

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 25.05.2026 12:25:52  
Уникальный программный ключ:  
ca953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»  
Факультет искусственного интеллекта**  

---

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

---

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направлений подготовки:**

**02.03.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ;**

**09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА**

---

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: РАЗРАБОТКА И ОБУЧЕНИЕ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

---

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» входит в программу бакалавриата «Искусственный интеллект: разработка и обучение интеллектуальных систем» направления подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии и 09.03.03 Прикладная информатика, и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 6 разделов и 51 тема и направлена на изучение фундаментальных понятий и методов теории вероятностей и математической статистики, а также информационно-теоретических мер, составляющих вероятностный фундамент моделей машинного обучения, байесовского вывода и статистической оценки качества ИИ-систем

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов системных знаний и практических навыков в области теории вероятностей и математической статистики, необходимых для формулирования задач ИИ в вероятностных терминах, построения и анализа вероятностных моделей машинного обучения, статистического обоснования результатов экспериментов с моделями, определения критериев приёмки ML-компонентов и критической оценки надёжности данных и выводов

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности;
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает основные понятия и методы линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, дифференциальных уравнений и применяет их для формализации задач в области ИИ;
ОПК-7	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной культуры, применяя методы сбора, обработки, анализа и интерпретации данных с использованием информационно-коммуникационных технологий	ОПК-7.1 Знает принципы организации данных, методы сбора, хранения и предобработки данных, основы информационной и библиографической культуры, требования к качеству данных для обучения моделей ИИ;
ПК-3	Способен разрабатывать и реализовывать стратегии	ПК-3.1 Верифицирует требования к ПО систем ИИ, определяет требования к тестам и критерии приёмки;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	тестирования и контроля качества программного обеспечения систем ИИ	
FC-1	Способен проводить передовые исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики	FC-1.1 Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения;
MF-1	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, математической статистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта; MF-1.3 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения;
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; MF-4.2 Способен применять статистические методы для построения предсказательных моделей, включая методы для анализа и прогнозирования временных рядов, а также моделирования нестационарных случайных процессов;
SS-3	Способен к критическому анализу, метарефлексии и переносу знаний при работе с системами ИИ	SS-3.1 Учитывает в работе когнитивные искажения человека и примеры их проявления при работе с данными и ИИ, выявляет предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивает надежность данных и выдачи ИИ, применяет базовые принципы критического мышления (оценка источников, проверка аргументов, отличие факта от интерпретации);

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Линейная алгебра; Дискретная математика; Математический анализ; Алгоритмы и структуры данных;	Преддипломная практика; Онтология и графы знаний; Введение в базы данных; Hadoop, SPARK;
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, методы математического анализа и моделирования, теоретического и	Линейная алгебра; Дискретная математика; Математический анализ;	Дифференциальные уравнения; Методы машинного обучения; Оптимизация моделей машинного обучения; Основы глубокого обучения; Нейронные сети;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	экспериментального исследования в профессиональной деятельности		
ОПК-7	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной культуры, применяя методы сбора, обработки, анализа и интерпретации данных с использованием информационно-коммуникационных технологий	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная);	Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная); Введение в базы данных; Онтология и графы знаний; Nadoor, SPARK; Методы машинного обучения;
ПК-3	Способен разрабатывать и реализовывать стратегии тестирования и контроля качества программного обеспечения систем ИИ	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная); Программирование на языке Python;	Преддипломная практика; Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная); Эксплуатационная практика (учебная); Эксплуатационная практика (производственная); Методы машинного обучения; Нейронные сети; Безопасность систем искусственного интеллекта; Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта; Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта; Методы разработки решений на основе искусственного интеллекта (Git, Docker); MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта; Проектирование и разработка систем компьютерного зрения; Практикум по обработке естественного языка (NLP); Оптимизация моделей машинного обучения; Практическая подготовка на проектах отраслевых промышленных партнеров;
СС-3	Способен к критическому анализу, метарефлексии и переносу знаний при работе с системами ИИ	Правоведение; Введение в искусственный интеллект;	Эксплуатационная практика (учебная); Эксплуатационная практика (производственная); Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная); Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
			<p>Методы машинного обучения;  Нейронные сети;  Безопасность систем искусственного интеллекта;  Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта;  Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта;  <i>Вайб-кодинг**</i>;  Оптимизация моделей машинного обучения;  MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта;  Практическая подготовка на проектах отраслевых промышленных партнеров;  Введение в компьютерное зрение;  Проектирование и разработка систем компьютерного зрения;  Практикум по обработке естественного языка (NLP);  <i>Основы программирования HTML - CSS - JavaScript**</i>;  <i>Основы программирования на языке NodeJS**</i>;  <i>Основы программирования на языке Go**</i>;  <i>Основы программирования на языке Julia**</i>;  <i>Основы робототехники**</i>;  <i>Цифровые двойники**</i>;  <i>Информационный поиск**</i>;  <i>Рекомендательные системы**</i>;  <i>Обработка сигналов**</i>;  <i>Анализ временных рядов**</i>;  Философия;  <i>Большие языковые модели**</i>;</p>
MF-1	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	Линейная алгебра; Математический анализ;	<p>Методы машинного обучения;  Нейронные сети;  Основы глубокого обучения;  <i>Анализ временных рядов**</i>;  Эксплуатационная практика (учебная);</p>
MF-4	Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ		<p>Эксплуатационная практика (производственная);  Методы машинного обучения;  Дифференциальные уравнения;  <i>Обработка сигналов**</i>;</p>

