

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра *телекоммуникационных систем*

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по науке

  
\_\_\_\_\_ Р.Д. Еникеев  
« 23 » 06 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»*

Уровень подготовки

высшее образование - подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность

2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Квалификация (ученая степень): кандидат наук


Форма обучения


очная


Уфа 2022

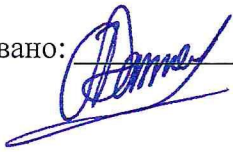
Рабочая программа учебной дисциплины «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры ТС 28.04.2022 г., протокол № 8 и рекомендована к реализации в образовательном процессе для подготовки аспирантов по ПА 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

И.о. заведующего кафедрой:  А.И. Салихов

Составители:  И.Л. Виноградова, д.т.н., доцент, профессор кафедры ТС

 А.Е. Киселев, к.т.н., доцент, доцент кафедры ТС

Согласовано:  Р.К. Фаттахов, к.т.н., доцент, начальник ОАиД

## Оглавление

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
2. Содержание и структура дисциплины (модуля) .....	4
3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов .....	7
4. Фонд оценочных средств .....	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	10
6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ.....	10

## 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические методы и модели в научных исследованиях» входит в образовательный компонент (факультативные дисциплины) программы аспирантуры подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктура)», утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20 октября 2021 года № 951; Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктура)".

Является неотъемлемой частью программы аспирантуры подготовки научных и научно-исследовательских кадров в аспирантуре. Дисциплина направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

**Целью освоения дисциплины** является формирование теоретических знаний в области методов моделирования параметров систем, сетей и устройств телекоммуникаций и исследования свойственных им процессов, умения решать научно-исследовательские профессиональные задачи с использованием современных математических и инструментальных методов.

**Задачи:** формирование знаний основных видов и методов (натурных, полунатурных, математических, численных) моделирования процессов, протекающих в телекоммуникационных системах и сетях; формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области моделирования параметров систем, сетей и устройств телекоммуникаций; углубленное изучение теоретических и методологических основ моделирования систем, сетей и устройств телекоммуникаций.

## 2. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	2 курс, 3 семестр
Лекции (Л)	14
Практические занятия (ПЗ)	6
Лабораторные работы (ЛР)	
КСР	1
Курсовая проект работа (КР)	
Расчетно - графическая работа (РГР)	
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	78
Подготовка и сдача экзамена	
Подготовка и сдача зачета	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая аспирантам
		Аудиторная работа				СРС	Всего	
		Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	<b>Модели сигналов, процессов, систем и сетей связи.</b> Основные понятия и определения; адекватность моделей; детерминированные модели сигналов и процессов в системах связи во временной, частотной и спектральной областях, динамические модели распространения сигналов, электрических полей и волн, особенности применения вероятностных моделей и распределений (биномиальных, гауссовских, логнормальных, Рэлея, Стьюдента, Пуассона, Эрланга и др), марковских процессов в системах и сетях связи.	4	1			20	25	5.1.1-5.1.8, 5.2.1-5.2.3, 5.4
2	<b>Методология моделирования процессов в системах и сетях связи.</b> Понятие моделирования, цели моделирования, виды и классификация методов моделирования, полное и неполное имитационное моделирование, этапы имитационного моделирования, планирование эксперимента, идентификация и верификация имитационной модели, корреляционный и регрессионный анализ	3	1		1	10	15	5.1.1-5.1.8, 5.2.1-5.2.3, 5.4
3	<b>Методология управления и оптимизации систем и сетей связи.</b> Принцип разомкнутого управления, по возмущению, на основе обратной связи, терминальное, экстремальное, оптимальное, адаптивное, координированное и т.п. Цели и принципы оптимизации систем и сетей связи. Детерминированные методы оптимизации: линейное программирование, динамического программирования Р. Беллмана, принцип максимума Л.С. Понтрягина, минимаксные задачи теории игр, некорректно поставленные задачи; оптимальное оценивание сигналов; статистические методы оптимального обнаружения и оценивания сигналов (методы Байеса, Зигерта-Котельникова, идеального наблюдателя, Неймана-Пирсона, Винера-Хопфа, Калмана-Бьюси, Стратоновча-Кушнера и др).	5	2			34	41	5.1.1-5.1.8, 5.2.1-5.2.3, 5.4
4	<b>Инструментальные методы и средства решения оптимизационных задач и моделирования.</b>	2	2			14	18	5.1.1-5.1.8, 5.2.1-5.2.3,

	<p>Классификация численных методов решения экстремальных задач, локальные, глобальные; детерминированные аналитические и графические методы поиска экстремума (метод «золотого сечения», дихотомии, метод парабол, метод перебора по сетке, метод Фибоначчи, метод троичного поиска, метод Гаусса, Нелдера-Мида, Хука-Дживса, Розенброка и метод конфигураций. Метод Ньютона и Ньютона-Рафсона, Парето). Статистические методы поиска экстремума функции (методы Монте-Карло, «имитации отжига»). эволюционные и генетические алгоритмы, муравьиный алгоритм и метод «роя частиц»). Теоретические и экспериментальные методы расчёта и анализа пропускной способности инфокоммуникационных систем. Изучение программных продуктов (пакетов) оптимизации и моделирования Matlab, Simulink и др.</p>										5.4
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

### **3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

#### **Тема 1. Модели сигналов, процессов, систем и сетей связи.**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Классификация моделей сигналов и процессов их обработки в телекоммуникационных системах и сетях. Марковские процессы.
2. Анализ динамических и статистических методов моделирования телекоммуникационных систем и сетей.

