

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 № 11 от 25.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Современные проблемы прикладной математической статистики

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

02.04.01 - Математика и компьютерные науки

---

Направленность образовательной программы

Математика и компьютерные науки

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.09 Современные проблемы прикладной математической статистики относится к обязательной части 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
ОПК-1: Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1: Обладает фундаментальными знаниями и практическим опытом в формулировке и решении актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики ОПК-1.2: Умеет использовать их в профессиональной деятельности ОПК-1.3: Имеет навыки решения актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1: Знать основные определения и понятия теории вероятностей и математической статистики, основные структурные характеристики, теоремы и правила, рамки корректного использования понятий, связанных со стохастическими моделями и методами математической статистики.  ОПК-1.2: Уметь выделять совокупность случайных событий из многофакторных практических ситуаций, распознавать эффективное решение, объяснять типичные методы решения стохастических задач.  ОПК-1.3: Владеть практическими навыками использования стохастических моделей, способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов, способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования	Собеседование Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы

		информационной среды.		
--	--	-----------------------	--	--

### 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)	16
- КСР	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>59</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 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/ лабора торные работы), часы	Всего	
	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф
1. Корреляционный анализ многомерных совокупностей.	19	4	3	7	12
2. Распознавание образов и типологизация объектов.	12	2	2	4	8
3. Снижение размерности исследуемых признаков.	14	4	2	6	8
4. Статистический анализ по неполным данным.	14	4	2	6	8
5. Многомерное шкалирование.	17	6	3	9	8
6. Планирование эксперимента.	16	6	2	8	8
7. Статистические методы контроля качества.	15	6	2	8	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	16	49	59

**Содержание разделов и тем дисциплины**

1. Корреляционный анализ многомерных совокупностей.
  - 1.1. Частная и множественная корреляция.
  - 1.2. Корреляция между двумя группами количественных признаков. Канонические корреляции.
  - 1.3. Коэффициенты связи неколичественных признаков.
  - 1.4. Ранговые корреляции. Коэффициент корреляции между группами объектов.
2. Распознавание образов и типологизация объектов.
  - 2.1. Классификация с обучением: дискриминантный анализ.
  - 2.2. Классификация без обучения: кластерный анализ.
3. Снижение размерности исследуемых признаков.
  - 3.1. Факторный анализ.
  - 3.2. Метод главных компонент.
4. Статистический анализ по неполным данным.
  - 4.1. Модели бинарного выбора.
  - 4.2. Случайно цензурированные выборки (СЦВ). Оценки Каплана-Мейера. Оценки математического ожидания и регрессии по СЦВ. Доверительные интервалы.
  - 4.3. Анализ срока службы и выбытия. Оценка остаточного срока службы оборудования.
5. Многомерное шкалирование.
  - 5.1. Задача многомерного шкалирования. Меры близости на основе условных вероятностей.
  - 5.2. Метрические меры различия профилей. Модель Торнгенсона.
  - 5.3. Неметрические методы шкалирования.
6. Планирование эксперимента.
  - 6.1. Планы с полностью перекрестной классификацией. Неполноблочные планы.
  - 6.2. Дисперсионный анализ при большом числе факторов.
  - 6.3. Планы 2<sup>k</sup>. Алгоритм Йетса.
7. Статистические методы контроля качества.
  - 7.1. Менеджмент качества.
  - 7.2. Контрольные карты по альтернативному и количественному признакам. X и R- карты.
  - 7.3. Метод CuSum и последовательный критерий отношения правдоподобия.