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
			<i>Анализ временных рядов**;</i> MLOps и промышленная разработка систем искусственного интеллекта;
FC-1	Способен проводить передовые исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики	Линейная алгебра; Математический анализ; Введение в искусственный интеллект;	Эксплуатационная практика (учебная); Преддипломная практика; Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная); Методы машинного обучения; Оптимизация моделей машинного обучения; Нейронные сети; Практическая подготовка на проектах отраслевых промышленных партнеров; Основы глубокого обучения; Параллельное и распределенное программирование; Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU);

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	102		102
Лекции (ЛК)	34		34
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практически/семинарские занятия (СЗ)	68		68
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	6		6
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	0		0
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы *	Формируемые индикаторы
Раздел 1	Случайные события и аксиоматика вероятности	1.1	Пространство элементарных событий и аксиомы вероятности	Случайный эксперимент, пространство элементарных событий $\Omega$ , $\sigma$ -алгебра событий, аксиомы вероятности Колмогорова. Свойства вероятностной меры: монотонность, аддитивность, непрерывность. Связь формализма с моделированием неопределённости в задачах ИИ	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2
		1.2	Условная вероятность и формула Байеса	Определение условной вероятности. Теорема умножения. Формула полной вероятности. Формула Байеса как механизм обновления убеждений. Априорное и апостериорное распределения — фундамент байесовского подхода в машинном обучении	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2, FC-1.1
		1.3	Независимость событий и схема повторных испытаний	Определение независимости попарной и совместной. Схема Бернулли. Биномиальное распределение. Формула Пуассона для редких событий. Локальная и интегральная теоремы Муавра — Лапласа	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2
		1.4	Комбинаторные методы в теории вероятностей	Классическое определение вероятности. Размещения, перестановки, сочетания. Полиномиальные коэффициенты. Комбинаторные формулы в задачах подсчёта вероятностей. Примеры из задач выборки данных для обучения моделей	СЗ	ОПК-1.1, MF-1.2
		1.5	Вычисление вероятностей и алгебра событий	Решение задач на алгебру событий, вычисление вероятностей с использованием аксиоматического и классического определений. Построение пространств исходов для прикладных задач	СЗ	ОПК-1.1, MF-1.2
		1.6	Условная вероятность и формула полной вероятности	Решение задач на условную вероятность, формулу полной вероятности. Вычисление вероятностей в многоступенчатых экспериментах. Построение деревьев вероятностей	СЗ	ОПК-1.1, MF-1.2
		1.7	Формула Байеса и обновление убеждений	Решение задач на формулу Байеса. Интерпретация в контексте ИИ: обновление вероятности гипотезы по мере поступления данных. Спам-фильтр как байесовский классификатор (концепция)	СЗ	MF-1.2, MF-1.3, FC-1.1
		1.8	Схема Бернулли и приближения	Решение задач на схему Бернулли. Применение локальной	СЗ	ОПК-

