```
investment = 100e6 # 100 млн руб.
```

```
expected_roi = 0.25 # 25%
```

```
std_roi = 0.08 # 8%
```

Симуляция возможных исходов

```
simulated_roi = np.random.normal(expected_roi, std_roi, n_simulations)
```

```
simulated_profit = investment * simulated_roi
```

Вероятность убытков

```
probability_loss = np.mean(simulated_profit < 0)
```

```
value_at_risk_95 = np.percentile(simulated_profit, 5)
```

```
print(f"Вероятность убытков: {probability_loss:.1%}")
```

```
print(f"Value at Risk (95%): {value_at_risk_95:,.0f} руб.")
```

Применение ТВ:

- Оценка вероятности окупаемости проектов
- Расчет финансовых рисков
- Оптимизация инвестиционного портфеля

Кейс: "Прогнозирование нагрузок на сети"

python

Анализ пиковых нагрузок

```
hourly_load = np.random.normal(500, 75, 24) # кВт
```

```
capacity = 800 # кВт
```

```
# Вероятность перегрузки
```

```
overload_probability = np.mean(hourly_load > capacity)
```

```
expected_overload_hours = overload_probability * 24
```

```
# Распределение нагрузки в течение дня
```

```
peak_hours = list(range(18, 23))
```

```
peak_load_prob = np.mean([load > capacity for load in hourly_load[peak_hours]])
```

```
print(f"Вероятность перегрузки: {overload_probability:.1%}")
```

```
print(f"Пиковые часы перегрузки: {peak_load_prob:.1%}")
```

Применение ТВ:

- Прогнозирование энергопотребления
- Оптимизация мощности сетей
- Расчет вероятности аварийных ситуаций

Кейс: "Оптимизация логистики"

```
python
```

```
# Анализ времени доставки материалов
```

```
delivery_times = [2.5, 3.0, 2.8, 3.5, 4.0, 2.2, 3.1, 2.9, 3.8, 2.7] # часы
```

```
# Распределение времени доставки
```

```
mean_time = np.mean(delivery_times)
```

```
std_time = np.std(delivery_times)
```

```
# Вероятность доставки в течение 3 часов
```

```
prob_3_hours = stats.norm.cdf(3, mean_time, std_time)
```

```
# Оптимальное количество машин
```

```
daily_deliveries = 20
```

```
time_per_delivery = mean_time
```

```
working_hours = 8
```

```
optimal_trucks = np.ceil(daily_deliveries * time_per_delivery / working_hours)
```

```
print(f"Вероятность доставки за 3 часа: {prob_3_hours:.1%}")
```

```
print(f"Оптимальное количество машин: {optimal_trucks:.0f}")
```

Применение ТВ:

- Оптимизация автопарка
- Расчет вероятности срыва поставок
- Прогнозирование расходов на ГСМ

Кейс: "Прогнозирование доходов от аренды"

```
python
```

```
# Анализ заполняемости коммерческой недвижимости
```

```
occupancy_rates = [0.85, 0.92, 0.78, 0.88, 0.95, 0.82, 0.90, 0.87]
```

```
mean_occupancy = np.mean(occupancy_rates)
```

```
std_occupancy = np.std(occupancy_rates)
```

```
# Доверительный интервал для планирования
```

```
ci_low = mean_occupancy - 1.96 * std_occupancy / np.sqrt(len(occupancy_rates))
```

```
ci_high = mean_occupancy + 1.96 * std_occupancy / np.sqrt(len(occupancy_rates))
```

```
# Прогноз доходов
total_area = 5000 # м²
rent_per_sqm = 2000 # руб./мес
expected_income = total_area * rent_per_sqm * mean_occupancy
```

```
print(f"Ожидаемая заполняемость: {mean_occupancy:.1%}")
print(f"Доверительный интервал: [{ci_low:.1%}, {ci_high:.1%}]")
print(f"Прогноз monthly income: {expected_income:,.0f} руб.")
```

Применение ТВ:

- Прогнозирование доходов от аренды
- Оценка рисков недозаполненности
- Расчет резервов на текущий ремонт

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Электронная почта mail.ru, yandex.ru
2. Yandex Browser
3. Система управления обучением Moodle – сдача работ

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. OpenOffice
2. GIT
3. Yandex Browser
4. Mozilla Firefox
5. Google Chrome
6. Python + Jupyter + Google Colab
7. SymPy/SageMath
8. Octave (аналог MATLAB)

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во конфигураций	Ед. изм.

1	Виртуальная машина	Виртуальная машина 10% vCPU 2 vCPU 4 RAM	1	60	Шт
		ОС Ubuntu 22.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			10		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
2	Виртуальная машина с GPU	Виртуальная машина с GPU NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 GB RAM	1	1	Шт
		ОС Ubuntu_24.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			2000		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
3	K8S	Master node 8 vCPU 16 RAM	1	1	Шт
		Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM	5		Шт
		Worker node SSD-NVME	64		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
4	ML Inference Instance Type GPU	Время работы в месяц	40	1	Ч
		Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM	1		Шт
		Количество запросов к ML- моделям	1		Млн. Шт
		Кэш ML-моделей	160		Гб
5	LLM	Токены GigaChat 2 Max	50		Млн. Шт
		Токены Embeddings	400		Млн. Шт

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.