МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Математическая статистика для систем искусственного интеллекта

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	**Вычислительной и прикладной математики**
Учебный план	09.03.04_26_00_ ИИ_В2.plx 09.03.04 Программная инженерия
Квалификация	**бакалавр**
Форма обучения	**очная**
Общая трудоемкость	**4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**4 (2.2)**		Итого	
Недель	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	66,35	66,35	66,35	66,35
Контактная работа	66,35	66,35	66,35	66,35
Сам. работа	24	24	24	24
Часы на контроль	53,65	53,65	53,65	53,65
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):
Д.т.н, профессор, Белов В.В.

Рабочая программа дисциплины
Математическая статистика для систем искусственного интеллекта

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 920)

составлена на основании учебного плана:
09.03.04 Программная инженерия
утвержденного учёным советом вуза от 24.04.2026 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Вычислительной и прикладной математики

Протокол от 15.06.2026 г. № 7
Срок действия программы: 20262030 уч.г.
Зав. кафедрой Овечкин Геннадий Владимирович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Вычислительной и прикладной математики

Протокол от __ _____ 2027 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Вычислительной и прикладной математики

Протокол от __ _____ 2028 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
Вычислительной и прикладной математики

Протокол от __ _____ 2029 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

Вычислительной и прикладной математики

Протокол от __ _____ 2030 г. № __

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью дисциплины является формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, а также компетенций, определенных в соответствии с компетентостно-ролевой моделью, разработанной ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» в рамках проекта ТОП-ИИ, в результате освоения которых обучающийся сможет проводить настройку существующих моделей искусственного интеллекта, дообучение моделей искусственного интеллекта, использование ранее созданных программных библиотек и фреймворков для решения прикладных задач.
1.2	В рамках дисциплины осуществляется освоение математического аппарата теории математической статистики, помогающего моделировать, анализировать и решать инженерные задачи и задачи в области ИИ, помощь в усвоении математических методов, дающих возможность изучать и прогнозировать процессы и явления из области будущей деятельности студентов.
1.3	Задачами дисциплины является:
1.4	-развитие логического и алгоритмического мышления;
1.5	-формирование умений и навыков самостоятельного анализа исследования технических и экономических проблем;
1.6	-развитие стремления к научному поиску путей совершенствования своей работы

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Аналитическая геометрия
2.1.2	Математический анализ
2.1.3	Интегралы и дифференциальные уравнения
2.1.4	Программирование
2.1.5	Компьютерная математика
2.1.6	Линейная алгебра и функции нескольких переменных
2.1.7	Теория вероятностей для систем ИИ
2.1.8	Вычислительные алгоритмы для систем ИИ (смежная дисциплина)
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Моделирование систем
2.2.2	Методы оптимизации
2.2.3	Введение в машинное обучение
2.2.4	Автоматизированное машинное обучение
2.2.5	Искусственные нейронные сети и глубокое обучение
2.2.6	Большие языковые модели и генеративный ИИ
2.2.7	Цифровая обработка сигналов
2.2.8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.9	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПК-3: Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ
ПК-3.2. Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики, математической логики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта
Знать основные понятия математической статистики **Уметь** применять базовые методы непараметрической оценки распределений, методы оценки статистических линейных зависимостей случайных величин **Владеть** терминологией и навыками решения задач на основе статистических моделей в системах ИИ
ПК-3.3. Применяет современный математический аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения

Знать
методы выбора оптимальных параметров, вероятностные модели (наивный байесовский классификатор, скрытые марков-ские модели и модели прогнозирования временных рядов)
Уметь
строить непараметрические и параметрические модели для низкоразмерных распределений;
применять модели на основе марковских цепей и марковские скрытые модели на практике
Владеть
терминологией и навыками использования современного аппарата математической статистики на практике

ПК-8: Способен организовывать хранение данных, выбирая адекватные технологические решения

ПК-8.1. Разрабатывает, отлаживает и тестирует прикладные решения с элементами ИИ с применением различных технологий хранения структурированных данных, оценивает качество