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы *	Формируемые индикаторы
				и интегральной теорем Муавра — Лапласа. Аппроксимация Пуассона для редких событий		1.1, MF-1.2
		1.9	Комбинаторные задачи и вероятностные модели	Комбинаторные задачи повышенной сложности. Задачи на урны, жребий, выборку без возвращения. Связь с формированием обучающих выборок в ML	СЗ	MF-1.2, УК-1.2
Раздел 2	Случайные величины и их распределения	2.1	Дискретные случайные величины и основные распределения	Определение случайной величины. Функция вероятности (PMF). Функция распределения (CDF). Основные дискретные распределения: бернуллиевское, биномиальное, пуассоновское, геометрическое, гипергеометрическое. Их роль в моделировании событий в данных	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2
		2.2	Непрерывные случайные величины и плотность распределения	Плотность вероятности (PDF), функция распределения для непрерывного случая. Основные непрерывные распределения: равномерное, нормальное (гауссовское), экспоненциальное, гамма-распределение. Нормальное распределение как фундамент регрессии и генеративных моделей	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2, FC-1.1
		2.3	Совместные распределения и независимость случайных величин	Совместная функция распределения и плотность. Маргинальные распределения. Независимость случайных величин. Условные распределения. Смена переменных. Связь с понятием признаковой независимости в наивном Байесе	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2, MF-1.3
		2.4	Практикум: дискретные распределения	Вычисление PMF, CDF, вероятностей для дискретных распределений. Задачи на биномиальное и пуассоновское распределения. Моделирование в Python (NumPy, SciPy)	СЗ	MF-1.2, MF-4.1
		2.5	Практикум: нормальное распределение и его свойства	Вычисление вероятностей с использованием стандартного нормального распределения. Правило 3σ. Квантили. Стандартизация. Визуализация с помощью Matplotlib	СЗ	MF-1.2, MF-4.1
		2.6	Практикум: непрерывные распределения	Вычисление PDF, CDF, моментов для равномерного, экспоненциального и гамма-распределений. Генерация случайных выборок. Проверка плотности по гистограмме	СЗ	MF-1.2, MF-4.1
		2.7	Практикум: совместные и условные распределения	Вычисление совместных и маргинальных распределений для дискретного и непрерывного случаев. Проверка независимости. Задачи на условные распределения	СЗ	ОПК-1.1, MF-1.2
		2.8	Практикум: многомерное нормальное распределение	Вектор средних и ковариационная матрица. Условное нормальное распределение. Связь с линейной регрессией и	СЗ	MF-1.2, MF-1.3,

