

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 02.12.2024 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

2025 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: Знает методику разработки новых алгоритмических, методических и технологических решений ПК-8.2: Умеет применять полученные знания для разработки новых алгоритмических, методических и технологических решений ПК-8.3: Имеет практический опыт составления технического задания на разработку информационной системы | 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

| | |
|--|--------------|
| | очная |
| Общая трудоемкость, з.е. | 5 |
| Часов по учебному плану | 180 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | |
| - занятия лекционного типа | 32 |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 32 |

| | |
|--------------------------|---------------|
| - КСР | 2 |
| самостоятельная работа | 78 |
| 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 | |
| | о ф о | о ф о | о ф о | о ф о | о ф о |
| Введение в R | 14 | 2 | 2 | 4 | 10 |
| Выборочное распределение и выборочные статистики. | 14 | 4 | 4 | 8 | 6 |
| Статистические гипотезы | 20 | 4 | 4 | 8 | 12 |
| Доверительные интервалы. Методы получения точечных оценок. | 18 | 6 | 6 | 12 | 6 |
| Проверка гипотез о параметрах распределений | 16 | 4 | 4 | 8 | 8 |
| Непараметрические гипотезы однородности, независимости. Ранговые критерии | 28 | 4 | 4 | 8 | 20 |
| Регрессионный анализ | 22 | 5 | 5 | 10 | 12 |
| Однофакторный дисперсионный анализ | 10 | 3 | 3 | 6 | 4 |
| Аттестация | 36 | | | | |
| КСР | 2 | | | | 2 |
| Итого | 180 | 32 | 32 | 66 | 78 |

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 | 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 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
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 02.12.2024, протокол № 5.