Знать
основные библиотеки Python для научных вычислений, такие как NumPy, SciPy и Pandas.а также библиотеки для визуали-зации данных, например, Matplotlib и Seaborn
Уметь
использовать библиотеки Python для научных вычислений, такие как NumPy, SciPy и Pandas.а также библиотеки для визу-ализации данных, например, Matplotlib и Seaborn при решении задач в области ИИ
Владеть
навыками работы с библиотеами Python для научных вычислений, такими как NumPy, SciPy и Pandas.а также с библиоте-ками для визуализации данных, например, Matplotlib и Seaborn при решении задач в области ИИ

ПК-8.2. Разрабатывает, отлаживает и тестирует прикладные решения с элементами ИИ с применением различных технологий хранения неструктурированных данных, оценивает качество

Знать
структуры и характеристики данных, способы выявления аномалий и выбросов, методы идентификация связей и корреляций между переменными
Уметь
выдвигать гипотезы – на основе наблюдаемых закономерностей сформулировать предположения для дальнейшего тестирования в процессе аналитической работы
Владеть
методами разведочных исследований, включая анализ вторичных данных, изучение прежнего опыта, анализ конкретных ситуаций.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	методы теории вероятностей и статистики, необходимые для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ;
3.1.2	теоретические основы численных методов решения задач математической статистики;
3.1.3	подходы к очистке зашумленных табличных данных (случайные величины);
3.1.4	подходы к поиску и устранению выбросов в табличных данных (случайные величины);
3.1.5	подходы к заполнению пропусков в табличных данных;
3.1.6	нестатистические методы генерации синтетических данных.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	формулировать задачи математической статистики и приводить их к математической модели;
3.2.2	выбирать оптимальный метод решения задач на основе полученных знаний;
3.2.3	использовать методы разведочного анализа данных;
3.2.4	использовать математические инструменты для анализа случайных процессов и моделирования систем стохастического характера
3.3	**Владеть:**
3.3.1	навыками решения задач, связанных с предсказанием стохастических процессов,
3.3.2	моделированием случайных явлений и случайных процессов;
3.3.3	навыками работы с библиотеками языка Python для решения задач математической статистики

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Раздел 1. Описательная статистика и визуальный анализ данных					
1.1	Ключевые понятия и формулы /Тема/	4	0			

1.2	Среднее арифметическое (mean). Медиана (median). Мода (mode). Стандартное отклонение (σ). Коэффициент асимметрии (skewness). Эксцесс (kurtosis). Основные графики. Гистограмма. Boxplot. KDE (ядерная оценка плотности). Импорт библиотек. Загрузка данных. Первичный осмотр данных. Предобработка данных. Проверка на пропуски. Фильтрация данных. Изменение типов данных. /Лек/ 1 /Лек/	4	4	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1Л2.2	
1.3	Решение задач на расчёт ключевых статистических характеристик. Самостоятельное задание. Практическое задание. Решение задач с использованием Python: и библиотек pandas, numpy, matplotlib, pyplot, seaborn /Лаб/ /Лаб/	4	4	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1Л2.1	
1.4	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение типовых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
	Раздел 2. Раздел 2 Основные задачи математической статистики					
2.1	Моделирование случайных величин и эксперименты над основными распределениями /Тема/	4	0			
2.2	Влияние параметров на вид распределения. Суть экспериментов и способы визуализации результатов. Количественная оценка сходимости. Визуализация скорости сходимости. Эмпирическая функция распределения (ECDF). Метод QQ-plot для детального сравнения. Применение в ИИ Проверка предположений моделей (например, нор-мальности остатков) Сравнение распределений в A/B-тестировании Валидация генеративных моделей (GAN, VAE) /Лек/ /Лек/	4	4	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	
2.3	Оценивание параметров распределений: метод моментов и метод максимального правдоподобия. Практический блок: метод моментов. Практический блок: Бутстрэп и доверительные интервалы. Самостоятельные за-дания. /Лаб / /Лаб/	4	4	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1	

