

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 27.08.2025

Рабочая программа дисциплины

Прикладная математическая статистика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы
Системное программирование

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Прикладная математическая статистика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ППК-ДА5: Способен применять методы статистического анализа и теорию эксперимента для планирования, проведения и интерпретации результатов экспериментов (топ)	<p>ППК-ДА5.1: Разрабатывает дизайн эксперимента, включая формирование гипотез, определение метрик и размера выборки</p> <p>ППК-ДА5.2: Проводит статистический анализ данных эксперимента (проверка гипотез, расчёт доверительных интервалов)</p> <p>ППК-ДА5.3: Интерпретирует результаты экспериментов и формулирует выводы для принятия бизнес-решений</p>	<p>ППК-ДА5.1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знает основные принципы планирования экспериментов (рандомизация, контрольные группы, мощность теста) 2. Знает методы расчёта размера выборки для достижения заданной мощности 3. Умеет формулировать статистические гипотезы (H_0, H_1) 4. Умеет выбирать метрики для оценки эффекта воздействия <p>ППК-ДА5.2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знает методы проверки гипотез (t-тест, χ^2, ANOVA) 2. Знает методы построения доверительных интервалов для долей, средних, разностей 3. Умеет применять критерии для сравнения групп 4. Умеет интерпретировать p-value и уровень значимости <p>ППК-ДА5.3:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знает ограничения и риски некорректной интерпретации (ложные положительные/отрицательные результаты) 2. Умеет визуализировать результаты эксперимента 3. Умеет формулировать 	Собеседование Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы Задания

		рекомендации на основе статистических выводов		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Раздел 1. Введение в предмет.	6	1	1	2	4
Раздел 2. Выборки и их характеристики.	8	2	2	4	4
Раздел 3. Статистическая проверка гипотез.	24	6	6	12	12
Раздел 4. Непараметрические гипотезы однородности, независимости. Ранговые критерии.	12	2	2	4	8
Раздел 5. Корреляционный анализ.	6	1	1	2	4
Раздел 6. Регрессионный анализ.	15	4	4	8	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Прикладная математическая статистика» является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области обработки статистических данных для их удобного представления, интерпретации, получения научных и практических выводов с использованием профессионального программного обеспечения.

Основными задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с использованием методов теории вероятностей и математической статистики;
- овладение практическими навыками применения статистических методов;
- приобретение студентами опыта самостоятельной работы, предполагающей изучение методов математической статистики, инструментов и средств, необходимых для решения прикладных задач.

Раздел 1. Введение в предмет.

Предмет и задачи прикладной математической статистики. Типы данных. Генерация псевдослучайных чисел с различным законом распределения. Метод Монте-Карло. Сравнение программных продуктов для статистической обработки данных. Пакет R: преимущества и недостатки R, начало работы в R, основные функции и пакеты, создание наборов данных в R, визуализация работы в R.

Раздел 2. Выборки и их характеристики.

Понятие выборки. Способы представления выборочных данных. Выборочные законы распределения. Выборочные числовые характеристики. Оценка неизвестных параметров. Методы нахождения точечных оценок. Свойства оценок. Асимптотическая нормальность оценок максимального правдоподобия.

Понятие интервального оценивания параметров. Работа в пакете R.

Раздел 3. Статистическая проверка гипотез.

Понятие о статистической гипотезе. Простые и сложные гипотезы. Статистика критерия, критическая область, ошибки 1-го и 2-го рода, уровень значимости, мощность критерия. Общая схема проверки статистической гипотезы. Критерий согласия Колмогорова. Критерий согласия хи-квадрат Пирсона для простой и сложной гипотез. Лемма Неймана-Пирсона. Понятие о параметрической гипотезе. Проверка гипотез о параметрах распределений. t-распределение и F-распределение. Методы проверки нормальности данных при неизвестных параметрах распределения. Задача о сравнении средних в двух нормальных совокупностях. Критерий Стьюдента. Задача об обнаружении эффекта обработки в предположении о совместном нормальном распределении. Работа в пакете R.