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы *	Формируемые индикаторы
				гауссовскими процессами. Визуализация двумерных нормальных распределений в Python		FC-1.1
		2.9	Практикум: моделирование распределений в Python	Генерация выборок из различных распределений (scipy.stats). Визуализация PDF/CDF. Сравнение эмпирического и теоретического распределений. QQ-plot. Метод обратной функции для генерации случайных величин	СЗ	MF-1.2, MF-4.1, УК-1.2
Раздел 3	Числовые характеристики, предельные теоремы и информационные меры	3.1	Математическое ожидание, дисперсия, моменты	Определение математического ожидания для дискретных и непрерывных случайных величин. Свойства (линейность, монотонность). Дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Начальные и центральные моменты. Коэффициенты асимметрии и эксцесса	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2
		3.2	Ковариация, корреляция, условное математическое ожидание	Ковариация и её свойства. Коэффициент корреляции Пирсона. Условное математическое ожидание как оптимальный прогноз. Формула полного математического ожидания. Связь с регрессией: $E[Y X]$ как модель предсказания	ЛК	MF-1.2, MF-1.3, MF-4.2
		3.3	Закон больших чисел и центральная предельная теорема	Неравенства Маркова и Чебышёва. Закон больших чисел (слабый и усиленный). Центральная предельная теорема (ЦПТ). Следствия ЦПТ для статистических оценок. Связь с обоснованием SGD и устойчивости обучения на минибатчах	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2, FC-1.1
		3.4	Практикум: вычисление числовых характеристик	Вычисление математического ожидания, дисперсии, моментов для стандартных распределений. Задачи на свойства линейности и аддитивности	СЗ	ОПК-1.1, MF-1.2
		3.5	Практикум: ковариация и корреляция	Вычисление ковариационных матриц. Интерпретация корреляции. Матрица корреляций для набора признаков. Визуализация тепловой карты корреляций (Seaborn). Корреляция $\neq$ причинность	СЗ	MF-1.2, MF-4.1, SS-3.1
		3.6	Практикум: неравенства и оценки вероятностей	Применение неравенств Маркова, Чебышёва, Хёфдинга для оценки вероятностей. Задачи на оценку числа наблюдений, необходимых для заданной точности	СЗ	ОПК-1.1, MF-1.2
		3.7	Практикум: закон больших чисел — моделирование	Экспериментальная верификация ЗБЧ: генерация выборок растущего объёма, визуализация сходимости среднего. Связь с устойчивостью оценок метрик ML-моделей при	СЗ	MF-1.2, MF-4.1, ОПК-7.1

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы *	Формируемые индикаторы
				увеличении тестовой выборки		
		3.8	Практикум: ЦПТ — визуализация и применения	Экспериментальная демонстрация ЦПТ для различных распределений. Построение доверительных полос. Применение ЦПТ для обоснования нормальности распределения ошибки модели	СЗ	MF-1.2, FC-1.1, УК-1.2
		3.9	Практикум: энтропия, KL-дивергенция и взаимная информация	Энтропия Шеннона как мера неопределённости. Совместная и условная энтропия. KL-дивергенция как мера различия распределений. Взаимная информация. Связь с функциями потерь в МО: кросс-энтропия, ELBO	СЗ	MF-1.2, MF-1.3, FC-1.1
Раздел 4	Основы математической статистики: оценивание параметров	4.1	Выборка, статистики и точечные оценки	Генеральная совокупность и выборка. Статистика и её распределение. Точечные оценки и их свойства: несмещённость, состоятельность, эффективность. Неравенство Рао — Крамера. Достаточные статистики	ЛК	ОПК-1.1, MF-4.1, ОПК-7.1
		4.2	Метод моментов и метод максимального правдоподобия	Метод моментов: идея, примеры. Метод максимального правдоподобия (MLE): функция правдоподобия, логарифм правдоподобия, уравнения правдоподобия. Асимптотические свойства MLE. Связь MLE с обучением моделей МО: минимизация кросс-энтропии $\equiv$ MLE	ЛК	MF-1.2, MF-1.3, MF-4.1, FC-1.1
		4.3	Интервальные оценки и байесовское оценивание	Доверительные интервалы: определение, построение для среднего и дисперсии нормального распределения. Точные и приближённые методы. Байесовское оценивание: априорное и апостериорное распределения, MAP-оценка. Связь MLE и MAP	ЛК	MF-1.2, MF-1.3, MF-4.1
		4.4	Практикум: построение точечных оценок	Вычисление выборочных характеристик (среднее, дисперсия, медиана). Проверка свойств оценок (несмещённость, состоятельность) методом Монте-Карло в Python	СЗ	MF-4.1, УК-1.2, ОПК-7.1
		4.5	Практикум: метод максимального правдоподобия	Построение MLE для параметров нормального, экспоненциального, пуассоновского распределений. Графическая визуализация функции правдоподобия. Численная оптимизация в <code>scipy.optimize</code>	СЗ	MF-1.2, MF-1.3, MF-4.1
		4.6	Практикум: MLE в контексте машинного обучения	Вывод функций потерь линейной и логистической регрессии из принципа MLE. Демонстрация эквивалентности: минимизация кросс-энтропии $\equiv$ максимизация правдоподобия. Регуляризация как	СЗ	MF-1.3, FC-1.1, MF-4.1

