

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института математики,
физики и информационных
технологий

Якунина И.Н.

«19» января 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.В.ДВ.1.2**
Методы обработки экспериментальных данных
и интерпретация натурального эксперимента

Направление подготовки:

09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль)

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации
по программам подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

очная, заочная

Год набора

2021

Автор программы:

Доктор технических наук, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий Ковалева О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 875.

Рабочая программа принята на заседании кафедры математического моделирования и информационных технологий «22» декабря 2020 года, протокол № 4.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины - формирование навыков обработки экспериментальных данных и интерпретации натурного эксперимента в научно-исследовательской и педагогической деятельности; повышение квалификации в разработке имитационных моделей для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем.

1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

Научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям:

- подготовка научных и научно-технических публикаций;
- изучение и разработка алгоритмов программных комплексов с использованием методов математического моделирования;
- планирование процессов и ресурсов для решения задач в области прикладной математики и информатики;
- формирование навыков использования математических методов моделирования в самостоятельной научно-исследовательской, педагогической и производственно - технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования.

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования:

- подготовка и проведение учебных занятий в учебном заведении высшего образования

1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ОПК-3 Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Знает и понимает: - современные методы исследования, применяемые в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код 31 (ОПК-3)
	Умеет (способен продемонстрировать): - использовать в решении самостоятельной научно-исследовательской деятельности современные методы в сфере информатики и вычислительной техники Код У1 (ОПК-3)
	Владеет: - современным инструментарием и навыками самостоятельного научно-исследовательского поиска и отбора современных методов исследования Код В1 (ОПК-3)

ОПК-7 Владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности	Знает и понимает: - современные методы проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав Код 31 (ОПК-7)
	Умеет (способен продемонстрировать): - использовать методы проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав Код У1 (ОПК-7)
	Владеет: - современным инструментарием и навыками проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав Код В1 (ОПК-7)
ПК-3 Способность проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента	Знает и понимает: - основные методы и технологии проведения комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код 31 (ПК-3)
	Умеет (способен продемонстрировать): - осуществлять комплексные исследования с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код У1 (ПК-3)
	Владеет: - навыками применения методов и технологии проектирования комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код В1 (ПК-3)
ПК-4 Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента	Знает и понимает: - текущее положение современных научных достижений в области математического моделирования Код 31 (ПК-4)
	Умеет (способен продемонстрировать): - вести научно-исследовательскую деятельность совместно с российскими и международными исследовательскими коллективами Код У1 (ПК-4)
	Владеет: - основными методами научных исследований, навыками проведения лабораторного эксперимента, статистической обработки экспериментальных данных с помощью современных программных комплексов Код В1 (ПК-4)

1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

ОПК-4 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

ПК-5 Компьютерные среды для математического моделирования, системы искусственного интеллекта, Искусственные нейронные сети.

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Методы обработки экспериментальных данных и интерпретация натурного эксперимента» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ". Дисциплина по выбору.

Дисциплина «Методы обработки экспериментальных данных и интерпретация натурного эксперимента» изучается в 3 семестре.

3. Объём и содержание дисциплины

3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Заочная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22	4
Лекции (Л)	10	4
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50	68
<i>Зачет</i>		

3.2 Содержание курса:

№ те мы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Общая характеристика и классификация экспериментов. Инструменты теории вероятностей и математической статистики	2/1	2/-	-	8/11	коллоквиум
2.	Тема 2. Основные дискретные распределения и порождающие их модели	2/1	2/-	-	8/12	собеседование
3.	Тема 3. Представления о непрерывных распределениях и порождающих моделях процессов.	2/1	2/-	-	9/12	коллоквиум

4.	Тема 4. Методы статистического анализа экспериментальных данных.	2/1	2/-	-	8/11	собеседование
5.	Тема 5. Общие представления о непараметрических методах статистического анализа.	1/-	2/-	-	8/11	коллоквиум
6.	Тема 6. Анализ состоятельности вычислительного эксперимента. Основы теории планирования эксперимента.	1/-	2/-	-	9/11	собеседование

Тема 1. Общая характеристика и классификация экспериментов. Инструменты теории вероятностей и математической статистики

Лекция. Общая характеристика и классификация экспериментов. Инструменты теории вероятностей и математической статистики

Практическое занятие.

1. Общая характеристика и классификация экспериментов. Инструменты теории вероятностей и математической статистики

Задания для самостоятельной работы:

1. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики

Тема 2. Основные дискретные распределения и порождающие их модели

Лекция. Основные дискретные распределения и порождающие их модели.

Практическое занятие.

1. Основные дискретные распределения и порождающие их модели

Задания для самостоятельной работы:

1. Основные дискретные распределения и порождающие их модели.

Тема 3. Представления о непрерывных распределениях и порождающих моделях процессов.

Лекция. Представления о непрерывных распределениях и порождающих моделях процессов.

Практическое занятие. Не предусмотрено.