Раздел 4. Непараметрические гипотезы однородности, независимости. Ранговые критерии.

Таблицы сопряженности признаков. Критерий независимости хи-квадрат для проверки независимости двух переменных. Непараметрические критерии независимости. Ранговый критерий независимости Спирмена. Работа в пакете R.

Раздел 5. Корреляционный анализ.

Цель и задачи корреляционного анализа. Статистическая зависимость (независимость) случайных переменных. Линейный, частный и множественный коэффициенты корреляции. Проверка коэффициентов корреляции на значимость. Работа в пакете R.

Раздел 6. Регрессионный анализ.

Цель и задачи регрессионного анализа. Модель Гаусса – Маркова простой линейной регрессии. Оценка параметров и анализ остатков. Проверка значимости регрессии, изменение модели и прогноз новых значений. Нелинейная регрессия. Понятие о модели множественной регрессии. Работа в пакете R.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:
Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Прикладная математическая статистика, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3131>.

Иные учебно-методические материалы:

1. Зорин А.В., Федоткин М.А. Введение в прикладной статистический анализ в пакете R: Учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: ННГУ, 2010. — 50 с.
2. Задорожный С. С. Статистическая обработка данных на языке R: Учебно-методическое пособие. —М: Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2023. —104с

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ППК-ДА5:

Основные вопросы для собеседования.

1. Типы статистических данных (числовые, ординальные, номинальные). Частотные распределения (одномерные и многомерные). Маргинальные частотные распределения.
2. Простые и сложные гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Критерий согласия хи-квадрат Пирсона для простой и сложной гипотезы.
3. Выборка, выборочное распределение одномерной случайной величины. Эмпирическая плотность и эмпирическая функция распределения.
4. Общая схема проверки статистической гипотезы. Критерий согласия Колмогорова – Смирнова.
5. Выборочные числовые характеристики. Свойства оценок.
6. Критерий однородности.
7. Сравнение средних в нормальных совокупностях.
8. Критерий независимости хи-квадрат.
9. Цели и задачи корреляционного анализа. Парный линейный коэффициент корреляции и проверка его на значимость.
10. Цели и задачи регрессионного анализа. Модель линейной парной регрессии и проверка ее на значимость.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответы на вопросы верны или имеют незначительные неточности.
не зачтено	Ответов нет или допущены грубые ошибки.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ППК-ДА5:

Основные задачи.

1. Построение эмпирической плотности и эмпирической функции распределения.
2. Оценка основных выборочных числовых характеристик.
3. Проверка гипотезы по критерию Колмогорова.
4. Проверка гипотезы по критерию согласия хи-квадрат Пирсона.
5. Проверка гипотезы однородности.
6. Проверка гипотезы о сравнении средних в нормальных совокупностях.
7. Проверка гипотезы независимости по критерию хи-квадрат.
8. Построение модели линейной парной регрессии и проверка ее на значимость.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача решена верно или с незначительными ошибками.
не зачтено	Задача не решена или допущены грубые ошибки.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			

достижения							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»

	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ППК-ДА5

1. Выборочные законы распределения.
2. Выборочные числовые характеристики: выборочное среднее, выборочная дисперсия, выборочное среднеквадратическое отклонение. Свойство несмещенности выборочных числовых характеристик.
3. Выборочные числовые характеристики (все, которые знаете, кроме выборочного среднего, выборочной дисперсии и выборочного среднеквадратического отклонения).
4. Методы нахождения оценок. Свойства оценок.
5. Общая схема проверки статистической гипотезы. Критерий согласия Колмогорова.
6. Общая схема проверки статистической гипотезы. Классический критерий хи-квадрат Пирсона.
7. Общая схема проверки статистической гипотезы. Критерий согласия Пирсона-Фишера для проверки сложной гипотезы согласия.
8. Таблицы сопряженности. Критерий независимости хи-квадрат.
9. Понятие о параметрической гипотезе на примере биномиального распределения. Проверка простой гипотезы о параметре распределения Пуассона.
10. Проверка гипотез о параметрах нормального распределения.
11. Сравнение средних в нормальных совокупностях.
12. Критерий однородности.
13. Критерии проверки на нормальность.
14. Статистическая зависимость (независимость) случайных переменных.

