

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 22.08.2023 06:14:44
Уникальный идентификатор документа:
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebee849

Министерство науки и высшего образования РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Дагестанский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Цифровое моделирование средств связи _____
наименование дисциплины по ОПОП

для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы
связи _____
код и полное наименование направления

по профилю Системы мобильной связи

факультет радиоэлектроники и биотехнических систем
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Биотехнических и медицинских аппаратов и систем.

Форма обучения очная, заочная курс 4 семестр 7.
очная, очно-заочная, заочная

г. Махачкала 2023

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки специальности **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи** с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению и профилю подготовки **Системы мобильной связи**

Разработчик _____ Темиров А.Т., к.ф-м.н.
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

« ____ » _____ 2023 г

Зав. кафедрой, за которой закреплена дисциплина (модуль)

_____ Темиров А.Т., к.ф-м.н., доцент
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

« ____ » _____ 2023 г

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры Радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники

от « ____ » _____ 2023 года, протокол № ____.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)

_____ Темиров А.Т., к.ф-м.н., доцент
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

« ____ » _____ 2023 г.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии направления (специальности) **11.03.02 – ИКТиСС** факультета радиотехники и биотехнических систем

от « ____ » _____ 2023 года, протокол № ____.

Председатель Методической комиссии факультета

_____ Магомедсаидова С.З.
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

от « ____ » _____ 2019 года

Декан факультета _____ Кардашова Г.Д.
подпись ФИО

Начальник УО _____ Магомаева Э.В.
подпись ФИО

Начальник УМУ _____ Абдулазизова Т.Т.
подпись ФИО

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Базовая теоретическая подготовка по методам и основам моделирования.

Освоение методов имитационного моделирования.

Освоение современных инструментов моделирования.

1.2. Задачи дисциплины

– Освоение методологических основ моделирования и принципов системного подхода

– Получение устойчивых навыков практической работы по моделированию беспроводных систем связи.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровое моделирование средств связи» (Б1.В.ДВ.10) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Радиоприемные устройства СМС.

Последующими дисциплинами являются: Разработка устройств для систем связи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-13 способностью осуществлять подготовку типовых технических проектов на различные инфокоммуникационные объекты;

– ПК-15 умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы имитационного моделирования; основы планирования эксперимента.

– **уметь** строить имитационные модели устройств радиоэлектронных систем; анализировать чувствительность ранее построенной модели; формулировать задачи, которые необходимо решить имитационным моделированием.

– **владеть** современными технологиями имитационного моделирования; навыками планирования и проведения эксперимента.

4. Структура и содержание дисциплины

«Цифровое моделирование средств связи»

4.1. Содержание дисциплины

Тема лекции и вопросы	не- дели	Лк	Лаб.	Пз	СРС	Контр. Раб.
<p style="text-align: center;"><u>Лекция №1</u></p> <p>Тема: Предмет курса "Цифровое моделирование средств связи"</p> <p>1. Краткая история дисциплины "Цифровое моделирование средств связи"</p> <p>2. Примеры задач, исследуемых методами цифрового моделирования</p> <p>3. Основы теории вероятностей</p> <p>4. Законы распределения случайных величин</p> <p>5. Преобразование Лапласа-Стилтьеса</p>	1	1	1	1	2	КР1
<p style="text-align: center;"><u>Лекция №2</u></p> <p>Тема: Математический аппарат цифрового моделирования</p> <p>1. Информация в сетях электросвязи</p> <p>2. Алгоритмы обслуживания заявок</p> <p>3. Классификация Кендалла-Башарина</p>	2	1	1	1	1	КР1
<p style="text-align: center;"><u>Лекция №3</u></p> <p>Тема: Концепция качества обслуживания</p> <p>1. Основные понятия</p> <p>2. Качество обслуживания вызовов</p> <p>3. Качество телефонной связи</p> <p>4. Совершенствование качественных показателей</p>	3	1	1	1	2	КР1
<p style="text-align: center;"><u>Лекция №4</u></p> <p>Тема: Потoki вызовов</p> <p>1. Нестационарный и неординарный пуассоновские потоки</p> <p>2. Потoki с простым последствием</p> <p>3. Симметричный и примитивный потоки</p>	4	1	1	1	1	КР1
<p style="text-align: center;"><u>Лекция №5</u></p> <p>Тема: Потoki вызовов (продолжение)</p> <p>4. Поток с повторными вызовами</p> <p>5. Поток с ограниченным последствием. Поток Пальма</p> <p>6. Просеивание потоков. Потoki Эрланга</p> <p>7. Выходящие потоки</p>	5	1	1	1	2	КР1
<p style="text-align: center;"><u>Лекция №6</u></p> <p>Тема: Обслуживание заявок</p> <p>Процессы рождения и гибели</p>	6	1	1	1	1	КР1
<p style="text-align: center;"><u>Лекция №7</u></p> <p>Тема: Телефонная нагрузка. Системы с потерями</p> <p>1. Основные понятия, интенсивность нагрузки, полностью доступный пучок.</p> <p>2. Системы с потерями – формулы Эрланга и Энгсета.</p> <p>3. Задачи расчета пропускной способности комму-</p>	7	1	1	1	2	КР2