Задания для самостоятельной работы:

1. Основные виды непрерывных распределений случайных величин

Тема 4. Методы статистического анализа экспериментальных данных.

Лекция. Методы статистического анализа экспериментальных данных.

Практическое занятие.

1. Методы статистического анализа экспериментальных данных.

Задания для самостоятельной работы:

1. Методы статистического анализа экспериментальных данных.

Тема 5. Общие представления о непараметрических методах статистического анализа.

Лекция. Общие представления о непараметрических методах статистического анализа.

Практическое занятие.

1. Методы статистического анализа экспериментальных данных

Задания для самостоятельной работы:

1. Общие представления о непараметрических методах статистического анализа.

Тема 6. Анализ состоятельности вычислительного эксперимента. Основы теории планирования эксперимента.

Лекция. Анализ состоятельности вычислительного эксперимента. Основы теории планирования эксперимента.

Практическое занятие

1. Анализ состоятельности вычислительного эксперимента
2. Основы теории планирования эксперимента

Задания для самостоятельной работы:

1. Анализ состоятельности вычислительного эксперимента
2. Основы теории планирования эксперимента

4. Контроль знаний обучающихся**4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов**

1. Коллоквиум.
2. Собеседование.

4.2 Типовые задания текущего контроляВопросы для коллоквиума:

1. Общая характеристика и классификация экспериментов.
2. Инструмент теории вероятностей и математической статистики. Аксиоматика теории вероятностей.
3. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
4. Элементы теории проверки статистических гипотез.
5. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.

Вопросы для собеседования:

1. Основные дискретные распределения и порождающие их модели. Эксперименты на компьютере с дискретными распределениями. Области применения дискретных распределений.
2. Сравнение распределений построенных с помощью рандомизатора с моделями. Демонстрация факта неполного соответствия реальной случайной рандомизированной выборки с заданными параметрами, теоретически ожидаемому распределению.
3. Понятие генеральной совокупности, выборки и ожидаемого значения параметров в противопоставлении к реально существующим в природе.
4. Трактовка имитации выборки на компьютере как аналога выборки из природы. Демонстрация действия закона больших чисел, экспериментальная проверка сходимости значений выборочных параметров к заданным как функции объема выборки.
5. Представления о непрерывных распределениях и порождающих моделях процессов.
6. Представления о параметрах распределения: среднее, медиана, мода, среднее геометрическое, дисперсия, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии и эксцесса.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Вопросы зачета

1. Общая характеристика и классификация экспериментов.
2. Инструмент теории вероятностей и математической статистики. Аксиоматика теории вероятностей.
3. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
4. Случайные величины и векторы.
5. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
6. Элементы теории случайных процессов.
7. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
8. Элементы теории проверки статистических гипотез.
9. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.
10. Основы теории информации.
11. Основные дискретные распределения и порождающие их модели. Эксперименты на компьютере с дискретными распределениями. Области применения дискретных распределений.
12. Сравнение распределений построенных с помощью рандомизатора с моделями. Демонстрация факта неполного соответствия реальной случайной рандомизированной выборки с заданными параметрами, теоретически ожидаемому распределению.
13. Понятие генеральной совокупности, выборки и ожидаемого значения параметров в противопоставлении к реально существующим в природе.
14. Трактовка имитации выборки на компьютере как аналога выборки из природы. Демонстрация действия закона больших чисел, экспериментальная проверка сходимости значений выборочных параметров к заданным как функции объема выборки.
15. Представления о непрерывных распределениях и порождающих моделях процессов.
16. Представления о параметрах распределения: среднее, медиана, мода, среднее геометрическое, дисперсия, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии и эксцесса.
17. Уточнение представления о выборочных оценках. Исследование природы ошибок. Различия между случайной ошибкой и искажением. Эксперименты с распределениями, генерируемыми на компьютере и по реальным данным
18. Методы статистического анализа экспериментальных данных.
19. Основы регрессионного анализа. (Метод наименьших квадратов). Основы дисперсионного анализа.
20. Основы корреляционного анализа. Оценка значимости уравнений регрессии. Доверительные интервалы. Построение доверительных интервалов линии регрессии.
21. Модели множественной регрессии. Сущность метода. Исследование реальных данных. Сравнение методов «назад» и «вперед». Влияние на результаты пороговых значений F-критерия. Анализ качества результатов.
22. Общие представления о непараметрических методах статистического анализа. Основная нулевая гипотеза непараметрических методов. Непараметрические методы при сравнении выборок. Ранговые коэффициенты корреляции и другие непараметрические методы оценки связи. Непараметрический дисперсионный анализ.
23. Анализ состоятельности вычислительного эксперимента Основы теории планирования эксперимента. Анализ состоятельности вычислительного эксперимента и принятие решения о его завершении.
24. Теоретические аспекты итеративного алгоритма, реализующего вычислительный эксперимент Реализация итеративного алгоритма.

25. Планирование натуральных и имитационных экспериментов. Планирование экстремального эксперимента.