#### **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.

Выполнение самостоятельной работы на следующие темы

- Самостоятельная работа «Корреляционный анализ многомерных совокупностей»
- Самостоятельная работа «Распознавание образов и типологизация объектов»
- Самостоятельная работа «Снижение размерности исследуемых признаков»
- Самостоятельная работа «Статистический анализ по неполным данным»
- Самостоятельная работа «Многомерное шкалирование»
- Самостоятельная работа «Планирование эксперимента»
- Самостоятельная работа «Статистические методы контроля качества»

Тихов М.С., Котельникова М.В. Современные методы статистического оценивания параметров: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2016. – 120 с. [http://www.unn.ru/books/met\\_files/op2.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/op2.pdf) в фонде электронных ресурсов ННГУ <http://www.unn.ru/books/resources.html> (per. №1328.16)

## **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 ОПК-1:**

1. Что такое частная, множественная, ранговая корреляция?
2. В чем состоит суть классификации? В чем отличие кластерного и дискриминантного анализа?
3. В чем состоит суть факторного анализа? За счет чего происходит снижение размерности?
4. Что такое случайно-цензурированная выборка? Подсчитать оценку Каплана-Мейера по выборке: 1, 4+, 5, 7, 9+, 12.
5. Как по матрице расстояний восстановить сами точки с точностью до поворота и сдвига? В чем суть метрического многомерного шкалирования? Привести пример.
6. В чем состоит задача планирования эксперимента?
7. Чем отличается контроль изделий от контроля производства?

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

##### *Вариант 1*

**1.** Рассматривается фрагмент результатов исследования успешности деятельности команды малой группы, ориентированной на решение деловой задачи и состоящей из молодых специалистов (инженеров-программистов), коллективно принимающих решение, выполняющих сложные работы в различном составе. Задача состоит в исследовании структуры данной команды и качественном описании характеристик каждой подгруппы. В качестве характеристик были рассмотрены: **(1)** зависимость от групповых стандартов; **(2)** ответственность; **(3)** трудовая активность; **(4)** работоспособность; **(5)** понимание цели; **(6)** мотивация. Провести кластерный анализ используя евклидово расстояние между объектами и расстояние между кластерами по методу ближайшего соседа. Сделать выводы.

№	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	2	7	9	8	10	3
2	4	2	8	8	8	1
3	2	3	9	7	8	1
4	7	3	5	6	4	0
5	2	2	5	3	7	2
6	4	3	5	5	5	2
7	5	4	4	5	5	3
8	6	1	4	4	7	0
9	5	3	3	5	4	2

2. Процесс термической обработки стальных отливок на автоматической установке состоит из операций нагрева, закалки и отпуска. Был проведен эксперимент для определения влияния продолжительности нагрева (А), длительности закалки (В) и продолжительности отпуска (С). Использовался план эксперимента. Были выбраны следующие уровни фактора: А – 40 и 63 с, В – 12 и 30 с, С – 21 и 55 с. Ниже приводятся значения твердости. Проведите дисперсионный анализ. Проанализируйте данные с помощью алгоритма Йетса.

	$A_0$		$A_1$	
	$C_0$	$C_1$	$C_0$	$C_1$
$B_0$	71,5	71,0	70,5	70,0
$B_1$	72,0	68,5	74,0	69,5

3. В таблице представлен набор данных клиентов определенного банка NaIn. Требуется оценить среднюю продолжительность нахождения клиентов в этом банке. Первая цифра означает число пришедших в банк клиентов в данном году, нижняя число выбывших в течение года.

Начало размещения	Опыт											(остаток на 2009 г.
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1998 Выбыли	90 0	7	9	6	5	4	3	2	8	1	3	
1999 Выбыли		35 4	5	2	3	1	2	0	1	2	1	
2000 Выбыли			39 8	5	6	2	0	1	2	5	1	
2001 Выбыли				25 3	8	4	2	1	2	0	2	
2002 Выбыли					34 5	4	1	2	6	3	3	
2003 Выбыли						23 9	2	3	2	4	0	
2004 Выбыли							40 7	6	1	3	2	
2005 Выбыли								19 5	1	2	1	
2006 Выбыли									23 7	1	2	
2007 Выбыли										27 2	1	
2008 Выбыли											32 6	
2009 Выбыли												52
Итого Остаток Выбытие												

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент получил верный ответ во всех заданиях. При этом студент продемонстрировал знание дополнительного материала.