#### **Тема 2. Методология моделирования процессов в системах и сетях связи.**

1. Методы планирования эксперимента,
2. Методы идентификации и верификация имитационной модели.
3. Методы корреляционного и регрессионного анализа.

#### **Тема 3. Методология управления и оптимизации систем и сетей связи.**

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Модели очередей и принципы оптимального управления ресурсами в телекоммуникационных системах. Цели и задачи линейного программирования. Алгоритм решения задач линейного программирования.
2. Метод динамического программирования Р. Беллмана. Применение метода динамического программирования для управления структурой риска. Алгоритмы решения задач линейного программирования.
3. Принципа максимума Л.С. Понтрягина. Применение принципа максимума для решения оптимизационных задач.
4. Минимаксные задачи в области исследования телекоммуникационных систем и сетей.
5. Статистические методы оптимального обнаружения и оценивания сигналов и их применимость в научно-исследовательской деятельности.
6. Оптимальная фильтрации сигналов на основе методов Винера-Хопфа, Калмана-Бьюси, Стратоновича-Кушнера (нелинейное оценивание сигналов)

#### **Тема 4. Инструментальные методы и средства решения оптимизационных задач и моделирования.**

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Численные алгоритмы поиска экстремума функций методами Фибоначчи, троичного поиска, Гаусса, Нелдера-Мида, Хука-Дживса, Розенброка и методом конфигураций. Алгоритмы решения многоэкстремальных задач.
2. Статистические алгоритмы поиска экстремума функции (методы Монте-Карло, «имитации отжига». эволюционные и генетические алгоритмы, муравьиный алгоритм и метод «роя частиц»).
3. Теоретические и экспериментальные методы расчёта и анализа пропускной способности инфокоммуникационных систем.
4. Изучение программных продуктов для целей виртуального моделирования и оптимизации телекоммуникационных систем и сетей, а также процессов, в них протекающих.

#### 4. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов университета, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Активность обучающегося оценивается на занятиях и на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам образовательного процесса за текущий период.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства
1	Модели сигналов, процессов, систем и сетей связи	Вопросы к зачету, дискуссия в группе
2	Методология моделирования процессов в системах и сетях связи	Вопросы к зачету, дискуссия в группе
3	Методология управления и оптимизации систем и сетей связи	Вопросы к зачету, дискуссия в группе
4	Инструментальные методы и средства решения оптимизационных задач и моделирования	Вопросы к зачету, дискуссия в группе

#### Вопросы к зачету

1. Общая классификация моделей сигналов и процессов их обработки в телекоммуникационных системах и сетях. Марковские процессы.
2. Классификация моделей построения телекоммуникационных систем и их элементов.
3. Анализ динамических и статистических методов моделирования телекоммуникационных систем и сетей.
4. Основные характеристики и параметры телекоммуникационных систем. Понятие о качестве телекоммуникационных систем и сетей.
5. Методы планирования эксперимента и моделирования.
- 6.. Методы идентификации и верификация имитационной модели. Адекватность модели.
7. Методы корреляционного анализа
8. Методы регрессионного анализа.
9. Принципы оптимального управления ресурсами и рисками в телекоммуникационных системах. Понятие о критериях оптимальности. Классификация критериев оптимальности.
10. Цели и задачи линейного программирования. Оценка применимости методов линейного программирования в области телекоммуникаций.
11. Цели и задачи линейного программирования. Алгоритмы решения задач линейного программирования.
12. Принцип динамического программирования Р. Беллмана. Оценка применимости динамического программирования в области телекоммуникаций



