

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 совет ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины
Современные проблемы прикладной
математической статистики**

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки
**Математическое моделирование динамики систем
и процессов управления**

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2023

1. Место и цели дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Код дисциплины – Б1.В.ДВ.05.01.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01. «Современные проблемы математической статистики» относится к части ООП направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

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**	
ПК-11. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности	ПК-11.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач	<u>Знать:</u> 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.	собеседование
	ПК-11.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач	<u>Уметь:</u> выделять совокупность случайных событий из многофакторных практических ситуаций, распознавать эффективное решение, объяснять типичные методы решения стохастических задач.	Задачи
ПК-4. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных	ПК-4.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных	<u>Владеть:</u> практическими навыками использования стохастических моделей, способами оценивания значимости и практической пригодности полученных	Задачи

<i>шаемых научных проблем и задач</i>	<i>проблем и задач</i>	<i>результатов, способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования информационной среды.</i>	
---------------------------------------	------------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины «Современные проблемы прикладной математической статистики»

3.1 Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В ТОМ ЧИСЛЕ					Самостоятельная работа студента часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные работы	Консультации	Всего контактных часов	
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 не количественных признаков. 1.4. Ранговые корреляции. Коэффициент корреляции между группами объектов.	14	2	3			5	9
2. Распознавание образов и типологизация объектов. 2.1. Классификация с обучением: дискриминантный анализ. 2.2. Классификация без обучения: кластерный анализ.	8	1	2			3	5

3. Снижение размерности исследуемых признаков. 3.1. Факторный анализ. 3.2. Метод главных компонент.	9	2	2			4	5
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.	9	2	2			4	5
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.	11	3	3			6	5
6. Планирование эксперимента. 6.1. Планы с полностью перекрестной классификацией. Неполноблочные планы. 6.2. Дисперсионный анализ при большом числе факторов. 6.3. Планы 2^k . Алгоритм Йетса.	10	3	2			5	5
7. Статистические методы контроля качества. 7.1. Менеджмент качества. 7.2. Контрольные карты по альтернативному и количественному признакам. \bar{X} – и R – карты. 7.3. Метод CuSum и последовательный критерий отношения правдоподобия.	10	3	2			5	5
Текущий контроль (КСР)	1					1	
Промежуточная аттестация зачет							
Итого	72	16	16			33	39

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- умения применять изученные структуры данных и алгоритмы при решении возникающих вопросов при сопровождении проекта –(ПК-11);
- способности разрабатывать и анализировать теоретические модели решаемых научных проблем и задач –(компетенция ПК-4).

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

4.1. Виды самостоятельной работы студентов

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»

4.2 Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов

- 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 в фонде электронных ресурсов ННГУ <http://www.unn.ru/books/resources.html> (пер. №1328.16)

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Современные проблемы математической статистики», созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6167>

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания,	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

	чающегося от ответа	грубые ошибки.	все задания, но не в полном объеме.	в полном объеме, но некоторые с недочетами.	некоторые с недочетами.	венными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Уровень подготовки	
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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Частная и множественная корреляция.	ПК-11
2. Корреляция между двумя группами количественных признаков. Канонические	ПК-11

корреляции.	ПК-4
3. Коэффициенты связи неколичественных признаков. 1.4. Ранговые корреляции. Коэффициент корреляции между группами объектов.	ПК-11
4. Классификация с обучением: дискриминантный анализ.	ПК-4 ПК-11
5. Классификация без обучения: кластерный анализ	ПК-11
6. Факторный анализ.	ПК-4
7. Метод главных компонент	ПК-11
8. Модели бинарного выбора.	ПК-11
9. Случайно цензурированные выборки (СЦВ). Оценки Каплана-Мейера. Оценки математического ожидания и регрессии по СЦВ. Доверительные интервалы.	ПК-4
10. Анализ срока службы и выбытия. Оценка остаточного срока службы оборудования	ПК-11
11. Модели бинарного выбора.	ПК-11
12. 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.	ПК-11
13. Задача многомерного шкалирования. Меры близости на основе условных вероятностей.	ПК-11
14. Метрические меры различия профилей. Модель Торнгенсона.	ПК-4 ПК-11
15. Неметрические методы шкалирования	ПК-11
16. Планы с полностью перекрестной классификацией. Неполноблочные планы.	ПК-4
17. Дисперсионный анализ при большом числе факторов.	ПК-11
18. Планы 2k. Алгоритм Йетса.	ПК-4
19. Менеджмент качества.	ПК-11
20. Контрольные карты по альтернативному и количественному признакам. \bar{X} – и R – карты.	ПК-4

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-11:

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

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. 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 2^3 . 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

2. 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												

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература.

1. Гнеденко Б. В. - Курс теории вероятностей: [учеб. для мех.-мат. специальностей ун-тов]. - М.: Наука, 1988. - 466, [1] с..
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=63465&DB=1> (693 экз)
2. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. - Прикладная статистика. Основы эконометрики: учеб. для вузов : в 2 т. Т.1 656 с., Т. 2. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 432 с. (18 экз)
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=57601&DB=1>
3. Магнус Я. Р. , Катышев П. К., Пересецкий А. А. - Эконометрика. Начальный курс: учебник для вузов. - М.: Дело, 2000. - 400 с. 3 экз.
4. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. - Эконометрика. Начальный курс: учеб. для студентов вузов, обучающихся по экон. специальностям. - М.: Дело, 2005. - 504 с. 2 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/catalog.php?Index=0&IdField=134771292&DB=1>

б) Дополнительная литература.

1. Доугерти К. - Введение в эконометрику: учебник. - М.: ИНФРА-М, 2001. - 402 с. (46 экз)
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31319&DB=1>

в) интернет-ресурсы

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)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и 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 ОС ННГУ по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор (ы) д.ф.-м.н., проф. М.С. Тихов

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н., А.В.Зорин

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.