2.4	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение ти-повых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	
2.5	Проверка статистических гипотез. Критерии согласия и сравнение выборок /Тема/	4	0			
2.6	Гипотезы. Нулевая гипо-теза (“статус-кво”). Альтернативная гипотеза Ошибки. Ошибка I рода. Ошибка II рода. P-value Связь с ИИ. Валидация моделей: Сравнение точности алгоритмов (A/B-тесты). Анализ данных: Проверка нормальности признаков перед применением методов машинного обучения. Интерпретация результатов: Оценка значимости найденных закономерностей. Общий алгоритм проверки гипотез. Основные критерии и их применение: A. Критерии согласия (проверка распределения). B. Критерии сравнения выборок. Параметрические vs. Не-параметрические крите-рии. /Лек/ 3 /Лек/	4	4	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	
2.7	Практический блок 1: Подготовка и генерация данных. Импорт библиотек. Генерация выборок. Визуализация выборок. Базовые статистики. Практические задания 1 и 2. . Практический блок 2: Критерии согласия с теоретическим распределением. Проверка на нормальность. Визуализация ECDF (Empirical CDF). Практическое задание (самостоятельно). Задание 1. Анализ реальных данных (уровень: базовый). Задание 2. Оптимизация датасета (уровень: продвинутый). Задание 3. A/B тестирование модели (уровень: экспертный). Задание 4. Творческая задача (уровень: исследовательский). /Лаб/	4	4	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.2Л2.1	
2.8	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение типовых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.2	
2.9	Корреляционный анализ и регрессия /Тема/	4	0			

2.10	Корреляция. 1. Коэффи-циент Пирсона (Pearson). 2. Коэффициент Спирме-на (Spearman). Линейная регрессия. Полиноми-альная регрессия. Чек-лист понимания. Импорт необходимых библиотек. Загрузка и первичный анализ данных. Выбор признаков для анализа. Предобработка данных. /Лек/ 4 /Лек/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	
2.11	Практический блок: Корреляционный анализ Практический блок: Построение линейной регрессии. Практический блок: Полиномиальная регрессия. /Пр/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.2Л2.1	
2.12	Изучение конспекта лек-ции и рекомендованной литературы, решение ти-повых задач по теме. Подготовка к Экзамену. /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.2	
	Раздел 3. Раздел 3. Статистический анализ результатов моделей машинного обучения					
3.1	Применение методов математической статистики для анализа моделей ма-шинного обучения /Тема/	4	0			
3.2	Ключевые задачи: оценка качества моделей: метрики: accuracy, precision, recall, F1, ROC-AUC; расчёт доверительных интервалов; сравнение моделей. Accuracy (Точность). Precision (Точность положительного предсказания). Recall (Полнота). F1-score. Матрица ошибок и ROC-анализ. Методы оценки стабильности. Парные тесты (когда модели тестируются на одних данных): Тест Макнемара для бинарной классификации; t-критерий для нормально распределённых разниц метрик; Знаковый тест. /Лек/ 5 /Лек/	4	4	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	

3.3	Практический блок 1: Подготовка данных и обучение моделей в Python. Импорт необходимых библиотек. Загрузка и предварительный анализ данных. Разделение на обучающую и тестовую выборки. Обучение моделей. Практический блок 2: Расчёт и интерпретация метрик. Получение предсказаний моделей. Построение и анализ матрицы ошибок. Расчёт основных метрик. Построение ROC-кривой и PR-кривой. Глубокий анализ метрик. Практический блок 3: Кросс-валидация и доверительные интервалы. Практический блок 4: Статистическое сравнение моделей. Практический блок 5: Самостоятельные задания. Задание 1. Сравнение с моделью SVM. Задание 2. Бутстрэп-оценка точности. Задание 3. A/B тестирование моделей. Задание 4. Анализ важности признаков и их влияния на метрики. /Лаб/ /Лаб/	4	4	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
3.4	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение типовых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	
	Раздел 4. Раздел 4. ЕМ-алгоритм и кластеризация					
4.1	Поиск оценок макси-мального правдоподобия параметров в случае за-висимости модели от скрытых переменных /Тема/	4	0			
4.2	ЕМ-алгоритм (expectation-maximization, ожидание-максимизация). 1. Е-шаг (Expectation). 2. М-шаг (Maximization). Смесь гауссиан (GMM). Ответственность (responsibility. Обновление параметров (М-шаг). Критерии остановки. Связь с k-means. /Лек 6/ /Лек/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	
4.3	Практический блок 1: Подготовка данных Практический блок 2: Реализация ЕМ-алгоритма. 4. Практический блок 3: Сравнение с k-средними. Практический блок 4: Анализ влияния начальных параметров. Практический блок 5: Работа с реальными данными. /Пр2/ /Пр/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	

