

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)



Декан НГФ Н. П. Демченко

(подпись) _____ (И. О. Фамилия) _____ 20 24 г.

(подпись) _____ (И. О. Фамилия) _____ 20 ____ г.

(подпись) _____ (И. О. Фамилия) _____ 20 ____ г.

(подпись) _____ (И. О. Фамилия) _____ 20 ____ г.

(подпись) _____ (И. О. Фамилия) _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Статистическая обработка экспериментальных данных и методы математического моделирования»

Кафедра физики и высшей математики Нефтегазового факультета

Научная специальность: 2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы

Форма обучения: очная форма

Курс(ы) 2

Год начала подготовки 2024

Рабочая программа по дисциплине «Статистическая обработка экспериментальных данных и методы математического моделирования» разработана в соответствии с приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», учебным планом, одобренным решением учебно-методического совета ФГБОУ ВО «УГТУ» от 27.02.2024, протокол № 03.

Разработчик(и): *преод. кафедры физики и общей астрономии*
Евпр. / Евпр. В. П.

Рассмотрено на заседании					
кафедры, реализующей ОПОП			совета направления подготовки/специальности		
Дата, номер протокола	ФИО зав. кафедрой	Подпись зав. кафедрой	Дата, номер протокола	ФИО председателя совета	Подпись председателя совета
№ 07 от 03.04.2024	М.А. Михеев		№ 02 от 02.04.2024	Е.В. Исупова	

Руководитель ОПОП,
 Зав. кафедрой БМОНИГП, к.т.н, доцент



М. А. Михеев

Аннотация рабочей программы по дисциплине
Статистическая обработка экспериментальных данных и методы математического
моделирования

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетная единица, 36 часов.

Цель преподавания дисциплины

– овладение основными методами исследования и решения инженерных задач, выработка умения самостоятельно расширять математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

Задачи изучения

- совершенствование культуры математического мышления и развитие логического мышления;
- овладение и применение основными методами и положениями теории вероятностей и математической статистики в профессиональной деятельности;
- выработка навыков математического моделирования в профессиональных задачах.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цель преподавания дисциплины

– овладение основными методами исследования и решения инженерных задач, выработка умения самостоятельно расширять математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

1.2. Задачи изучения

- совершенствование культуры математического мышления и развитие логического мышления;
- овладение и применение основными методами и положениями теории вероятностей и математической статистики в профессиональной деятельности;
- выработка навыков математического моделирования в профессиональных задачах.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

знать:

- основные принципы статистических методов решения задач в профессиональной области;

уметь:

- правильно сформулировать цель и задачи конкретного математического моделирования;
- интерпретировать технические процессы в математических терминах;

владеть:

- методами математического анализа и моделирования практических задач, методами обработки получаемой экспериментальной информации;
- современным математическим программным обеспечением, необходимым для решения задач;

быть способным:

- планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

2.1. Перечень дисциплин, освоение которых обучающимися необходимо для изучения данной дисциплины

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными в курсах высшей математики, физики, гидромеханики, основ нефтегазового дела технического университета.

2.2. Перечень дисциплин, изучение которых базируется на материале данной дисциплины

Приобретенные в результате изучения дисциплины знания, умения и навыки используются в инженерных дисциплинах, модулях, практиках. Например, при изучении дисциплин «Специальные вопросы повышения надежности машин и агрегатов», «Специальные вопросы эксплуатации оборудования и механика разрушения материалов», «Специальные вопросы защиты от коррозии» а также в научно-исследовательской деятельности аспиранта: при подготовке научных статей и докладов, написании научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

3. Структура и содержание дисциплины:

Общая трудоемкость дисциплины: зачетные единицы – 1, часы – 36

3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Курс	Всего часов	Итого контактные часы	В том числе					СРС	Контроль	Контр. раб, реферат	Экзамен	Зачет
			Лек	Лаб	Пр	ИЗ	АК					
2	36	26,5	8	–	18	–	0,5	9,5	–	–		+

3.1.1. Объем часов и зачетных единиц по дисциплине

Наименование раздела (модуля) Наименование темы дисциплины	Всего часов	Аудитор ные занятия	в том числе			СРС
			лекции	лабор	практические	
2 курс						
Тема 1. Случайные величины и законы распределения.	8	6	2	–	4	2
Тема 2. Выборочные метод и проверка статистических гипотез	12	10	4	–	6	2
Тема 3. Корреляционный и регрессионный анализ	15,5	10	2	–	8	5,5
АК	0,5	×	×	×	×	×
Всего часов	36	26,5	8		18	9,5

