

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Директор
А. В. Замятин
«15» июня 2023 г.



Рабочая программа дисциплины

Моделирование сетей связи 6G терагерцевого диапазона частот

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) подготовки:
«Математика беспроводных сетей связи и интернета вещей»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр


Год приема
2023

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.01.02

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП

 С.П. Моисеева

Председатель УМК

 С.П. Сущенко

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-1 – способность осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как при исследовании самостоятельных тем, так и разработки по тематике организации;

– ПК-3 – способность производить анализ особенностей функционирования инфокоммуникационных систем и предоставляемых на их основе услуг, оценивать качество предоставляемых услуг и формировать требования к показателям функционирования сервисов ИС в соответствии с запросами и отраслевыми нормами.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.2. Проводит анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений;

ИПК-3.2. Оценивает значимость параметров и показателей, характеризующих потребительские свойства услуг, предоставляемых инфокоммуникационной системой;

ИПК-3.3. Определяет показатели качества функционирования инфокоммуникационных систем на основе построенных математических и имитационных моделей;

Актуализация индикаторов приведена в разделе ФОС, пункты - образовательные результаты, согласно требованиям ВУЗа.

Актуальность

Телекоммуникационные системы и сети являются одним из важнейших инструментов, необходимых для функционирования практически любых отраслей экономики. Правильное проектирование и развертывание телекоммуникационных сетей позволяет наиболее эффективно внедрять и использовать различные производственные, финансовые и социальные технологии, в том числе технологии цифровой экономики.

Кроме традиционных проводных технологий для распределения информации используются беспроводные системы абонентского доступа и ряд других технологий. Диапазон телекоммуникационных услуг, предоставляемых сейчас конечным пользователям, достаточно широк: передача данных, доступ в Интернет, телефония, интерактивное видео, связь с подвижными объектами. Математическое моделирование позволяет решать задачи эффективного использования существующих сетей и протоколов связи, а также решать задачи оптимизации при проектировании новых систем.

2. Задачи освоения дисциплины

– Изучить виды и классификацию современных телекоммуникационных систем связи

– Обучиться основам математического моделирования мультисервисных сетей связи с коррелированными телекоммуникационными потоками.

– Научиться строить и исследовать математические модели мультисервисных сетей с коррелированными потоками.

– Владеть навыками применения цифровых инструментов для численного анализа, имитационного моделирования и вычисления характеристик мультисервисных сетей.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование мультисервисных сетей с коррелированными потоками» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины», входит в модуль «Специализация».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 1, зачет с оценкой.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Теория массового обслуживания», «Полумарковские процессы и специальные потоки событий».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 24 ч.;
- семинарские занятия: 0 ч.
- практические занятия: 24 ч.;
- лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Раздел 1. Общая модель телекоммуникационной сети.

Тема 1. Телекоммуникационные сети, мультисервисные сети.

Тема 2. Современные телекоммуникационные потоки.

Тема 3. Математические модели массового обслуживания.

Тема 4. Коррелированные потоки.

Раздел 2. Системы и сети массового обслуживания с неограниченным числом приборов.

Тема 1. Высокоинтенсивные случайные потоки событий.

Тема 2. Системы массового обслуживания (СМО) с неограниченным числом приборов в современных кабельных и беспроводных сетях.

Тема 3. Многофазные СМО.

Тема 4. Сети массового обслуживания (СеМО).

Раздел 3. Ресурсные системы и сети массового обслуживания.

Тема 1. Понятие ресурса.

Тема 2. Многофазные ресурсные СМО.

Тема 3. Ресурсные СеМО.

Раздел 4. Математические модели обеспечения качества обслуживания и проектирования телекоммуникационных сетей.

Тема 1. Качество обслуживания.

Тема 2. Математические модели качества обслуживания.

Тема 3. Проектирование мультисервисных телекоммуникационных сетей, оптимизационные задачи.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Понятие телекоммуникационной сети.
2. Понятие мультисервисной сети.
3. Технологии проводной и беспроводной связи.
4. Сети массового обслуживания.
5. Технические средства телекоммуникационных технологий.
6. Математическая модель телекоммуникационной сети.
7. Общая модель сети массового обслуживания.
8. Понятие высокоинтенсивного потока событий.
9. Понятие ресурса. Ресурсные системы и сети массового обслуживания.
10. Методика и результаты исследования высокоинтенсивного рекуррентного потока событий.
11. Методика и результаты исследования высокоинтенсивного MAP-потока.
12. Методика и результаты исследования высокоинтенсивного полумарковского потока событий.
13. Основные идеи и алгоритм метода асимптотического анализа.
14. Основные идеи метода динамического просеивания.
15. Основные идеи метода выделения первого скачка. Основные идеи метода начальных моментов.
16. Методика и результаты исследования системы массового обслуживания $G/G/\infty$ методом динамического просеивания.
17. Методика и результаты исследования системы массового обслуживания $MAP/G/\infty$.
18. Методика и результаты исследования системы массового обслуживания $SM/G/\infty$.
19. Методика и результаты исследования системы массового обслуживания $G/G/\infty$ методом выделения первого скачка.
20. Методика и результаты исследования системы массового обслуживания $G/M/\infty$ методом начальных моментов.
21. Многомерные модели обслуживания: многофазные системы и сети массового обслуживания с высокоинтенсивными входящими потоками.
22. Основные идеи метода многомерного динамического просеивания.
23. Методика и результаты исследования многомерных моделей с рекуррентным входящим потоком методом многомерного динамического просеивания.
24. Методика и результаты исследования многомерных моделей методом выделения первого скачка.
25. Методика и результаты исследования многомерных моделей с входящим MAP-потоком.
26. Методика и результаты исследования многомерных моделей с входящим полумарковским потоком.
27. Методика и результаты исследования многомерных моделей с экспоненциальным обслуживанием методом начальных моментов.
28. Понятие оптимального числа приборов.
29. Качество обслуживания. Оценка качества обслуживания сети.