Типовые задания для зачета

1. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 50$, $\bar{X} = 20$, $s_u = 6$.

2. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 64$, $\bar{X} = 20$, $s_u = 5$.

3. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 91$, $\bar{X} = 15$, $s_u = 6$.

4. Две группы испытуемых численностью 8 и 9 человек решали техническую задачу. Показателем успешности работы служило время решения задач. Испытуемые меньшей по численности группы получали дополнительную мотивацию в виде денежного вознаграждения. Влияет ли вознаграждение на успешность работы? Указание. Для проверки гипотезы используйте критерий U-Манна-Уитни.

Группа	Время решения задачи
с дополнительной мотивацией	41 38 44 6 25 25 30 41
без дополнительной мотивации	46 8 50 45 32 41 41 30

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ОПК-3	Демонстрирует высокий уровень знаний современных методов исследования, применяемые в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники, прослеживает междисциплинарные связи с дисциплинами: (добавить названия дисциплин) В полном объеме владеет современным инструментарием и навыками самостоятельного научно-исследовательского поиска и отбора современных методов исследования. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
	ОПК-7	Демонстрирует высокий уровень знаний современных методов проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав, прослеживает междисциплинарные связи с дисциплинами: (добавить названия дисциплин) В полном объеме владеет современным инструментарием и навыками проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
	ПК-3	В полном объеме владеет навыками применения методов и технологии проектирования комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента.

		<p>Демонстрирует знание и понимание основных методов и технологий проведения комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента.</p> <p>На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p>
	ПК-4	<p>В полном объеме владеет основными методами научных исследований, навыками проведения лабораторного эксперимента, статистической обработки экспериментальных данных с помощью современных программных комплексов.</p> <p>Демонстрирует знание и понимание текущего положения современных научных достижений в области математического моделирования.</p> <p>На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p>
«не зачтено»	ОПК-3	<p>Демонстрирует слабый уровень знаний современных методов исследования, применяемые в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники.</p> <p>Не может выделить междисциплинарные связи с дисциплинами: (добавить названия дисциплин)</p> <p>Не может продемонстрировать владение современным инструментарием и навыками самостоятельного научно-исследовательского поиска и отбора современных методов исследования.</p> <p>Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.</p>
	ОПК-7	<p>Демонстрирует слабый уровень знаний современных методов проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав.</p> <p>Не может выделить междисциплинарные связи с дисциплинами: (добавить названия дисциплин)</p> <p>Не может продемонстрировать владение современным инструментарием и навыками проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав.</p> <p>Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.</p>
	ПК-3	<p>Не может продемонстрировать владение навыками применения методов и технологии проектирования комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента.</p> <p>Не может продемонстрировать знание и понимание основных методов и технологий проведения комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента.</p> <p>Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.</p>

	ПК-4	<p>Не может продемонстрировать владение основными методами научных исследований, навыками проведения лабораторного эксперимента, статистической обработки экспериментальных данных с помощью современных программных комплексов.</p> <p>Не может продемонстрировать знание и понимание текущего положения современных научных достижений в области математического моделирования.</p> <p>Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.</p>
--	------	---

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Основная литература

1. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12282.html>.
2. Буйначев С.К. Применение численных методов в математическом моделировании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Буйначев С.К.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66195.html>.
3. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. А. Малугин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 218 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06965-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454600>.

5.2 Дополнительная литература

1. Федин Ф.О. Анализ данных. Часть 1. Подготовка данных к анализу [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Федин Ф.О., Федин Ф.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский городской педагогический университет, 2012.— 204 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26444.html>
2. Энатская, Н. Ю. Математическая статистика и случайные процессы : учебное пособие для вузов / Н. Ю. Энатская. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9808-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451177>
3. Третьяк, Л. Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных : учебное пособие для вузов / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев ; под общей редакцией Л. Н. Третьяк. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08623-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454093>.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного

оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Электронная информационно-образовательная среда

<http://moodle.tsutmb.ru>

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе освоения дисциплины осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

Лицензионное программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10 Home x64
Autodesk AutoCAD 2019
Autodesk Fusion360 2019
Autodesk Maya 2019
Adobe Photoshop CS3
Microsoft Office Профессиональный плюс 2007
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499
Node 1 year Educational Renewal Licence

Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» - URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Юрайт»: (ВО и СПО), включая коллекцию «Легендарные книги» - URL: www.urait.ru
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
7. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» - URL: <https://нэб.рф>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина - URL: <http://www.prilib.ru>
9. БД издательства SpringerNature
 - URL: <https://link.springer.com/>
 - URL: <https://materials.springer.com/>
 - URL: <https://zbmath.org/>
 - URL: <https://goo.gl/PdhJdo> - БД Nano
10. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
11. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
12. БД Web of Science
 - URL: WOS.GeneralSearch.input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved
13. Архив научных журналов зарубежных издательств URL: <https://arch.neicon.ru>
14. Словари ABBYY Lingvo x3 Европейская версия – установлены стационарно на ПК ТГУ

