

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Прикладная математическая статистика

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы

Искусственный интеллект

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01 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
ПК-8: Способен к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности	ПК-8.1: Знать основы ИТ в области КС и иметь навыки анализа современного состояния науки и информационных технологий в области КС ПК-8.2: Иметь навыки проектирования и разработки и развития ИТ-решений на основе анализа современного состояния науки и информационных технологий в области КС ПК-8.3: Иметь навыки управления разработкой и развитием ИТ-решений на основе анализа современного состояния науки и информационных технологий в области КС	ПК-8.1: ЗНАТЬ математические модели, лежащие в основе стандартных статистических процедур, реализованных в пакетах профессионального программного обеспечения;  ПК-8.2: УМЕТЬ реализовывать алгоритмы математической статистики на языке высокого уровня  ПК-8.3: Владеть навыками отладки программного кода на языке программирования R	Задачи Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32

- КСР	2
самостоятельная работа	6
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

### 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
Введение в R	5	2	2	4	1
Выборочное распределение и выборочные статистики.	8	4	4	8	0
Статистические гипотезы	9	4	4	8	1
Доверительные интервалы. Методы получения точечных оценок.	13	6	6	12	1
Проверка гипотез о параметрах распределений	9	4	4	8	1
Непараметрические гипотезы однородности, независимости. Ранговые критерии	9	4	4	8	1
Регрессионный анализ	11	5	5	10	1
Однофакторный дисперсионный анализ	6	3	3	6	0
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	32	32	66	6

#### Содержание разделов и тем дисциплины

- 1) Введение в R. Виды данных. Генерация псевдослучайных чисел с различным законом распределения. Метод Монте-Карло.
- 2) Выборочное распределение и выборочные статистики. Ядерные оценки плотности.
- 3) Статистические гипотезы и виды ошибок. Критерии согласия. Проверка гипотез нормальности и экспоненциальности.
- 4) Доверительные интервалы. Методы получения точечных оценок: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод минимума расстояния, байесовское оценивание
- 5) Проверка гипотез о параметрах распределений. Лемма Неймана-Пирсона. t-распределение и F-распределение
- 6) Непараметрические гипотезы однородности, независимости. Ранговые критерии.
- 7) Регрессионный анализ. Модель Гаусса-Маркова. Оценка параметров, проверка значимости, прогнозирование. Множественная регрессия.

8) Однофакторный дисперсионный анализ. Таблица однофакторного анализа. Суммы квадратов. F-критерий

#### **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=6164>.

Иные учебно-методические материалы:

Самостоятельная работа заключается в чтении литературы из списка основной литературы, подготовке к выполнению контрольных работ, подготовке к зачету. По ходу выполнения самостоятельной работы возможны консультации с преподавателем посредством электронной почты и социальных сетей.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### **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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-8:**

1. Что делают следующие функции в среде R:  $\text{mean}(x)$ ,  $\text{var}(x)$ ,  $\text{sd}(x)$ ,  $\text{median}(x)$ ,  $\text{ecdf}(x)$ ? Приведите расчетные формулы.

2. Напишите код, который сгенерирует выборку из стандартного нормального распределения, постройте гистограмму распределения и наложите на нее график нормальной плотности с параметрами, найденными по выборке.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»,

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-8:

1. Какие виды категориальных переменных вы знаете?
2. Что такое выборочное математическое ожидание, выборочная дисперсия?
3. Что такое ошибка первого рода?
4. Как представляются данные разных типов в статистических программах?
5. Какие требования разумно предъявлять к профессиональной среде статистической обработки данных?
6. Что такое кадр данных? Какие с ним операции желательно иметь?
7. Что такое группирующая переменная?

### Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»,
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

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

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<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.	При решении стандартных задач не	Продемонстрированы основные	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все основные

	Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	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 ПК-8

1. Графические методы представления и анализа данных: гистограммы, графики «ящик с усами», диаграммы рассеяния, матрицы диаграмм рассеяния. Использование цвета для выявления группировок.
2. Метод получения выборки значений случайной величины с помощью генератора псевдослучайных чисел. Метод обратной функции, метод исключения.
3. Вычисление интегралов методом Монте – Карло в пакете R. Неоднозначность в разложении подынтегральной функции и ее влияние на эффективность метода.
4. Точечная оценка параметра. Метод максимального правдоподобия. Оценки максимального правдоподобия для нормального и экспоненциального распределений в пакете R.
5. Точечная оценка параметра. Метод максимального правдоподобия. Оценки максимального правдоподобия для геометрического и пуассоновского распределений в пакете R.
6. Точечная оценка параметра. Метод максимального правдоподобия. Оценки максимального правдоподобия для смесей распределений в пакете R.
7. Формула Байеса. Условное распределение. Байесовское оценивание вероятности успеха с дискретным и непрерывным априорным распределением.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»,

Оценка	Критерии оценивания
	ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Федоткин Михаил Андреевич. Модели в теории вероятностей : учебник. - М. : Физматлит : ННГУ, 2012. - 608 с. - (Библиотека Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского). - ISBN 978-5-9221-1384-7 : 600.00., 200 экз.
2. 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.

Дополнительная литература:

1. Боровков Александр Алексеевич. Математическая статистика : Оценка параметров. Проверка гипотез : учеб. пособие. - М. : Наука, 1984. - 472 с. - 1.30., 3 экз.

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

1. Язык программирования R сайт [www.r-project.org](http://www.r-project.org)
2. Среда разработки для языка R сайт <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

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 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

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

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.