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы *	Формируемые индикаторы
				байесовский априор		
		4.7	Практикум: доверительные интервалы	Построение доверительных интервалов для среднего ( $z$ - и $t$ -интервалы). Влияние размера выборки и доверительного уровня. Интерпретация: «доверие к процедуре, а не к конкретному интервалу»	СЗ	MF-4.1, SS-3.1, ПК-3.1
		4.8	Практикум: байесовское оценивание параметров	Сопряжённые априорные распределения. Вычисление апостериорного распределения для бета-биномиальной и нормально-нормальной моделей. Сравнение MLE и MAP. Визуализация обновления апостериорного распределения	СЗ	MF-1.2, MF-1.3, FC-1.1
		4.9	Практикум: реализация MLE и MAP в Python	Программная реализация MLE и MAP для различных моделей. Сравнение оценок при малых и больших выборках. Анализ влияния выбора априорного распределения на результат. Воспроизводимость результатов (фиксация random seed)	СЗ	MF-1.3, MF-4.1, УК-1.2
Раздел 5	Проверка статистических гипотез	5.1	Постановка задачи проверки гипотез. Ошибки I и II рода	Нулевая и альтернативная гипотезы. Область отклонения и критическое значение. Ошибки I и II рода: уровень значимости $\alpha$ и мощность теста $(1-\beta)$ . $p$ -значение: определение и интерпретация. Связь с задачей оценки ML-модели: «модель лучше бейзлайна?»	ЛК	MF-4.1, ПК-3.1, SS-3.1
		5.2	Параметрические критерии	$z$ -тест для среднего. $t$ -тест Стьюдента: одновыборочный, двухвыборочный (независимые и парные выборки). $F$ -тест для сравнения дисперсий. Условия применимости: нормальность, равенство дисперсий. Критерий Фишера для дисперсионного анализа (ANOVA)	ЛК	MF-4.1, MF-4.2, ОПК-1.1
		5.3	Непараметрические критерии и множественные сравнения	Критерий $\chi^2$ (согласия и независимости). Критерий Колмогорова — Смирнова. Ранговые критерии (Вилкоксона, Манна — Уитни). Проблема множественных сравнений: FWER, FDR. Поправки Бонферрони и Холма	ЛК	MF-4.1, ПК-3.1, SS-3.1
		5.4	Практикум: параметрические критерии	Решение задач на $z$ -тест и $t$ -тест. Проверка гипотез о среднем и разности средних. Интерпретация $p$ -значения. Вычисление мощности теста. Определение необходимого размера выборки (power analysis)	СЗ	MF-4.1, ПК-3.1
		5.5	Практикум: непараметрические критерии и $\chi^2$	Проверка гипотезы о виде распределения (критерий $\chi^2$ согласия). Проверка независимости признаков (критерий $\chi^2$ независимости). Ранговые критерии. Выбор между	СЗ	MF-4.1, УК-1.2, SS-3.1