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Студент получил верный ответ во всех заданиях.
очень хорошо	Студент получил верный ответ в большинстве заданий.
хорошо	Студент решил большую часть задач с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент решил большую часть задач с существенными недочетами.
неудовлетворительно	Студент допускает грубые ошибки в решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

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

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора 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. 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	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 несущественными недочетами, выполнен	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				недочетами		ы все задания в полном объеме	
<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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 ОПК-1

1. Частная и множественная корреляция.
2. Корреляция между двумя группами количественных признаков. Канонические корреляции.
3. Коэффициенты связи не количественных признаков. Ранговые корреляции. Коэффициент корреляции между группами объектов.



4. Классификация с обучением: дискриминантный анализ.
5. Классификация без обучения: кластерный анализ.
6. Факторный анализ.
7. Метод главных компонент
8. Модели бинарного выбора.
9. Случайно цензурированные выборки (СЦВ). Оценки Каплана-Мейера. Оценки математического ожидания и регрессии по СЦВ. Доверительные интервалы.
10. Анализ срока службы и выбытия. Оценка остаточного срока службы оборудования
11. Модели бинарного выбора.
12. Случайно цензурированные выборки (СЦВ). Оценки Каплана-Мейера. Оценки математического ожидания и регрессии по СЦВ. Доверительные интервалы. Анализ срока службы и выбытия. Оценка остаточного срока службы оборудования.
13. Задача многомерного шкалирования. Меры близости на основе условных вероятностей.
14. Метрические меры различия профилей. Модель Торгенсона.
15. Неметрические методы шкалирования
16. Планы с полностью перекрестной классификацией. Неполноблочные планы.
17. Дисперсионный анализ при большом числе факторов.
18. Планы  $2^k$ . Алгоритм Йетса.
19. Менеджмент качества.
20. Контрольные карты по альтернативному и количественному признакам. X и R - карты.
21. Метод CuSum и последовательный критерий отношения правдоподобия.

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

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

Основная литература:

1. Гнеденко Борис Владимирович. Курс теории вероятностей : [учеб. для мех.-мат. специальностей ун-тов]. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1988. - 466, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-013761-8 (в пер.) : 1.20., 483 экз.
2. Айвазян Сергей Артемьевич. Прикладная статистика. Основы эконометрики : учеб. для вузов : в 2 т. Т. 2. Основы эконометрики. - 2-е изд., испр. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 432 с. - (Tacis). - ISBN 5-238-00305-6 : 336.00., 12 экз.
3. Магнус Ян Р. Эконометрика. Начальный курс : учебник для вузов / Акад. нар. хоз-ва при Правительстве РФ. - [3-е изд., перераб. и доп.]. - М. : Дело, 2000. - 400 с. : ил. - ISBN 5-7749-0055-X : 66.50., 3 экз.
4. Магнус Ян Р. Эконометрика. Начальный курс : учеб. для студентов вузов, обучающихся по экон. специальностям / Акад. нар. хоз-ва при Правительстве РФ. - 7-е изд., испр. - М. : Дело, 2005. - 504 с. - ISBN 5-7749-0055-X : 176.00., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Доугерти Кристофер. Введение в эконометрику = Introduction to econometrics : учебник / [пер. с англ. Е. Н. Лукаш и др.; Науч. ред. О. О. Замков]; МГУ им. М. В. Ломоносова. Экон. фак. - М. : ИНФРА-М, 2001. - 402 с. - (Университетский учебник). - ISBN 5-86225-458-7. - ISBN 0-19-504346-4 : 161.00., 29 экз.

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

1. Научная электронная библиотека  
<http://e-library/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов»  
<http://scholl-collection.edu.ru/>

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

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

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 02.04.01 - Математика и компьютерные науки.

Автор(ы): Тихов Михаил Семенович, доктор физико-математических наук, профессор.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.