

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

«18» 05 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Модели случайного множественного доступа

по направлению подготовки

**02.04.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии**

Профиль подготовки:

«Математика беспроводных сетей связи и интернета вещей»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.01.03

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.П. Моисеева

Председатель УМК

С.П. Сущенко

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Проблематика Интернета вещей (Internet of Things, IoT) относится к числу активно развиваемых направлений компьютерных технологий. В мире существует устойчивый тренд на развитие глобальных информационных сетей и создание «умной» окружающей среды. Применимость Интернета вещей является всеобщей и всепроникающей – это и умные города, умная медицина, умное производство и т.д. В будущем развитие таких «умных» экосистем видимо приобретет глобальный характер.

Математическое моделирование позволяет взглянуть на ИТ-вызовы с глобальной и фундаментальной стороны. А значит обучающиеся будут иметь более высокий уровень квалификации. На сегодняшний день наибольшее распространение имеют телекоммуникационные сети случайного множественного доступа (4G, 5G, ZigBee и др.). В частности, использующиеся в Интернете Вещей. При их проектировании и оптимизации важно рассчитать максимальную нагрузку, вероятность коллизий, сбоев и другие технические характеристики.

В рамках дисциплины происходит обучение математическим методам построения эффективных моделей реальных технических задач в IoT (а также смежных сквозных технологий) и их анализа аналитическими, численными методами, а также с использованием программирования на языках высокого уровня.

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1. Способность находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий
- ОПК-3. Способность проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования
- 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:

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

Актуализация индикаторов согласно требованиям вуза указана в ФОС.

2. Задачи освоения дисциплины

1. Изучить сети с протоколом случайного множественного доступа (в том числе по направлениям сквозных технологий).

2. Освоить основные цифровые инструменты, необходимых для поиска и анализа информации, научных публикаций, для оценивания современного состояние научной проблематики моделирования сетей МСД.

3. Изучить основные типы математических моделей МСД и терминологию RQ-систем.

4. Применять известные аналитические методы исследования RQ-систем.

5. Освоить основные цифровые инструменты, необходимые вычисления основных характеристик сетей связи МСД и организации проектно-научной деятельности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Модели случайного множественного доступа» 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 3, 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: Теория телетрафика, Интернет вещей, Математические модели телекоммуникационных потоков.

6. Язык реализации

Русский.

Предусмотрена возможность реализации дисциплины на английском языке.

7. Объем дисциплины (модуля)

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

- лекции: 16 ч.;
- семинарские занятия: 0 ч.
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Раздел 1. Сети случайного множественного доступа. Современное тенденции, сквозные технологии, возникающие проблемы (8 часов)

Тема 1. Интернет вещей

Определение интернета вещей. Тенденции. Внедрение IoT в бизнес и промышленность. Структура сетей передачи данных. Множественный доступ. Современное состояние сетей передачи данных. Научные вызовы.

Тема 2. Мобильные сети связи

Типы телекоммуникационных систем. Спутниковые системы связи. Системы сотовой связи. Эволюция систем сотовой связи. CDMA. Динамический выбор и динамическое выделение канала. Коллизии. Проектирование сотовых систем связи. Моделирование систем связи.

Тема 3. Коммуникация БПЛА (дроны)

Определение и типы БПЛА. Применение БПЛА в отраслях цифровой экономики. Типы коммуникации БПЛА (дрон-дрон, дрон-земля, дрон-спутник). Типы сетей связи. Циклический канал связи. Случайный доступ.

Тема 4. Особенности передачи больших данных

Определение больших данных (BigData). Примеры. Характеристики. Проблемы передачи информации. BigData в сетях МСД.

Тема 5. Проблематика и современные вызовы теории сетей случайного множественного доступа

Другие сквозные технологии и сети МСД. Примеры использования сетей МСД в бизнес-среде условиях цифровой экономике. Технические характеристики реальных сетей. Проблемы проектирования и моделирования сетей МСД. Преимущества RQ-моделей.

Раздел 2. Модели случайного множественного доступа

Тема 1. Системы массового обслуживания с повторными вызовами (RQ-системы).

Определение. Терминология. История возникновения RQ-систем.

Тема 2. Классификация RQ-систем.

Классификация RQ-систем по Кенделлу. Типы протоколов. Специфичные атрибуты. Современное состояние научного направления.

Раздел 3. Методы исследования RQ-систем

Тема 1. Исследование простейшей однолинейной RQ-системы MM1 допредельными методами

Тема 2. Метод асимптотического анализа в предельных условиях большой загрузки и большой задержки на примере RQ-системы MM1

Тема 3. Диффузионная аппроксимация процесса изменения числа заявок на орбите.

Тема 4. Численные методы при исследовании RQ-систем. Имитационное моделирование.

Раздел 4. Сложные модели RQ-систем

Тема 1. Исследование RQ-систем с конфликтами

Тема 2. Исследование RQ-систем с потерями (нетерпеливые заявки.)

Тема 3. Исследование моделей сетей случайного доступа, управляемых динамическим или адаптивным протоколом.

Тема 4. Исследование RQ-систем с ненадежным прибором. Отрицательный поток заявок.

Тема 5. Исследование RQ-систем с ожиданием. Исследование RQ-систем с обратной связью.

Тема 6. Исследование многолинейных RQ-систем

Тема 7. Исследование немарковских RQ-систем.

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.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет ставится по результатам выполнения итогового индивидуального проекта - кейса «Моделирование RQ моделями технических систем», включающего в себя:

- построение математической модели заданной технической системы, учитывающую специфику передачи данных в рамках технологий IoT, BigData и др.

- исследование модели известными аналитическими методами.

- численные вычисления в математических программах либо с помощью программирования.

- таблица с вычисленными характеристиками для заданной модели, и анализом область применимости результатов.

- подготовка доклада и его представление с помощью актуальных цифровых инструментов.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «незачтено».

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации 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.

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 queueing 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/>
– Международные научные базы цитирования <https://www.scopus.com/> и <https://www.webofknowledge.com/>

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:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, 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