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы *	Формируемые индикаторы
			параметрическим и непараметрическим подходом		
		5.6 Практикум: статистическое сравнение ML-моделей	Сравнение двух моделей: парный t-тест по результатам кросс-валидации. A/B-тестирование: дизайн эксперимента, расчёт размера выборки, проверка гипотезы. Критерий Вилкоксона для сравнения метрик на нескольких датасетах. Формулировка критериев приёмки модели	СЗ	MF-4.1, ПК-3.1, SS-3.1
		5.7 Практикум: множественные сравнения и коррекция	Проблема множественных сравнений при подборе гиперпараметров: p-hacking. Поправки Бонферрони и Холма. False Discovery Rate (FDR) и процедура Бенджамини — Хохберга. Реализация в Python (statsmodels)	СЗ	MF-4.1, ПК-3.1, SS-3.1
		5.8 Практикум: реализация статистических тестов в Python	Комплексная задача: загрузка данных → EDA → формулировка гипотез → выбор критерия → проверка → интерпретация. Использование scipy.stats, statsmodels. Обсуждение типичных ошибок: p-hacking, «звёздочки значимости», путаница статистической и практической значимости	СЗ	MF-4.1, УК-1.2, SS-3.1, ОПК-7.1
Раздел 6	Марковские цепи и вероятностные модели для ИИ	6.1 Марковские цепи: определение, переходные вероятности, классификация состояний	Определение марковского свойства. Матрица переходных вероятностей. Классификация состояний: поглощающие, возвратные, невозвратные. Эргодические цепи. Стационарное распределение: существование и единственность. Связь с алгоритмами ранжирования (PageRank) и MCMC	ЛК	ОПК-1.1, MF-1.2, MF-1.3
		6.2 Скрытые марковские модели и вероятностные графические модели	Скрытые марковские модели (НММ): модель, три основные задачи (оценка, декодирование, обучение). Алгоритм прямого-обратного хода. Алгоритм Витерби. Обзор вероятностных графических моделей: байесовские сети, марковские случайные поля. Связь с генеративными моделями	ЛК	MF-1.3, MF-4.2, FC-1.1
		6.3 Практикум: марковские цепи — матрица переходов и анализ	Построение матрицы переходов по данным. Вычисление вероятностей перехода за n шагов. Классификация состояний. Определение наличия стационарного распределения. Задачи на случайное блуждание	СЗ	MF-1.2, MF-1.3
		6.4 Практикум: стационарное распределение и эргодические свойства	Нахождение стационарного распределения аналитически и численно (возведение матрицы в степень, решение системы уравнений). Моделирование траекторий цепи в Python.	СЗ	MF-1.2, MF-1.3, MF-4.2

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы *	Формируемые индикаторы
			Связь с алгоритмом PageRank		
		6.5 Практикум: скрытые марковские модели	Реализация модели НММ: прямой алгоритм для оценки правдоподобия, алгоритм Витерби для декодирования. Применение к задаче распознавания последовательностей (POS-теги, временные ряды). Использование библиотеки <code>hmmlearn</code>	СЗ	MF-1.3, MF-4.2
		6.6 Практикум: вероятностные модели в МО	Наивный байесовский классификатор: вывод из формулы Байеса, предположение условной независимости. Гауссовские смеси (GMM) и EM-алгоритм: идея, сходимость, связь с кластеризацией. Реализация на <code>scikit-learn</code>	СЗ	MF-1.3, MF-4.1, MF-4.2, FC-1.1
		6.7 Практикум: МСМС и сэмплирование (обзор)	Идея метода Монте-Карло по марковским цепям: сэмплирование из сложных распределений. Алгоритм Метрополиса — Гастингса (концепция). Сэмплирование Гиббса. Связь с байесовским выводом и генеративными моделями. Демонстрация в Python	СЗ	MF-1.3, MF-4.2, FC-1.1

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Персональные компьютеры, необходимое ПО
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Персональные компьютеры, необходимое ПО

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*Основная литература:*

1. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / Л.Г. Бирюкова, Г.И. Бобрик, Р.В. Сагитов [и др.]; под ред. В.И. Матвеева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 289 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/18865. - ISBN 978-5-16-018751-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2053975>

2. Коган, Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / Е.А. Коган, А.А. Юрченко. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 250 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015649-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2078388>

*Дополнительная литература:*

1. Дайзенрот, М. П., Фейзал, А. А., Он, Ч. С. Математика в машинном обучении = Mathematics for machine learning : докопайся до сути / М. П. Дайзенрот, А. А. Фейзал, Ч. С. Он; пер. с англ. С. Черникова. — СПб. : Питер, 2024. — 507 с. : ил. — (Для профессионалов). — ISBN 978-5-4461-1788-8

2. Криволапов, С. Я. Анализ данных. Методы теории вероятностей и математической статистики на языке Python: учебное пособие / С.Я. Криволапов. — Москва: ИНФРА-М, 2025. — 678 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/2034420. -

ISBN 978-5-16-018616-0. - Текст: электронный. - URL:

<https://znaniyum.ru/catalog/product/2034420>

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Знаниум» <https://znaniyum.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>

- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>

- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>

- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**