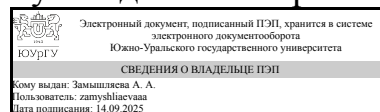


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



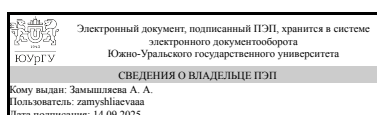
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.19 Математическая статистика и байесовские модели
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

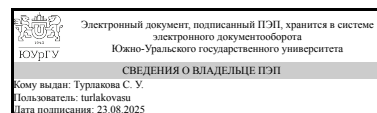
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



С. У. Турлакова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является фундаментальная математическая подготовка в области планирования, использования и систематизации статистических данных для обнаружения закономерностей в тех явлениях, в которых существенную роль играет случайность, а также для подготовки студентов к разработке новых алгоритмов и формулированию перспективных задач искусственного интеллекта с использованием байесовского подхода. Задачами курса являются: — изучение студентами теоретических основ дисциплины; — приобретение студентами практических навыков по изучаемой дисциплине; — создание базиса для дальнейшего самостоятельного изучения предмета; — закладка теоретического фундамента, необходимого для изучения множества других специальных и прикладных дисциплин; — формирование у студентов математической и исследовательской культуры.

Краткое содержание дисциплины

Предмет математической статистики. Основные дискретные модели математической статистики. Основные абсолютно непрерывные модели. Моделирование выборок из конкретных распределений. Первичная обработка экспериментальных данных. Многомерные данные. Общая теория оценивания неизвестных параметров распределения. Оценки максимального правдоподобия. Общая теория оценивания неизвестных параметров распределения. Статистические оценки и общие требования к ним. Оценки максимального правдоподобия. Непараметрическая статистика. Линейная регрессия. Дискриминантный анализ. Факторный анализ. Компонентный анализ. Байесовский подход к теории вероятностей. Полный байесовский вывод. Модель релевантных векторов для задач регрессии и классификации. Приближенные способы байесовского вывода. Байесовская смесь нормальных распределений.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: принципы сбора, анализа, обработки и обобщения информации Умеет: систематизировать собранную информацию, выбирать приёмы и методы обработки эмпирических данных Имеет практический опыт: применения статистических методов обработки эмпирических данных
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач математической статистики Имеет практический опыт: использования методов математической статистики для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью
ОПК-10 Способен применять	Знает: методы статистического анализа данных

естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Умеет: использовать статистические методы для анализа экспериментальных данных и принимать обоснованные решения Имеет практический опыт: проверки статистических гипотез с помощью тестов, оценки параметров распределения
---	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.07 Математическая логика, 1.О.13 Специальные главы математики, 1.О.06 Дискретная математика, 1.О.14 Теория вероятностей, 1.О.05 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, 1.О.04 Математический анализ, Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.04 Математический анализ	Знает: основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа, базовые понятия математического анализа, применяемые в математических науках, прикладной математике и информатике, основные правила планирования времени при самоорганизации внеаудиторной самостоятельной работы, предусмотренной рабочей программой учебной дисциплины Умеет: использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах, применять классические методы математического анализа в решении задач прикладной математики и информатики Имеет практический опыт: решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания
1.О.14 Теория вероятностей	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения

	задач теории вероятностей , фундаментальные понятия и законы теории вероятностей, аналитические и численные подходы и методы для решения прикладных задач теории вероятностей Умеет: решать классические задачи теории вероятностей, применять математические методы для решения профессиональных задач, ориентироваться в справочной литературе, применять вероятностный подход при проектировании алгоритмических решений прикладных задач Имеет практический опыт: использования основных методов теории вероятностей для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью
1.О.13 Специальные главы математики	Знает: основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, основы комплексного анализа, основные положения теории рядов и методы её применения к решению прикладных задач; различные типы дифференциальных уравнений и способы их решения Умеет: применять методы теории дифференциальных уравнений и комплексный анализ при проведении исследований в области предметно-практической деятельности Имеет практический опыт: решения дифференциальных уравнений в математических моделях различных прикладных задач
1.О.07 Математическая логика	Знает: логические исчисления и алгебру высказываний, семантику и синтаксис логики предикатов, правила вывода Умеет: строить математические модели простых логических утверждений, использовать формальные и неформальные методы доказательства Имеет практический опыт: решения задач на проверку равносильности и эквивалентности формул, решения задач с использованием логических операторов и методов
1.О.05 Линейная алгебра и аналитическая геометрия	Знает: теоретические основы линейной и векторной алгебры и аналитической геометрии; геометрический и физический смысл основных понятий алгебры и геометрии; простейшие приложения алгебры и геометрии в профессиональных дисциплинах, теоретические и практические основы линейной алгебры и аналитической геометрии Умеет: использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания линейной алгебры и аналитической геометрии применять на практике знание дисциплины и проявлять высокую степень понимания; переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей; приобретать новые математические знания, используя образовательные информационные технологии, использовать

