

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)

Юридический адрес: набережная реки Мойки,
д. 61, литера А, Санкт-Петербург, 191186

Почтовый адрес: пр. Большевиков, д. 22, корп. 1,
Санкт-Петербург, 193232
Тел.(812) 3263156, Факс: (812) 3263159
<http://sut.ru>
E-mail: rector@sut.ru
ОКПО 01179934 ОГРН 1027809197635
ИНН 7808004760 КПП 784001001
ОКТМО 40909000

25.08.2025 № 81/54-99
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Д.Т.Н., доцент

Рабин Алексей Владимирович



«25» 08 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Канищевой Маргариты Геннадьевны на тему:
«Разработка модели и процедур эффективного распределения ресурса
мультисервисных узлов доступа при обслуживании гетерогенного трафика
современных коммуникационных приложений», представленную
на соискание учетной степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертации

Современное развитие телекоммуникаций направлено на качественное обслуживание возрастающего объема разнообразной информации, создаваемой в настоящее время преимущественно системами мониторинга и наблюдения. Разнообразие услуг и поддерживающих их технологий влияет на формирование заявок на предоставление коммуникационных сервисов. К особенностям, которые необходимо учитывать при построении моделей узлов доступа, относится в первую очередь мультисервисный характер поступающих информационных потоков, который требует исследования влияния гетерогенных свойств трафика на характеристики пропускной способности при совместном обслуживании потоков заявок на передачу трафика сервисов реального времени и данных. Также необходимо принимать во внимание возможности поступления файлов данных группами случайного размера, эластичные свойства файлов, наличие приоритета у

Вход. № 72/25
«27» 08 2025
подпись

заявок на передачу трафика сервисов реального времени, возможности ожидания и старения передаваемой информации.

Каждая из перечисленных особенностей формирования и обслуживания заявок, поступающих в узел доступа, влияет на оценку ресурса передачи информации, необходимого для представления заказанного сервиса с заданным качеством. Причем это влияние может как увеличивать требование к ресурсу передачи, так и уменьшать его. Имеется ряд моделей систем связи, где эти особенности исследуются по отдельности. На их основе разработаны алгоритмы и процедуры, которые используются для решения задач планирования необходимого объема инфраструктуры узлов доступа. Однако с теоретической и практической точек зрения, представляет интерес рассмотрение совокупного влияния перечисленных факторов на характеристики пропускной способности мультисервисных узлов доступа. Иначе, как показывают результаты статистических измерений и моделирования сетей связи, возникают проблемы с качеством предоставления услуг особенно при реализации новых концепций развития связи.

Для устранения перечисленных проблем требуются новые математические модели, учитывающие указанные особенности обработки разнородного трафика. С использованием построенных моделей необходимо определить показатели качества обслуживания и построить точные и упрощённые методы их расчёта, а также показать применение этих методов для эффективного распределения пропускной способности узлов доступа и дифференцированного обслуживания различных типов трафика.

Решению этой важной задачи посвящено диссертационное исследование Канищевой Маргариты Геннадьевны, что говорит об актуальности проведенного исследования и его важности для практических приложений.

Структура и основные результаты работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка используемой литературы и приложения, в которых отражены следующие основные полученные результаты.

Во введении обсуждается актуальность и степень разработанности темы, цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

Первый раздел диссертации содержит основные структурные параметры сетей связи стандарта LTE и выше. Рассмотрено влияние этих параметров на обеспечение заданного качества обслуживания трафика коммуникационных приложений. С учетом особенностей построения и функционирования данных сетей, выполнена постановка задачи исследования, определены основные параметры: совместная передача трафика реального времени и данных, наличие приоритета у трафика сервисов реального времени, эластичные свойства данных и импульсный характер их поступление, возможности ожидания и старения передаваемой информации и т.д.

Второй раздел включает в себя исследование процесса совместного обслуживания гетерогенного трафика современных коммуникационных приложений в беспроводных узлах доступа на примере сети стандарта LTE. Узел доступа представляет из себя изолированную соту, часть ресурса которой или весь ресурс арендуется оператором систем наблюдения.

Третий раздел диссертации посвящен изложению точных и приближенных алгоритмов оценки введенных показателей совместного обслуживания поступающих заявок. Для точного расчета используется метод, основанный на решении системы уравнений равновесия. Приближенные алгоритмы базируются на технике декомпозиции исходной модели на отдельные модули, где каждый модуль представляет из себя частный случай исследуемой модели. Характеристики модуля находятся с использованием рекурсивных алгоритмов.

В четвертом разделе рассматриваются вопросы оценки пропускной способности мультисервисного узла доступа в зависимости от особенностей формирования нагрузки. Выполнен анализ влияния неоднородности входных потоков на оценку пропускной способности узла доступа.