<p>тационных станций и узлов. 4.Распределение трафика между станциями.</p>						
<p><u>Лекция №8</u> Тема: СМО с ожиданием 1. СМО вида $M/M/1/\infty/d_0^1$ 2. СМО вида $M/M/V/\infty/d_0^1$ 3. СМО вида $M/G/1/\infty/d_0^1$ 4. СМО вида $M/G/1/r/d_0^1$ 5. СМО вида $M/D/1/\infty/d_0^1$</p>	8	1	1	1	1	КР2
<p><u>Лекция №9</u> Тема: Системы с приоритетами 1. Неполнодоступные системы 2. Многозвенные коммутационные системы 3. Повторные вызовы</p>	9	1	1	1	2	КР2
<p><u>Лекция №10</u> Тема: Многофазные СМО и сети массового обслуживания 1. Допущения для СМО вида $M/M/1/\infty/d_0^1$: 2. Сети массового обслуживания (СсМО) 3. Многофазные системы массового обслуживания 4. Сложные СМО.</p>	10	1	1	1	1	КР2
<p><u>Лекция №11</u> Тема: Методы измерения телефонной нагрузки. 1. Цели и задача измерения нагрузки, 2. Способы измерения основных параметров трафика, 3. Методы обработки результатов измерений. 4. Оценка точности измерений нагрузки, использование результатов измерений.</p>	11	1	1	1	2	КР3
<p><u>Лекция №12</u> Тема:Примеры задач, решаемых методами цифрового моделирования 1. Определение пропускной способности АТС 2. Задачи, связанные с услугой "Прямая линия" 3. Современные задачи телетрафика</p>	12	1	1	1	1	КР3
<p><u>Лекция №13</u> Тема:Моделирование в цифрового моделирования 1.Современные модели телетрафика. 2.Новые задачи цифрового моделирования для мультисервисных сетей, 3. Анализ сетей обмена IP пакетами и сетей сигнализации 4. Общие понятия о фрактальных процессах.</p>	13	1	1	1	2	КР3

<u>Лекция №14</u> Тема: Методы расчета однозвенных неполнодоступных (НПД) включений. 1. Основные характеристики однозвенных НПД включений. 2. Ступенчатые и равномерные НПД включения. 3. Распределение Эрланга для идеально-симметричных НПД включений. 4. Приближенные методы расчета пропускной способности однозвенных НПД включений.	14	1	1	1	1	КРЗ
<u>Лекция №15</u> Тема: Методы расчета пропускной способности многозвенных систем коммутации 1. Методы расчета пропускной способности двухзвенных полноступенчатых и неполноступенчатых включений. 2. Метод вероятностных графов для оценки пропускной способности многозвенных систем коммутации.	15	1	1	1	2	-
<u>Лекция №16</u> Тема: Принципы выбора структуры сети 1. Методы решения задач, касающихся выбора структуры сетей телефонной связи и NGN (сети следующего поколения) на всех уровнях ее иерархии (между узлами, между станциями, на уровне доступа). 2. Изменение этих задач при замене аналоговых АТС цифровыми, а затем – при смене технологии распределения информации (переход к NGN).	16	1	1	1	1	-
ИТОГО:		16	16	16	24	Экз-36ч.

4.2. Содержание лабораторных занятий.

№	Лекции	Тема лабораторного занятия	Кол-во час.
1	13,14	Моделирование трехзвенной схемы	4
2	15	Определение основных характеристик цифровой системы	4
3	16	Моделирование цифровой сети с буфером и одним сервером	4
4	13,14	Моделирование простой сети связи	4
Всего			16

4.3. Содержание практических занятий.