	различные матрично-векторных операции в решении прикладных задач Имеет практический опыт: использования основных методов линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью; навыками анализа учебной и научной математической литературы
1.О.06 Дискретная математика	Знает: логику высказываний и предикатов; основные понятия теории алгоритмов, основные понятия и алгоритмы теории чисел, комбинаторики и теории графов, фундаментальные основы математической логики, основные понятия дискретной математики и теории графов Умеет: проводить оценку сложности алгоритмов, решать типовые задачи теории чисел, комбинаторики и теории графов, проводить доказательства фактов из указанных областей, использовать при решении различных задач стандартные методы математической логики и дискретной математики Имеет практический опыт: программирования основных алгоритмов теории графов для решения задач большой размерности, применения комбинаторных алгоритмов, а также алгоритмов на графах для решения практических задач
Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)	Знает: -[И-1, ПУ] цели и задачи командной работы в сфере ИИ, виды коммуникаций и их роль в достижении поставленных целей, способы первичной обработки информации, этические нормы и установленные правила командной работы Умеет: -[И-1, ПУ] включаться в состав рабочей группы и активно участвовать в коллективных обсуждениях, находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи, разрабатывать математические модели, алгоритмы и компьютерные программы для предложенных задач, критически оценить эффективность использования времени при решении поставленных задач, а также, относительно полученного результата, использовать математический аппарат в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: -[И-1, ПУ] публичного выступления, подготовки и демонстрации презентации в рамках своей роли, согласовано с выступлениями других участников команды, декомпозиции поставленной задачи, выделяя её базовые составляющие, участия в обмене информацией, знаниями и опытом в интересах выполнения командной задачи, разработки компьютерных программ, пригодных для практического использования, оценки личностных ресурсов по достижению целей управления своим временем

	для успешного выполнения порученной работы и саморазвития, программной реализации алгоритмов задач профессиональной деятельности
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,5	35,5
Выполнение расчетных заданий	16	16
Подготовка к тестам	3	3
Подготовка к экзамену	10,5	10,5
Подготовка к проверочным работам	6	6
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в математическую статистику	8	4	4	0
2	Оценивание параметров и проверка гипотез	16	8	8	0
3	Регрессионный анализ и многомерные методы	18	8	10	0
4	Байесовские модели и методы	22	12	10	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет математической статистики и основные понятия. История появления и развитие математической статистики, обзор задач, решаемых данным предметом. Понятие выборки, параметра, оценки, доверительного интервала. Основные этапы статистического исследования.	2
2	1	Основные дискретные и абсолютно непрерывные модели. Характеристики и свойства важнейших дискретных (биномиальное, пуассоновское) и абсолютно непрерывных (нормальное, гамма-, бета-) распределений. Их роли в математическом моделировании.	2