3.1.2. Наименование тем, их содержание, объем лекционных занятий (по курсам)

№ темы	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов
2 курс			
1	Случайные величины и законы распределения.	Виды случайных величин и их числовые характеристики.	2
2	Выборочные метод и проверка статистических гипотез	Общие сведения о выборочном методе: доверительный интервал и доверительная вероятность.	4
3	Корреляционный и регрессионный анализ	Уравнения регрессии. Коэффициент корреляции. Интервальная оценка и проверка значимости уравнения регрессии.	2
Итого			8

3.1.3. Наименование тем (вопросов), выделенных для самостоятельной работы

№№ тем	Наименование темы (вопроса)	Основное содержание темы (вопроса)	Объем в часах	Литература
1	Случайные величины и законы распределения.	Случайные события и основные теоремы теории вероятностей. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли, Пуассона, Муавра-Лапласа.	2	ОЛ-1, ОЛ-2, ДЛ-3, ДЛ-4, ДЛ-5
2	Выборочные метод и проверка статистических гипотез	Первичная обработка статистических данных (полигон, гистограмма, выборочные средние, статистическая функция распределения). Определение доверительных интервалов для некоторых параметров.	2	ОЛ-1, ОЛ-2, ДЛ-3, ДЛ-4, ДЛ-5
3	Корреляционный и регрессионный анализ	Статистические линейные и нелинейные регрессионные модели. Множественный корреляционный анализ.	5,5	ОЛ-1, ОЛ-2, ДЛ-3, ДЛ-4, ДЛ-5
Итого:			9,5	

Примечание.

В графе "Литература" приводятся номера учебников, учебных и методических пособий согласно разделам 4.1 и 4.2

3.1.4. Практические занятия, их содержание и объем в часах (по курсам)

№ темы	Наименование практических занятий (семинаров)	Основное содержание практических занятий (семинаров)	Количество часов
1	Случайные величины и законы распределения.	Функция распределения ДСВ и НСВ. Функция плотности для НСВ. Вычисление числовых характеристик.	4
2	Выборочные метод и проверка статистических гипотез	Проверка гипотез о равенстве средних, о равенстве дисперсий двух и более совокупностей, о числовых значениях параметров, о законе распределения, об однородности выборок. Оценка характеристик по малой выборке. Метод	6

		максимального правдоподобия.	
3	Корреляционный и регрессионный анализ	Проверка значимости и интервальная оценка параметров связи. Корреляционное отношение и индекс корреляции. Нелинейная регрессия. Проверка значимости связи.	8
	Итого		18

3.1.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Не предусмотрены учебным планом.

3.2. Перечень тем рефератов

Не предусмотрены учебным планом.

3.3. Перечень тем контрольных работ

Не предусмотрены учебным планом.

3.4. Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении учебных занятий

Курс	Вид занятий (лекции, практические, лабораторные)	Вид используемой интерактивной образовательной технологии	Количество часов
2	Практические	<i>Дискуссия (от лат. discussio – рассмотрение, исследование) – способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.</i>	6

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

4.1. Основная и дополнительная литература

Обозначения: абХ – абонемент корпуса Х, чзВ – читальный зал корпуса В.

№№ п-п	Автор и наименование	Вид пособия	Год издания	Ссылка
Основная литература				
ОЛ-1	Вероятностные методы исследования зависимостей в нефтяной и газовой промышленности : учебное пособие / Е. Н. Мотрюк, И. И. Волкова, М. С. Пармузина, О. М. Прудникова, Е. В. Хабаева. – 2-е издание, дополненное. – Ухта : УГТУ, 2021. – 192 с	УП	2021	http://lib.ugtu.net/book/41750/
ОЛ-2	Тимошенков, С. П. Основы теории надежности : учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горюшко. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 445 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8193-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/489438 (дата обращения: 14.05.2022).	УП	2022	https://urait.ru/bcode/489438
Дополнительная литература				
ДЛ-3	Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике / Д. Т. Письменный. - 11-е изд. - Москва : Айрис-Пресс, 2013. - 608 с. : ил. - (Высшее образование).	УП	2013	абЛ 68 экз.
ДЛ-4	Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 11-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 406 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08389-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/488572 (дата обращения: 18.04.2022).	УП	2022	https://urait.ru/bcode/488572

ДЛ-5	Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. – 12-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 479 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00211-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/488573 (дата обращения: 18.04.2022).	УП	2022	https://urait.ru/bcode/488573
------	---	----	------	---

5. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

5.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

№	Название	Сайт	Содержание
1.	ЭБС Издательство Лань	e.lanbook.com	ООО «Издательство Лань»
2.	ЭБС ZNANIUM.COM	www.znanium.com	ООО НИЦ «ИНФРА-М»
3.	ЭБС Издательство Юрайт	https://biblio-online.ru	ООО «Издательство Юрайт»
4.	Ресурсы научной библиотеки (НБ) ТюмГНГУ	http://elib.tsogu.ru/	ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»
5.	Ресурсы электронной библиотеки (ЭБ) УГНГУ	http://bibl.rusoil.net	ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
6.	Ресурсы научно-технической библиотеки РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина	http://elib.gubkin.ru	ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»
7.	ВЭБС Учебно-методические пособия УГТУ	lib.ugtu.net	ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»

5.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Пакет приложений для работы с офисными документами и презентациями MS Office;
- браузеры для работы в Интернете и доступа к электронным библиотечным ресурсам.

6. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в Приложении.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий, оснащенные учебной мебелью, учебной доской.

Читальные залы университета Каб. 227 «Л», Каб. 208 «В», Каб. 214-216 «В».

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Статистическая обработка экспериментальных данных и методы математического моделирования»

Научная специальность 2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы

Форма обучения: очная

1. Перечень результатов освоения дисциплины и этапы их формирования

Результаты освоения		Этапы формирования (курс/раздел/тема дисциплины)
Знать	основные принципы статистических методов решения задач в профессиональной области	Темы 1-3
Уметь	правильно сформулировать цель и задачи конкретного математического моделирования	
	интерпретировать технические процессы в математических терминах	
Владеть	методами математического анализа и моделирования практических задач, методами обработки получаемой экспериментальной информации	
	современным математическим программным обеспечением, необходимым для решения задач	

2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы (разделы, темы) дисциплины	Форма контроля	Наименование оценочного средства
1.	Тема 1-3	Зачет	Вопросы для подготовки к зачету
2.	Тема 1-3	Текущая	Теоретические вопросы по дисциплине Практические задания

3. Показатели и критерии оценивания результатов освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Результаты освоения		Шкала оценивания	Критерии оценивания
Знать	основные принципы статистических методов решения задач в профессиональной области	Пороговый уровень (обязательный)	Знать: основные принципы построения алгоритмов решения задач статистическими методами
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	Знать: условия применения определенных методов решения задач математической статистики
Уметь	правильно сформулировать цель и	Пороговый уровень (обязательный)	Уметь: правильно понимать цель и задачи

	задачи конкретного математического моделирования		конкретного математического моделирования.
		<i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i>	Уметь: правильно и самостоятельно формулировать цель и задачи конкретного математического моделирования.
	интерпретировать технические процессы в математических терминах	<i>Пороговый уровень (обязательный)</i>	Уметь: выбирать методы решения типовых задач, решать задачи.
		<i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i>	Уметь: применять корректные алгоритмы для решения практических задач, решать задачи и получать практические рекомендации по полученным решениям.
Владеть	методами математического анализа и моделирования практических задач, методами обработки получаемой экспериментальной информации	<i>Пороговый уровень (обязательный)</i>	<i>Владеть:</i> методами обработки получаемой экспериментальной информации.
		<i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i>	<i>Владеть:</i> методами обработки получаемой экспериментальной информации, а также интерпретации полученных результатов.
	современным математическим программным обеспечением, необходимым для решения задач	<i>Пороговый уровень (обязательный)</i>	Уметь: реализовать алгоритм решения задач в компьютерной программе с помощью преподавателя
		<i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i>	Уметь: самостоятельно реализовать алгоритм решения задач на компьютере

4. Задания для текущего контроля и промежуточной аттестации

Промежуточный контроль проходит в форме зачета. Оценка сформированности знаний, умений и навыков в рамках промежуточной аттестации проводится во время собеседования при защите зачетной работы, которая включает в себя теоретический вопрос и практическую задачу.

При текущей аттестации обучающихся оценка сформированности компетенций осуществляется на занятиях:

- лекционного типа посредством собеседования с обучаемыми (опрос обучаемых), в том числе по темам, вынесенным для самостоятельного изучения обучаемыми;
- практического типа посредством дискуссий в ходе занятия.