№	Лекции	Тема лабораторного занятия	Кол-во час.
1	4,5	Основные характеристики потоков вызовов	2
2	6	Прогнозирование и распределение нагрузки	2
3	8	Обслуживание простейшего потока вызовов с ожиданием	2

4	4,5	Обслуживание потоков с повторными вызовами	2
5	14	Методы расчета однозвенных неполнодоступных включений	2
6	15	Методы расчета пропускной способности многозвенных систем коммутации	2
7	16	Методы расчета пропускной способности многопоточковых (мультисервисных) систем коммутации.	2
8	17	Основы компьютерного моделирования систем теле-трафика	2
Всего			16

5. Образовательные технологии

Лабораторные работы выполняются как на промышленной аппаратуре на ЭВМ и содержат расчетную часть. Всего выполняется 4 работы каждая продолжительностью 4 часа. Компьютерные работы выполняются на имитационных моделях, разработанных на кафедре в среде программы схемотехнического моделирования NETCRACKER 4.0. Для контроля подготовленности студентов к лабораторным занятиям используется входной тестовый опрос.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме составляет не менее 20% аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, включая контроль СРС

Контрольные вопросы 1-ой аттестации

1. Краткая история дисциплины "Цифровое моделирование средств связи"
2. Примеры задач, исследуемых методами цифрового моделирования
3. Основы теории вероятностей
4. Законы распределения случайных величин
5. Преобразование Лапласа-Стилтьеса
6. Информация в сетях электросвязи
7. Алгоритмы обслуживания заявок
8. Классификация Кендалла-Башарина
9. Основные понятия
10. Качество обслуживания вызовов
11. Качество телефонной связи
12. Совершенствование качественных показателей
13. Нестационарный и неординарный пуассоновские потоки
14. Потоки с простым последствием
15. Симметричный и примитивный потоки
16. Поток с повторными вызовами
17. Поток с ограниченным последствием. Поток Пальма
18. Просеивание потоков. Потоки Эрланга
19. Выходящие потоки
20. Процессы рождения и гибели потоков

Контрольные вопросы 2-ой аттестации

1. Основные понятия, интенсивность нагрузки, полнодоступный пучок.
2. Системы с потерями – формулы Эрланга и Энгсета.
3. Задачи расчета пропускной способности коммутационных станций и узлов.

4. Распределение трафика между станциями.
5. СМО вида $M/M/1/\infty/d_0^1$
6. СМО вида $M/M/V/\infty/d_0^1$
7. СМО вида $M/G/1/\infty/d_0^1$
8. СМО вида $M/G/1/r/d_0^1$
9. СМО вида $M/D/1/\infty/d_0^1$
10. Неполнодоступные системы
11. Многозвенные коммутационные системы
12. Повторные вызовы
13. Допущения для СМО вида $M/M/1/\infty/d_0^1$:
14. Сети массового обслуживания (СМО)
15. Многофазные системы массового обслуживания
16. Сложные СМО.

Контрольные вопросы 3-ей аттестации

1. Цели и задача измерения нагрузки,
2. Способы измерения основных параметров трафика,
3. Методы обработки результатов измерений.
4. Оценка точности измерений нагрузки, использование результатов измерений.
5. Определение пропускной способности АТС
6. Задачи, связанные с услугой "Прямая линия"
7. Современные задачи телетрафика
8. Современные модели телетрафика.
9. Новые задачи цифрового моделирования для мультисервисных сетей,
10. Анализ сетей обмена IP пакетами и сетей сигнализации
11. Общие понятия о фрактальных процессах.
12. Основные характеристики однозвенных НПД включений.
13. Ступенчатые и равномерные НПД включения.

3. Распределение Эрланга для идеально-симметричных НПД включений.
14. Приближенные методы расчета пропускной способности однозвенных НПД включений.

Экзаменационные вопросы по дисциплине «Цифровое моделирование средств связи»

1. Краткая история дисциплины "Цифровое моделирование средств связи"
2. Примеры задач, исследуемых методами цифрового моделирования
3. Основы теории вероятностей
4. Законы распределения случайных величин
5. Преобразование Лапласа-Стилтьеса
6. Информация в сетях электросвязи
7. Алгоритмы обслуживания заявок
8. Классификация Кендалла-Башарина
9. Основные понятия
10. Качество обслуживания вызовов
11. Качество телефонной связи
12. Совершенствование качественных показателей
13. Нестационарный и неординарный пуассоновские потоки
14. Потоки с простым последствием
15. Симметричный и примитивный потоки
16. Поток с повторными вызовами
17. Поток с ограниченным последствием. Поток Пальма
18. Просеивание потоков. Потоки Эрланга
19. Выходящие потоки
20. Процессы рождения и гибели потоков
21. Основные понятия, интенсивность нагрузки, полнодоступный пучок.
22. Системы с потерями – формулы Эрланга и Энгсета.
23. Задачи расчета пропускной способности коммутационных станций и узлов.