3	2	Оценивание параметров методом максимального правдоподобия. Постановка задачи оценивания параметров. Максимальная функция правдоподобия, её связь с традиционными оценочными процедурами. Примеры применения.	2
4	2	Статистические оценки и требования к ним. Требования к статистическим оценкам (несмещённость, эффективность, состоятельность, асимптотическая нормальность). Основные классы оценок (точечные, интервальные).	2
5	2	Проверка статистических гипотез. Общая схема проверки гипотез. Построение критериев для проверки нулевых гипотез против двусторонних и односторонних альтернатив. Анализ ошибок первого и второго рода.	2
6	2	Специализированные методы оценивания и проверки гипотез. Непараметрические методы проверки гипотез. Средневзвешенные оценки и робастные методики.	2
7	3	Линейная регрессия и её модификации. Простая и множественная линейная регрессия. Методы регуляризации. Причины и последствия мультиколлинеарности.	2
8	3	Дискриминантный анализ и классификация данных.	2
9	3	Факторный анализ и снижение размерности.	2
10	3	Методы анализа многомерных данных. Канонический корреляционный анализ, кластерный анализ, многомерное масштабирование.	2
11	4	Основы байесовского подхода. Апостериорная вероятность, правило Байеса. Байесовские оценки и критерии. Априорные и апостериорные распределения.	2
12	4	Полный байесовский вывод. Построение апостериорной функции правдоподобия. Использование методов Монте-Карло с марковскими цепями для аппроксимации апостериорных распределений.	2
13	4	Байесовская смесь нормальных распределений. Смешанные модели, задача кластеризации, EM-алгоритм.	2
14	4	Приближенные способы байесовского вывода.	2
15	4	Правдоподобие и его связь с методом наименьших квадратов. Информационная энтропия и дистанция Кульбака-Лейблера	2
16	4	Современные тенденции в математической статистике	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Анализ дискретных и непрерывных распределений. Освоение методов выбора распределения для конкретного набора данных	4
3	2	Оценка параметров методом максимального правдоподобия.	2
4	2	Методы оценивания неизвестных параметров распределения заданного набора данных и проверка выполнения требований к оценкам.	2
5	2	Проверка статистических гипотез	2
6	2	Ознакомление с непараметрическими критериями сравнения распределений и формы данных	2
7	3	Линейная регрессия	2
8	3	Дискриминантный анализ и кластерный анализ	2
9	3	Факторный анализ и снижение размерности	2
10-11	3	Методы анализа многомерных данных	4
12	4	Оценки параметров с использованием байесовского подхода	2
13	4	Полный байесовский вывод	2
14	4	Применение приближенных методов байесовского вывода	2
15	4	Байесовская смесь нормальных распределений	2

16	4	Правдоподобие и его связь с методом наименьших квадратов	2
----	---	--	---

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение расчетных заданий	Кочетыгов, А. А. Методы прогнозирования : учебное пособие / А. А. Кочетыгов. — Тула : ТулГУ, 2025. — 304 с. https://e.lanbook.com/book/501353 , стр.43-65 Введение в статистическое обучение с примерами на Python : руководство / Г. Джеймс, Д. Уиттон, Т. Хасти, Р. Тибширани ; перевод с английского А. Ю. Гинько. — Москва : ДМК Пресс, 2024. — 846 с. Гл.1, 2, 7, 10, 11	4	16
Подготовка к тестам	Трофимов, А. Г. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / А. Г. Трофимов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 182 с. , Гл.2-7	4	3
Подготовка к экзамену	Трофимов, А. Г. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / А. Г. Трофимов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 182 с. Гл.1-7 Дауни, А. Б. Байесовские модели / А. Б. Дауни ; перевод с английского В. А. Яроцкого. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 182 с. Гл.2,3,6	4	10,5
Подготовка к проверочным работам	Математическая статистика: задачник : учебное пособие / составители С. Я. Пономарева, Т. Р. Галлямова. — Ижевск : УдГАУ, 2022. — 56 с., с.4-39	4	6

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в
------	----------	--------------	-----------------------------------	-----	------------	---------------------------	---------------

							ПА
1	4	Текущий контроль	Тест 1	1	10	Тест содержит 10 равнозначных вопросов и рассчитан на 10 мин. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл.	экзамен
2	4	Текущий контроль	Тест 2	1	10	Тест содержит 10 равнозначных вопросов и рассчитан на 10 мин. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл.	экзамен
3	4	Текущий контроль	Решение задач на практических занятиях	1	16	На практическом занятии за полностью выполненные и аккуратно оформленные в тетради упражнения, заданные преподавателем, студент получает в конце занятия 1 балл. Если задания выполнены не полностью и/или неаккуратно оформлены студент получает 0,5 балла.	экзамен
4	4	Текущий контроль	Расчетное задание 1	1	10	Задание выполняется в группах по 2 человека. Вариант задания согласовывается с преподавателем. По результатам выполнения задания должен быть подготовлен отчет (1 балл). За каждый верно выполненный пункт задания начисляется 1 балл. За программную реализацию начисляется до 2 баллов.	экзамен
5	4	Текущий контроль	Расчетное задание 2	1	10	Задание выполняется в группах по 2 человека. Вариант задания согласовывается с преподавателем. За каждый верно выполненный пункт задания начисляется до 2 баллов.	экзамен
6	4	Текущий контроль	Расчетное задание 3	2	10	Задание выполняется в группах по 2-3 человека. Вариант задания согласовывается с преподавателем. По результатам выполнения задания должен быть подготовлен отчет (1 балл). За каждый верно выполненный пункт задания начисляется 1 балл. За программную реализацию начисляется до 2 баллов.	экзамен
7	4	Текущий контроль	Проверочная работа 1	1	6	Проверочная работа выполняется письменно на практическом занятии. Студенту задаются 3 задачи. Время, отведенное на проверочную работу -15 минут. Правильное решение задачи соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильное решение или его отсутствие соответствует 0 баллов.	экзамен
8	4	Текущий контроль	Проверочная работа 2	1	6	Проверочная работа выполняется письменно на практическом занятии. Студенту задаются 3 задачи. Время, отведенное на проверочную работу -15 минут. Правильное решение задачи соответствует 2 баллам. Частично	экзамен

						правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильное решение или его отсутствие соответствует 0 баллов.	
9	4	Текущий контроль	Проверочная работа 3	2	3	Проверочная работа выполняется письменно на практическом занятии. Студенту задаются 3 задачи. Время, отведенное на проверочную работу -15 минут. Правильное решение задачи соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильное решение или его отсутствие соответствует 0 баллов.	экзамен
10	4	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	-	30	Тест состоит из 30 вопросов с выбором/вводом правильного ответа. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если студент согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, то он может в день, предшествующий промежуточной аттестации дать свое согласие на автомат в личном кабинете. В случае явки студента на промежуточную аттестацию, давшего свое согласие на автомат в личном кабинете, студент имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Снижение оценки в этом случае запрещено. Если студент не дал согласия в личном кабинете, то он может согласиться с оценкой лично на промежуточной аттестации в день ее проведения. Если студент не согласен с оценкой, то он имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день промежуточной аттестации на основе согласия студента, данного им в личном кабинете. При отсутствии согласия в журнале дисциплины фиксация результатов происходит при личном присутствии студента. Если студент не дал согласие в личном кабинете и не явился на промежуточную аттестацию – ему выставляется «неявка». Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест состоит из 30 вопросов с выбором/вводом правильного ответа. Время прохождения тестирования 1 час 30 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УК-1	Знает: принципы сбора, анализа, обработки и обобщения информации			+			+			++	
УК-1	Умеет: систематизировать собранную информацию, выбирать приёмы и методы обработки эмпирических данных			++	++	++				++	
УК-1	Имеет практический опыт: применения статистических методов обработки эмпирических данных			++	++	++					+
ОПК-1	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач математической статистики	++			++			++	++	++	
ОПК-1	Имеет практический опыт: использования методов математической статистики для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью				++	++	++	++	++	++	
ОПК-10	Знает: методы статистического анализа данных	++	++	++	++			++	++	++	++
ОПК-10	Умеет: использовать статистические методы для анализа экспериментальных данных и принимать обоснованные решения		++	++	++	++	++	++	++	++	++
ОПК-10	Имеет практический опыт: проверки статистических гипотез с помощью тестов, оценки параметров распределения			+		+			++	++	++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Математическая статистика

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Математическая статистика

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Кочетыгов, А. А. Методы прогнозирования : учебное пособие / А. А. Кочетыгов. — Тула : ТулГУ, 2025. — 304 с. https://e.lanbook.com/book/501353
2	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Математическая статистика: задачник : учебное пособие / составители С. Я. Пономарева, Т. Р. Галлямова. — Ижевск : УдГАУ, 2022. — 56 с. https://e.lanbook.com/book/484760

3	Основная литература	Образовательная платформа Юрайт	Трофимов, А. Г. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / А. Г. Трофимов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 182 с. https://urait.ru/bcode/559506/p.1
4	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Дауни, А. Б. Байесовские модели / А. Б. Дауни ; перевод с английского В. А. Яроцкого. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 182 с. https://e.lanbook.com/book/131695
5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Введение в статистическое обучение с примерами на Python : руководство / Г. Джеймс, Д. Уиттон, Т. Хастис, Р. Тибширани ; перевод с английского А. Ю. Гинько. — Москва : ДМК Пресс, 2024. — 846 с. https://e.lanbook.com/book/464258

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -LibreOffice(бессрочно)
2. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	624 (3)	Компьютер, проектор, доска
Практические занятия и семинары	482 (3)	Компьютер, проектор, доска
Экзамен	482 (3)	Компьютер, проектор, доска