13. Принцип максимума Л.С. Понтрягина. Оценка применимости динамического программирования в области телекоммуникаций Оценка применимости принципа максимума в области телекоммуникаций
14. Минимаксные и некорректно поставленные задачи. Оценка их применимости в научно-исследовательских задачах.
15. Статистические методы оптимального обнаружения и оценивания сигналов в научно-исследовательской деятельности.
16. Оптимальная фильтрации сигналов на основе метода Винера-Хопфа. Особенность постановка и решения задачи.
17. Оптимальная фильтрации сигналов на основе метода Калмана-Бьюси. Особенность постановка и решения задачи.
18. Оптимальная фильтрация сигналов на основе Стратоновича-Кушнера (нелинейная фильтрация). Особенность постановка и решения задачи.
19. Структурные методы оптимизации конфигурации телекоммуникационных сетей методами теории графов.
20. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Метод наискорейшего спуска.
21. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Метод наискорейшего спуска.
22. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Градиентный метод.
23. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Метод Фибоначчи.
24. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Метод Гаусса.
25. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Метод троичного поиска.
26. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Метод Нелдера-Мида.
27. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Метод Хука-Дживса.
28. Численные алгоритмы поиска экстремума функций. Метод Розенброка.
29. Постановка задач и методы решения многоэкстремальных задач. Метод Парето.
30. Статистические алгоритмы поиска экстремума функции. Метод Монте-Карло.
31. Статистические алгоритмы поиска экстремума функции. Эволюционный метод и метод муравьиной колонии.
32. Статистические алгоритмы поиска экстремума функции. Метод «роя частиц»
33. Понятие о нейросетевых методах оптимизации.
34. Точные и приближённые методы расчёта пропускной способности телекоммуникационных систем и сетей.
35. Обзор программных продуктов для целей виртуального моделирования и оптимизации телекоммуникационных систем и сетей, а также процессов, в них протекающих.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, обнаружившему полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

оценка «не зачтено» выставляется аспиранту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы аспирантов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда аспирант не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что он не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Математическое моделирование систем связи : учебное пособие / К. К. Васильев, М. Н. Служивый. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 170 с.
2. Житников, В. П. Линейные некорректные задачи. Верификация численных результатов : учебное пособие / В. П. Житников, Н. М. Шерыхалина, А. Р. Ураков ; Уфимский государственный авиационный технический университет; науч. ред. Г. Н. Зверев .— Уфа : УГАТУ, 2008 .— 100 с.
3. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 061800 "Математические методы в экономике"] / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин.- 5-е изд. - М. : Дашков и Ко, 2009 .— 400 с.
4. Чекмарев Ю.В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: [учебное пособие для аспирантов высших учебных заведений] / Ю. В. Чекмарев.— 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ДМК ПРЕСС, 2009. — 184 с. URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1146](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1146).
5. Набатов, В. В. Методы научных исследований: введение в научный метод [Электронный ресурс] : учебное пособие / Набатов В. В. — Москва : МИСИС, 2016 .— 84 с. — ISBN 978-5-906846-13-6 .— URL:<https://e.lanbook.com/book/93679> .— URL:<https://e.lanbook.com/img/cover/book/93679.jpg>
6. Кутузов О. И. Моделирование телекоммуникационных сетей. – Спб.: Издательство им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2009. – 432 с.
7. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Моделирование информационных систем. – 2-е изд., перераб. и доп. – Издательство Сайнс-пресс, 2011. – 536 с.
8. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа - М.: Наука, 2011. – 312 с.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Гельруд, Я. Д. Теория ошибок и математическая обработка результатов экспертных исследований [Электронный ресурс] / Гельруд Я. Д. — Челябинск : ЮУрГУ, 2019 .— 55 с. — URL:<https://e.lanbook.com/book/146049> .— URL:<https://e.lanbook.com/img/cover/book/146049.jpg>
2. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Моделирование элементов телекоммуникационных и цифровых систем – М.: Издательство Солон-Пресс, 2010. – 234 с.
3. Карманов, Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных: лабораторный практикум с использованием пакета MathCad : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника", направлениям и специальностям группы "Техника и технологии"] / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский .— М. : Абрис, 2012 .— 208 с. : ил. ; 21 см .— ISBN 978-5-4372-0016-2>.— Библиогр.: с. 206 (17 назв.) .— URL:[http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/teach/Karmanov\\_Stat\\_metody\\_obrab\\_eksp\\_dan\\_2012.pdf](http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/teach/Karmanov_Stat_metody_obrab_eksp_dan_2012.pdf).

### 5.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

### 5.4 Методические указания к практическим занятиям

1. Теоретические основы построения систем и сетей многоканальной электросвязи: Учебное пособие / И.В. Кузнецов, А.Х. Султанов; – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2015. – 242 с.

## **6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

При инклюзивном обучении лиц с ОЗВ предоставляется возможность использовать следующие материально-технические средства:

- для аспирантов с ОВЗ по зрению предусматривается применение средств преобразования визуальной информации в аудио и тактильные сигналы, таких как, брайлевская компьютерная техника, электронные лупы, видеоувеличители, программы невидимого доступа к информации, программы-синтезаторов речи;

- для аспирантов с ОВЗ по слуху предусматривается применение сурдотехнических средств, таких как, системы беспроводной передачи звука, техники для усиления звука, видеотехника, мультимедийная техника и другие средства передачи информации в доступных формах;

для аспирантов с нарушениями опорно-двигательной функции предусматривается применение специальной компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением, в том числе, специальные возможности операционных систем, таких, как экранная клавиатура и альтернативные устройства ввода информации.