


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

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор  
А. В. Замятин



Рабочая программа дисциплины

**Модели случайного множественного доступа**

по направлению подготовки

**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  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
С.П. Моисеева

Председатель УМК  
С.П. Сущенко



Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий;

ОПК-3 Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования;

ПК-3 Способен 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:

ИОПК-1.1 Анализирует проблемы в области прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий;

ИОПК-3.1 Проводит анализ математических моделей и систем;

ИОПК-3.2 Применяет математические модели, методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности;

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.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Изучить теорию сетей связи с протоколами случайного множественного доступа, их классификацию, основные виды математических моделей случайного множественного доступа и теорию RQ-систем.

– Освоить аппарат аналитических и численных методов исследования моделей случайного множественного доступа

– Научиться применять понятийный аппарат моделей случайного множественного доступа и RQ-систем для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Введение в математику беспроводных сетей связи и интернета вещей.

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

Третий семестр, зачет

## **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: Интернет вещей, ИТ для имитационного моделирования.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 16 ч.

-лабораторные: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Сети случайного множественного доступа. Современное тенденции, сквозные технологии, возникающие проблемы

*Интернет вещей. Структура сетей передачи данных. Множественный случайный доступ (МСД). Мобильные сети связи. Протоколы телекоммуникационных сетей. Коллизии. Моделирование систем связи. Проблемы передачи информации. BigData в сетях МСД. Примеры использования сетей МСД в бизнес-среде условиях цифровой экономике. Технические характеристики реальных сетей. Проблемы проектирования и моделирования сетей МСД.*

Тема 2. Модели сетей множественного случайного доступа

*Системы массового обслуживания с повторными вызовами (RQ-системы). История возникновения RQ-систем. Преимущества RQ-моделей. Классификация RQ-систем по Кенделлу. Типы протоколов. Специфичные атрибуты. Современное состояние научного направления.*

Тема 3. Аналитические методы исследования

*Исследование простейшей RQ-системы допредельными методами. Методы асимптотического анализа. Диффузионная аппроксимация процесса изменения числа заявок на орбите.*

Тема 4. Численные методы исследования моделей

*Матричный метод. Итерационный метод. Имитационное моделирование.*

Тема 5. Сложные модели

*Моделирование коллизий. Модели с потерями (нетерпеливые заявки). Модели сетей случайного доступа с динамическим и адаптивным интенсивностями доступа. Модели с ненадежным каналом связи. Модели с негативными воздействиями на канал связи. Модели с обратной связью. Немарковских модели.*

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения лабораторных работ, тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в третьем семестре ставится по результатам выполнения итогового индивидуального проекта - кейса «Исследование сложной модели сети МСД».

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «LMS IDO»
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
  1. Falin, J. G. C. Tempeton. Retrial Queues London: Chapman and Hall 1997, 328 с.
  2. Artalejo, A. Gómez-Corral. Retrial queueing systems: A computational approach Springer, Berlin. 2008, 267 с
  3. Рыков, В. В. Основы теории массового обслуживания (Основной курс: марковские модели, методы марковизации) : учебное пособие / В.В. Рыков, Д.В. Козырев. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 223 с
  4. Назаров А.А., Терпугов А.Ф. Теория массового обслуживания Томск: Изд-во НТЛ 2010, 228 с.
  5. М. Пагано .Модели телетрафика : учеб. пособие / М. Пагано, В.В. Рыков, Ю.С. Хохлов ; под общ. ред. В.В. Рыкова. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 178 с.
  6. Д. А. Молчанов, В. О. Бегишев, К. Е. Самуйлов, Е. А. Кучерявый. Сети 5G/6G: архитектура, технологии, методы анализа и расчета : монография - Москва : Российский университет дружбы народов, 2022. – 515 с.
- б) дополнительная литература:
  1. И. Р. Гарайшина, С. П. Моисеева, А. А. Назаров Методы исследования коррелированных потоков и специальных систем массового обслуживания Томск : Изд-во НТЛ 2010, 204 с.
  2. Гнеденко Б.В., Хинчин А.Я. Элементарное введение в теорию вероятностей Москва: ЛИБРОКОМ 2014, 208 с.
  3. Кирпичников А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания Казанский университет 2018, 224 с.
  4. Рыков В.В., Козырев Д.В. Основы теории массового обслуживания. Москва: ИНФРА-М 2021, 223с.
  5. Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г.Г. Сети связи. СПб.: «БХВ – Петербург», 2014. – 400 с.
  6. Ю.В. Гайдамака. Модели и методы анализа и расчета показателей эффективности беспроводных гетерогенных сетей: Монография / Ю.В. Гайдамака, Э.С. Сопин, И.А. Гудкова, С.Д. Андреев С.Я. Шоргин, К.Е. Самуйлов. – М.: ФИЦ ИУ РАН, 2018. – 71 с.: ил
  7. Андреев Ю.С., Третьяков С.Д., Промышленный интернет вещей– СПб: Университет ИТМО, 2019. – 54 с.
  8. 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.
  9. Дудин А.Н., Клименок В.И., Вишневский В.М. The theory of queuing systems with correlated flows. Heidelberg, Germany: Springer, 2020. – 447 с.
  10. Naumov V.A., Gaidamaka Y.V., Yarkina N.V., Samouylov K.E.. Matrix and Analytical Methods for Performance Analysis of Telecommunication Systems. Springer Nature Switzerland AG. 2021. 308 с. Sh10.1007/978-3-030-83132-5.

в) ресурсы сети Интернет:

– Научная электронная библиотека – <https://www.elibrary.ru/>

Тематические научные журналы:

– Mathematics (<https://www.mdpi.com/journal/mathematics> )

– Queueing Systems (<https://www.springer.com/journal/11134> )

– Автоматика и телемеханика (<http://ait.mtas.ru/ru> )

– Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science (<https://journals.rudn.ru/miph> )

– Reliability: Theory & Applications (<https://gnedenko.net/Journal> )

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– математический пакет программ MathCad

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

– инструменты видео-конференций (Adobe Connect, Яндекс.Телемост, Zoom, Voov)

– онлайн-доски Jamboard, Miro, SBoard,

– вспомогательные цифровые инструменты для образовательного процесса (Mentimeter, Yandex Forms, Overleaf, PDF-XChange Viewer, Яндекс.Контекст)

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.

Лаборатории, оборудованные ПК с лицензионной ПО математического пакета MathCad.

### **15. Информация о разработчиках**

Екатерина Александровна Фёдорова, кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики ИПМКН ТГУ