15. Понятие корреляционного анализа. Парный линейный коэффициент корреляции и проверка его на значимость.

16. Постановка задачи о регрессии. Линейная регрессия.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответы на вопросы верны или имеют незначительные неточности.
не зачтено	Ответов нет или допущены грубые ошибки.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ППК-ДА5

Основные задания.

1. Выборка, выборочное распределение одномерной случайной величины. Построение

эмпирической плотности и эмпирической функции распределения в пакете R.

2. Выборочные числовые характеристики случайных величин. Оценка основных выборочных числовых характеристик в пакете R.

3. Простые и сложные гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Критерий согласия Колмогорова – Смирнова. Применение критерия в пакете R.

4. Схема проверки статистической гипотезы. Проверка по критерию согласия хи-квадрат Пирсона в пакете R.

5. Задача о сравнении средних в двух нормальных совокупностях. Критерий Стьюдента. Применение в пакете R.

6. Критерий однородности. Реализация в пакете R.

7. Таблицы сопряженности признаков. Критерий независимости хи-квадрат в пакете R.

8. Модель линейной парной регрессии и проверка ее на значимость в пакете R.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача решена верно или с незначительными ошибками.
не зачтено	Задача не решена или допущены грубые ошибки.

Оценка	Критерии оценивания

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Федоткин Михаил Андреевич. Основы прикладной теории вероятностей и статистики : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика и информатика" и по направлению "Прикладная математика и информатика". - М. : Высшая школа, 2006. - 368 с. : ил. - ISBN 5-06-005328-8 : 215.60., 183 экз.
2. Гришин В. А. Методы обработки данных и моделирование на языке R : учебно-методическое пособие / Гришин В. А., Тихов М. С. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. - 54 с. - Рекомендовано Объединенной методической комиссией Института открытого образования и филиалов университета для студентов филиалов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=709331&idb=0>.
3. Мхитарян Владимир Сергеевич. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Мат. методы в экономике" и "Приклад. информатика (по областям)" и др. экон. специальностям. - М. : Академия, 2012. - 416 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки) (Бакалавриат). - ISBN 978-5-7695-8147-2 : 788.70. - Текст : непосредственный., 5 экз.
4. Кабаков Р.И. R в действии. Анализ и визуализация данных на языке R : монография / Кабаков Р.И. - Москва : ДМК-пресс, 2023. - 590 с. - ISBN 978-5-89818-347-9. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=878908&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ивченко Григорий Иванович. Математическая статистика : [учеб. пособие для вузов]. - 2-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 1992. - 303, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-002317-6 (в пер.) : 21.88., 1 экз.
2. Гмурман Владимир Ефимович. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. - 12-е изд. - М. : Юрайт, 2014. - 479 с. : ил. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-3461-8 : 559.00. - Текст : непосредственный., 1 экз.
3. Мастицкий С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R : монография / Мастицкий С.Э.; Шитиков В.К. - Москва : ДМК-пресс, 2023. - 497 с. - ISBN 978-5-89818-601-2. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=912843&idb=0>.
4. Наглядная статистика. Используем R! : учебное пособие / Шипунов А.Б.; Балдин Е.М.; Волкова П.А.; Коробейников А.И. - Москва : ДМК-пресс, 2017. - 298 с. - ISBN 978-5-97060-473-1. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=868753&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Сайт проекта R для установки свободного программного продукта <http://www.r-project.org>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Бородина Татьяна Сергеевна, кандидат физико-математических наук
Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.06.2025, протокол № Протокол №11.