4.4	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение типовых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	
	Раздел 5. Раздел 5. Байесовский подход и апостериорные оценки					
5.1	Основы байесовского подхода. /Тема/	4	0			
5.2	Основные понятия байесовского подхода. Сопряжённые априоры. Точечные и интервальные оценки: 1) MAP (Maximum A Posteriori);2) среднее апостериорного распределения; 3) доверительный интервал (Credible Interval). Визуализация эволюции убеж -дений. /Лек 7/ /Лек/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2	
5.3	Практический блок 1: Импорт библиотек и первичная настройка. Практический блок 2: Расчёт правдоподобия и апостериорного распределения. Практический блок 3: Апостериорные оценки и доверительные интервалы. Практический блок 4: Байесовское обновление по шагам. Практический блок 5: Самостоятельные задания. Практический блок 5: Расширение задачи на многомерные данные /Пр3/ /Пр/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.2	
5.4	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение типовых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.2	
5.5	Вероятностная постановка задач машинного обучения /Тема/	4	0			
5.6	Формула Байеса — ин-струмент для обновления версий. Оптимальный Байесов-ский классификатор: принцип минимального риска. Ключевые формулы и их физический смысл. Логическая цепочка принятия решений. /Лек/ /Лек/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		

5.7	Практический блок 1: Подготовка данных. Практический блок 2: Реализация оптимального Байесовского классификатора. Практический блок 3: Анализ влияния априорных вероятностей. Практический блок 4: Самостоятельная работа с реальными данными. Практический блок 5: Расширение задачи на многомерные данные. Контрольные вопросы для самопроверки /Пр4/ /Пр/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
5.8	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение типовых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1	
5.9	Оценка плотности распределения данных /Тема/	4	0			
5.10	Непараметрические методы. Метод Парзена (оконное сглаживание). Ядро Гаусса (наиболее популярное). Метод k-ближайших соседей (k-NN). Параметрические методы. /Лек/9 /Лек/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
5.11	Практический блок 1: Подготовка данных Практический блок 2: Реализация метода Парзена Практический блок 3: Реализация метода k-ближайших соседей Практический блок 4: Параметрическая оценка плотности Практический блок 5: Работа с реальными данными Контрольные вопросы для самопроверки ./Пр5/ /Пр/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
5.12	Изучение конспекта лек-ции и рекомендованной литературы, решение типовых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
	Раздел 6. Раздел 6. Байесовские методы в машинном обучении					
6.1	Байесовский подход vs Частотный подход /Тема/	4	0			

6.2	Частотный подход (Maximum Likelihood Estimation - MLE). Байесовский подход. Байесовская оценка μ (при известном σ^2): Преимущества Байесовского подхода: 1) Регуляризация малых данных; 2) Оценка неопределённости; 3) Интерпретируемость для ИИ. Типичные ошибки. /Лек/ 10 /Лек/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
6.3	Практический блок 1: Подготовка данных Практический блок 2: Реализация частотного подхода (MLE). Практический блок 3: Реализация Байесовского подхода. Практический блок 4: Сравнение подходов на задаче классификации Практический блок 5: Анализ устойчивости к малым данным. Контрольные вопросы для самопроверки /Пр6/ /Пр/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
6.4	Изучение конспекта лек-ции и рекомендованной литературы, решение ти- повых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
6.5	Применение Байесовских методов в реальных задачах /Тема/	4	0			
6.6	Байесовская линейная регрессия. Основная идея. Ключевые компоненты: 1) Априорное распределение $ p(w) $; 2) Правдоподобие $ p(t|X, w) $; 3) Апостериорное распределение $ p(w|X, t) $; 4) Предиктивное распре-деление. Наивный Байес для классификации. Устойчивость к шуму и пропускам. /Лек/ 11 /Лек/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
6.7	Практический блок 1: Прогнозирование временных рядов. Практический блок 2: Классификация текстовых данных. Практический блок 3: Устойчивость к шуму и пропускам. Практический блок 4: Самостоятельные задания Контрольные вопросы для самопроверки /Пр7/ /Пр/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		