24. Распределение трафика между станциями.
25. СМО вида $M/M/1/\infty/d_0^1$
26. СМО вида $M/M/V/\infty/d_0^1$
27. СМО вида $M/G/1/\infty/d_0^1$
28. СМО вида $M/G/1/r/d_0^1$
29. СМО вида $M/D/1/\infty/d_0^1$
30. Неполнодоступные системы
31. Многозвенные коммутационные системы
32. Повторные вызовы
33. Допущения для СМО вида $M/M/1/\infty/d_0^1$:
34. Сети массового обслуживания (СМО)
35. Многофазные системы массового обслуживания
36. Сложные СМО.
37. Цели и задача измерения нагрузки,
38. Способы измерения основных параметров трафика,
39. Методы обработки результатов измерений.
40. Оценка точности измерений нагрузки, использование результатов измерений.
41. Определение пропускной способности АТС
42. Задачи, связанные с услугой "Прямая линия"
43. Современные задачи телетрафика
44. Современные модели телетрафика.
45. Новые задачи цифрового моделирования для мультисервисных сетей,
46. Анализ сетей обмена IP пакетами и сетей сигнализации
47. Общие понятия о фрактальных процессах.
48. Основные характеристики однозвенных НПД включений.
49. Ступенчатые и равномерные НПД включения.
50. Распределение Эрланга для идеально-симметричных НПД включений.

51. Приближенные методы расчета пропускной способности однозвенных НПД включений.
52. Методы расчета пропускной способности двухзвенных полнодоступных и неполнодоступных включений.
53. Метод вероятностных графов для оценки пропускной способности многозвенных систем коммутации.
54. Методы решения задач, касающихся выбора структуры сетей телефонной связи и NGN (сети следующего поколения) на всех уровнях ее иерархии (между узлами, между станциями, на уровне доступа).
55. Изменение этих задач при замене аналоговых АТС цифровыми, а затем – при смене технологии распределения информации (переход к NGN).
56. Моделирование непрерывных и дискретных случайных величин.
57. Точность и достоверность процедур моделирования.
58. Основные этапы имитационного моделирования.
59. Языки моделирования.
60. Область использования результатов имитационного моделирования.

7. Рекомендуемая литература и источники информации

Зав. библиотекой _____

№		Комплект необходимой учебной литературы по дисциплинам (наименование учебника)	Автор	Издат. и год издания	Кол-во литературы	
					На каф.	В библи
1	2	3	4	5	6	7
А. Основная литература						
1.	Лк., пз, лб, срс,	Цифровое моделирование средств связи// Учебник.	Корнышев Ю. Н., Пшеничников А. П., Харкевич А. Д.	М.: Радио и связь, 1996. - 272 с.	1	10
2.	Лк., пз лб, срс,	Цифровое моделирование средств связи и ее приложения: Учебное пособие.	Крылов В.В., Самохвалова С.С.	СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288с.	5	20
3		Основы телетрафика мультисервисных сетей.	Степанов С.Н.	М.: Эко-Трендз, 2010. – 392с.		
Б. Дополнительная литература						
1.	Лк., пз лб, срс	Лекции по цифровому моделированию: Учебное пособие.	Башарин Г.П.	М.: РУДН, 2009. – 342с.	5	10
2.	Лк., пз лб, срс	Проектирование сетей связи следующего поколения.	Семенов Ю.В.	СПб.: Наука и Техника, 2005. – 240 с.	2	5
В. Программное обеспечение						
1	лб	NETCRACKER 4.0.				
2	лб	Система имитационного моделирования GPSS.				
Г. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы						
1	Лк., пзлб , срс	Нормативно – правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации – www.minsvyaz.ru .				
2	Лк., пзлб , срс	Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunicationstandardizationsector – Сектор				

		стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи –МСЭ-Т – http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm .				
3	Лк., пзлб , срс	Рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций - ETSI - European Telecommunications Standards Institute - www.etsi.org .				
4	Лк., пзлб , срс	Документы инженерной рабочей группы Интернет – RFCIETF – RequestFor-Comment - Internet Engineering Task Force - rfc.com.ru .				

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение данной дисциплины включает:

- компьютерный класс (4 ЭВМ) с соответствующим программным обеспечением, в том числе и пакет NETCRACKER 4.0.;

Лекционная аудитория оборудована интерактивной доской.

Для текущего контроля успеваемости (по отдельным разделам дисциплины) и промежуточной аттестации (зачет) рекомендуется использовать компьютерное тестирование, а для итогового контроля – экзамен.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ООП ВО для направления 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль – Системы мобильной связи.

Рецензент от выпускающей кафедры РТиМ по направлению

подпись

ФИО