Теоретические вопросы по дисциплине «Статистическая обработка экспериментальных данных и методы математического моделирования» для текущего контроля и зачета

1. Виды случайных событий: совместные, достоверные, противоположные, полная группа событий и др. Примеры.
2. Классическое определение вероятности.
3. Теоремы сложения вероятностей несовместных событий.
4. Теорема сложения вероятностей совместных событий.
5. Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей для зависимых и независимых событий. Вероятность появления хотя бы одного события.
6. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

7. Повторение испытаний. Формула Бернулли.
8. Повторение испытаний. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа.
9. Дискретная случайная величина. Законы распределения случайных величин: ряд распределения, функция распределения, математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Виды распределения.
10. Непрерывная случайная величина. Функция плотности распределения. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Виды распределения.
11. Основные принципы проверки статистических гипотез.
12. Проверка гипотезы о параметре α закона нормального распределения.
13. Проверка гипотез о законе распределения по критерию Колмогорова – Смирнова.
14. Проверка гипотез о законе распределения по критерию χ^2 .
15. Критерий Вилкоксона.
16. Критерий Фишера для проверки гипотезы о равенстве дисперсий.
17. Использование t-критерия для проверки гипотез о равенстве средних.
18. Использование t-критерия для отбрасывания грубых ошибок наблюдений.
19. Использование МНК для получения линейной зависимости.
20. Использование МНК для получения квадратичной зависимости.
21. Линия регрессии, коэффициент корреляции.
22. Проверка гипотез о значимости коэффициента корреляции.
23. Понятие о множественной линейной регрессии, значимость модели и отдельных коэффициентов.

Практические задания по дисциплине «Статистическая обработка экспериментальных данных и методы математического моделирования»

Задание 1.

Известны X_1, X_2, \dots, X_n – результаты независимых наблюдений над случайной величиной X .

1. Сгруппировать эти данные в интервальную таблицу.
2. Построить гистограмму, полигон частот и эмпирическую функцию распределения.
3. Найти несмещенную оценку математического ожидания и дисперсии случайной величины X .
4. Найти интервальные оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины X с надежностью $\gamma = 0,9$ и $\gamma = 0,95$.
5. Выдвинуть гипотезу о законе распределения случайной величины X проверить ее по критерию χ^2 (Пирсона) при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Таблица 1.

57.8	51.0	66.1	61.0	47.2	58.5	46.0
51.8	67.0	55.3	51.3	47.0	64.5	53.0
48.0	68.0	42.0	46.2	41.5	42.0	41.0
49.0	63.2	63.0	52.5	44.0	56.0	56.8
45.8	61.7	48.8	49.0	65.2	52.5	60.6
42.0	42.0	51.6	42.0	61.5	53.0	57.0
44.0	51.2	51.0	48.2	50.4	51.1	50.0
46.8	48.0	46.0	49.2	45.0	47.0	45.0
50.0	50.0	46.0	50.0	44.0	48.0	42.0
62.3	51.5	46.7	55.0	49.5	46.0	46.3

Задание 2. Известны результаты наблюдений за свойствами горных пород, P_0 – предел текучести по штампу; $P_{ш}$ – твердость по штампу.

1. Исследовать, принадлежат ли минимальные и максимальные члены выборок к основной генеральной совокупности по критерию Стьюдента.
2. Найти несмещенные оценки математического ожидания и дисперсии P_0 и $P_{ш}$.
3. Найти коэффициент корреляции между P_0 и $P_{ш}$.
4. Получить уравнение линейной регрессии $P_{ш}$ на P_0 .
5. Проверить гипотезу о значимости коэффициента корреляции при $\alpha = 0,05$.
6. По критерию Колмогорова проверить гипотезу о нормальном распределении величины P_0 .

Таблица 2.

P ₀	81.5	116.4	81.5	176.5	80.7	71.8
P _ш	68.7	78.0	73.3	69.4	26.4	27.8
P ₀	89.0	68.9	116.6	65.0	90	110
P _ш	39.4	33.1	28.9	24.0	30.0	50.0

Задание 3. При изучении образцов керна для двух грунтов (таблица3), лежащих на различных глубинах, были получены следующие значения карбонатности (в %). Можно ли считать, что минералогический состав по карбонатности не зависит от расположения пласта по глубине (t-критерий и критерий Вилкоксона).

Таблица 3.

1 грунт	22.6	21.5	35.2	23.4		
2 грунт	19.8	20.3	19.3	20.8	19.2	20.1

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка степени уровня знаний, умений, навыков, приобретенных обучающимся по результатам изучения дисциплины, производится на зачете, в ходе собеседования по теоретическим и практическим заданиям.

Критерии оценивания:

«зачтено» – обучающийся правильно, на не достаточно полно изложил содержание теоретических вопросов, успешно выполнил практические задания, испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы, показал повышенный уровень сформированных умений;

«не зачтено» – обучающийся не справился с теоретическими вопросами, не справился с выполнением практических заданий.