6.8	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение ти-повых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
6.9	Выбор модели и регуляризация. /Тема/	4	0			
6.10	Эмпирический и средний риск: «Две стороны одной медали». Компромисс смещения и дисперсии: «Главный баланс ML». Формула Вапника: «Теоретический щит от переобучения». Информационные критерии: AIC и BIC. Принцип MDL: «Лучшая модель = самый короткий код». Кросс-валидация: «Имитация работы на новых данных». /Лек/ 12 /Лек/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
6.11	Практический блок 1: Подготовка данных. Практический блок 2: Реализация кросс-валидации. Практический блок 3: Аналитические критерии (AIC/BIC). Практический блок 4: Принцип минимальной длины описания (MDL). Практический блок 5: Теория Вапника-Червоненкиса Контрольные вопросы для самопроверки/Пр8/ /Пр/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
6.12	Изучение конспекта лекции и рекомендованной литературы, решение типовых задач по теме. Подготовка к Экзамену /Ср/ /Ср/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		
	Раздел 7. Контроль					
7.1	Контроль /Тема/	4	0			
7.2	Прием экзамена /ИКР/	4	0,35	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	

7.3	Консультирование перед экзаменом /Кнс/	4	2	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	
7.4	Подготовка к экзамену /Экзамен/	4	53,65	ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В ПК-3.3-З ПК-3.3-У ПК-3.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств дисциплины приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ 09.03.04 МСдСИИ ФОС)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л1.1	Гателюк О. В., Манюкова Н. В.	Проверка статистических гипотез : учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2022, 112 с.	978-5-8114-9843-7, https://e.lanbook.com/book/238709
Л1.2	Гмурман В.Е.	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Москва: Юрайт, 2012, 480с.; прил.	978-5-9916-1589-1,978-5-9692-1278-7, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л2.1	Конюхов, А. Н., Машнина, С. Н., Ципоркова, К. А.	Теория вероятностей : учебное пособие	Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2023, 48 с.	2227-8397, https://www.iprbookshop.ru/137342.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л2.2	Чудина, Е. Ю.	Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие	Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024, 140 с.	978-5-4497-2870-8, https://www.iprbookshop.ru/138385.html

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Chrome	Свободное ПО
Pyton	Свободное ПО
Python	Свободное ПО
Mathcad University Classroom	Бессрочно. Лицензия на ПО PKG-7517-LN, SON – 2469998, SCN – 8A1365510

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	206-1 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 42 мест, 1 ПК: ЦП: Intel i7 6700 ОЗУ: 8 Гб ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (1 шт. преподавательский) Телевизор: PHILIPS U7PEL4606H/60 документ-камера: AVER Media POB3 (AverVision 330) документ-камера: AverVisionF33 POE7D;
2	206-2 учебно-административный корпус. Аудитория для самостоятельной работы 18 мест, Телевизор PHILIPS 46PFL3208T/60; 18 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: AMD a10 7800 ОЗУ: 8 Gb ПЗУ: 500-1000 Gb (18 шт.)
3	206-3 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для самостоятельной работы Проектор: InFocus LP640 31 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: Intel i7 6700 ОЗУ: 8 Гб ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (31 шт.)

4	206-4 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения практический занятий, лабораторных работ 30 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: Intel i5-12400 ОЗУ: 16 Гб ПЗУ: ssd 512 Гб (18 шт. моноблок) ЦП: Intel i7 6700 ОЗУ: 8 Гб ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (12 шт.)
5	106 учебно-административный корпус.
6	106а учебно-административный корпус. Аудитория для самостоятельной работы 42 места (+15 мест за компьютерными столами) проектор BENQ 16 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: intel i3 3220, ОЗУ: 4 Gb, ПЗУ: 320-500 Gb (15 шт.) ЦП: intel i5 6500, ОЗУ: 8 Gb, ПЗУ: 500 Gb (1 шт. преподавательский)
7	110 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 20 мест (+20 мест за компьютерными столами) Проектор: HITACHI CP-X400 3LCD 21 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ЦП: Intel i5-12400 ОЗУ: 16 Гб ПЗУ: ssd 512 Гб (20 шт. моноблок + 1шт. преподавательский)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ 09.03.04 МСдСИИ МО)

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ — **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ — **12.10.26** 08:32 (MSK) — Простая подпись

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ — **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ — **12.10.26** 08:33 (MSK) — Простая подпись