30. Проектирование мультисервисных телекоммуникационных сетей

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии формирования оценок при проведении зачета

Оценки при проведении зачета формируются в соответствии с нижеприведенной таблицей.

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	Демонстрация высокого уровня знаний, умений и навыков в разработке и анализе математических моделей телекоммуникационных и мультисервисных сетей.
Хорошо	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы знания в базовом объеме дисциплины.
Удовлетворительно	Фрагментарные, неполные знания без грубых ошибок в области разработки и анализа математических моделей телекоммуникационных и мультисервисных сетей.
Неудовлетворительно	Отсутствие четкого представления в области разработки и анализа математических моделей телекоммуникационных и мультисервисных сетей.

Итоговая оценка за курс выставляется как среднее арифметическое полученных в течение семестра оценок, округленное до целого числа. Помимо итогового зачета, студенты получают оценки за выполнение контрольного и индивидуального заданий. Критерии оценивания этих заданий приведены в разделе ФОС.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle».

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

– Исследование высокоинтенсивного рекуррентного потока событий.

– Исследование высокоинтенсивного MAP-потока.

– Исследование высокоинтенсивного полумарковского потока событий.

– Исследование системы массового обслуживания $G/G/\infty$ методом динамического просеивания.

– Исследование системы массового обслуживания $MAP/G/\infty$.

– Исследование системы массового обслуживания $SM/G/\infty$.

– Исследование системы массового обслуживания $G/G/\infty$ методом выделения первого скачка.

– Исследование системы массового обслуживания $G/M/\infty$ методом начальных моментов.

Для каждой исследуемой системы требуется вычисление ее характеристик при помощи цифровых инструментов.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в следующих формах:

- 1) изучение теоретического материала на основе рекомендуемых списков основной и дополнительной литературы, а также баз данных и информационно-справочных систем;
- 2) решение задач по соответствующим темам;
- 3) выполнение индивидуального задания.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Моисеев, А. Н. Бесконечнолинейные системы и сети массового обслуживания / А. Н. Моисеев, А. А. Назаров. – Томск: Изд-во НТЛ, 2015. – 240 с.
- Гусева А. И. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебник / А. И. Гусева, В. С. Киреев. – М.: Академия, 2014. – 287 с.
- Вишневский В.М., Дудин А.Н., Клименок В.И. Стохастические системы с коррелированными потоками. Теория и применение в телекоммуникационных сетях. — М.: Рекламно-издательский центр "ТЕХНОСФЕРА", 2018. — 564 с.
- Пагано М. Модели телетрафика : учеб. пособие / М. Пагано, В.В. Рыков, Ю.С. Хохлов ; под общ. ред. В.В. Рыкова. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 178 с.

б) дополнительная литература:

- Семенов Ю.А. Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Ч. 1 : учебное пособие : [в 3 ч.] / Ю.А. Семенов. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий [и др.], 2016. – 636 с.
- Семенов Ю.А. Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Ч. 2 : учебное пособие : [в 3 ч.] / Ю.А. Семенов. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий [и др.], 2016. – 828 с.
- Семенов Ю.А. Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Ч. 3 : учебное пособие : [в 3 ч.] / Ю.А. Семенов. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий [и др.], 2016. – 511 с.
- Гольдштейн Б.С. Инфокоммуникационные сети и системы / Б.С. Гольдштейн. — Санкт-Петербург : БХВ–Петербург, 2019. — 208 с.
- Величко В.В. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие / В 3-х томах. Том 3. — Мультисервисные сети / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, Е.В. Кокорева; под редакцией профессора В.П. Шувалова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Горячая линия-Телеком, 2017. — 540 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Электронная библиотека ТГУ <https://www.lib.tsu.ru/ru>
- Электронная библиотека eLibrary <https://www.elibrary.ru>
- Библиографическая база данных Scopus <https://www.scopus.com/>

Научные журналы:

- Mathematics (<https://www.mdpi.com/journal/mathematics>)
- Queueing Systems (<https://www.springer.com/journal/11134>)
- Reliability Theory & Applications (<https://gnedenko.net/Journal>)
- Вестник ТГУ (<http://journals.tsu.ru>)

Руководство пользователя Mathcad (<http://old.exponenta.ru/soft/Mathcad/UsersGuide>)

Документация Visual Studio (<https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio>)

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.)
- Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2016 (Power Point, Excel, Word), Google Chrome, Mathcad 15, Visual Studio 2015 (или версии выше)

– платформы видеоконференцсвязи (Яндекс Телемост, Zoom).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики, д-р физ.-мат. наук А.Н. Моисеев, ИПМКН ТГУ.

Ассистент кафедры теории вероятностей и математической статистики Е.П. Полин, ИПМКН ТГУ.