В Заключении перечислены основные результаты и выводы диссертационного исследования. В приложении представлены акты о реализации результатов диссертационной работы.

Новизна полученных результатов исследования заключается в следующем:

- Разработана и исследована комплексная модель совместного обслуживания разнородного трафика в беспроводном узле доступа. Модель учитывает специфику современных коммуникаций: скорость передачи зависит от вида запроса, нагрузка онлайн-сервисов имеет приоритет, файлы поступают группами разного объёма, обладают свойствами гибкости, способны ждать начала передачи и терять ценность со временем.
- С помощью математической модели найдены выражения для расчёта базовых характеристик обмена информацией: доли отклонённых запросов, среднего расхода ресурса, времени передачи файла и количества файлов в ожидании. Эти формулы впервые показывают влияние специфики трафика на оптимальное распределение ресурсов и организацию качественного обслуживания.
- Стационарные вероятности модели можно найти, решая уравнения баланса. Алгоритм, предложенный в диссертации и основанный на методе Гаусса-Зейделя, позволяет эффективно вычислять характеристики моделей с миллионами состояний.
- Предложено разделить модель на две части для приблизительной оценки характеристик узла: одна описывает обработку трафика реального времени, вторая — передачу эластичного файлового трафика. Расчёт проводится простыми рекуррентными формулами, пригодными при любых параметрах. Метод оптимизирован для сценариев с низкими потерями данных и направлен на определение оптимальной пропускной способности узла.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обусловлена применением методов теории телетрафика, теории вероятностей, теории массового обслуживания и исследования операций.

Практическая ценность работы определяется тем, что разработанный в диссертации инструментарий может быть использован для создания условий по дифференцированному обслуживанию гетерогенного трафика в беспроводных узлах доступа. Полученные результаты могут служить теоретическим обоснованием действий администрации, направленных на повышение эффективности использования ресурса передачи. Результаты диссертации использованы в учебном

процессе на кафедре «Сети связи и системы коммутации» МТУСИ, а также в ООО «ЕПСКОМ» и ЗАО «Испытательный центр МирТелеТест». Реализация результатов работы подтверждена соответствующим актом.

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы обсуждались и докладывались на международных научно-технических конференциях, по материалам диссертации опубликованы 16 работ, в том числе 3 в изданиях, включенных в список ВАК РФ, 6 в изданиях, входящих международную базу цитирования SCOPUS, 3 работы в изданиях, входящих в базу РИНЦ, и 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ).

Замечания по диссертационной работе

1. Работа диспетчера пакетов играет ключевую роль в распределении ресурсов передачи информации в беспроводном узле доступа. В первом разделе автору рекомендуется расширить рассмотрение существующих алгоритмов функционирования данного аппаратно-программного комплекса.
2. Необходимо пояснить предположение об экспоненциальном характере объема передаваемого файла и длительности сеансов передачи трафика сервисов реального времени.
3. При построении обобщенной модели мультисервисного узла доступа не учитывался такой важный фактор функционирования узла как надежность его отдельных функциональных компонент.
4. Содержимое параграфов 1.3 и 3.3 представляется избыточным и могло бы быть сокращено либо перенесено в приложения диссертации.
5. Имеются отдельные замечания редакторского характера, в частности некоторые аббревиатуры вводятся повторно через несколько страниц.

Заключение

Диссертационная работа Канищевой Маргариты Геннадьевны является законченной научной квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на актуальную тему и на достаточном научном уровне. Задачи, решенные в диссертации, имеют существенное значение развития сетей беспроводной связи. Автореферат диссертации соответствует основному

содержанию диссертации. По новизне, уровню научной проработки и практической значимости полученных результатов работа отвечает п. 9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «Положение о присуждении ученых степеней».

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций по п.1. Разработка, и совершенствование методов исследования, моделирования и проектирования сетей, систем и устройств телекоммуникаций и п. 18. Разработка научно-технических основ создания сетей, систем и устройств телекоммуникаций и обеспечения их эффективного функционирования.

Её автор, Канищева Маргарита Геннадьевна заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв на диссертацию обсуждён и одобрен на расширенном заседании кафедры сетей связи и передачи данных СПбГУТ 30 июня 2025 г., протокол №7.

Доктор технических наук, профессор кафедры «Сетей связи и передачи данных», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»



А.С.А. Мутханна
25.08.2025 г.

Доктор технических наук, доцент кафедры «Сетей связи и передачи данных», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»



А.Н. Волков
25.08.2025 г.

Почтовый адрес: 193232, г. Санкт-Петербург, проспект Большевиков, д. 22, корп. 1

Телефон: +7 (812) 305-12-00

Адрес электронной почты: rector@sut.ru

Организация - место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», web-сайт организации: <https://www.sut.ru/>