

ОТЗЫВ

официального оппонента 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»

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Актуальность темы диссертационного исследования

Мультисервисные узлы доступа, которые передают пользователям разные виды трафика (данные, голос, видео), играют ключевую роль в современных телекоммуникационных сетях. Перспективные технологии пересылки информации, такие как 5G, SDN и NFV, меняют архитектуру сетей, позволяя виртуализировать сетевые функции и динамически управлять сервисами. Планирование инфраструктуры узлов доступа должно учитывать особенности их работы в современных условиях. К таковым необходимо отнести резкий рост трафика из-за распространения мобильных устройств, подключение огромного количества IoT-устройств, увеличение облачных сервисов, необходимость гарантировать высокую надежность и качество связи. Следует подчеркнуть, что даже при наличии условий для обеспечения качества обслуживания, это не гарантирует четких правил использования разработанных технических решений. Данные решения требуют дополнительной настройки, включающей определение параметров, которые регулируют прием и распределение ресурсов между поступающими запросами с учетом характеристик информационных потоков, в частности, различий в требованиях к пропускной способности.

Традиционные подходы, основанные на неограниченном доступе к ресурсам и фиксированных схемах их распределения, зачастую оказываются неэффективными и плохо адаптируются к изменяющемуся гетерогенному трафику. В связи с этим особую значимость приобретают исследования, направленные на разработку механизмов дифференцированного обслуживания разнородного трафика, учитывающих свойства

Вход. № 73/25
«27» 08 2026
подпись

формирования информационных потоков и их обслуживания, например, за счет применения возможности ожидания или процедуры выгрузки избыточного трафика.

Для успешной реализации данного подхода необходимо создание соответствующих моделей мультисервисных узлов доступа и их детальный анализ. Эти аспекты подробно рассмотрены в диссертационной работе Канищевой М.Г., что подтверждает актуальность выбранной темы и ее практическую значимость.

Структура и основные результаты работы

Диссертация структурирована следующим образом: введение, четыре раздела, заключение, список использованной литературы и приложение, содержащие ключевые итоги проведенного исследования.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, рассматривается уровень её изученности, формулируются цель и задачи исследования, подчеркивается его научная новизна, теоретическое и прикладное значение, приводятся используемые методы анализа, определяются защищаемые положения, оценивается достоверность полученных результатов и степень их внедрения.

Первый раздел посвящен рассмотрению ключевых характеристик и параметров архитектур мобильных сетей стандарта LTE и последующих поколений, а также изучению их влияния на качество передачи гетерогенного трафика. Определяются приоритетные направления исследований, такие как совместное обслуживание голосового и эластичного файлового трафика, особенности предоставления услуг реального времени, динамичность поступления данных и возможности их буферизации.

Второй раздел описывает процесс совместной обработки разнородного трафика в рамках узлов доступа сетей LTE, иллюстрируя ситуацию, когда ресурсы узла частично либо полностью предоставляются операторам систем мониторинга.

Третий раздел посвящён разработке методов точной и приближённой оценки производительности систем коллективного обслуживания заявок. Точные расчеты осуществляются путем решения системы уравнений состояния, тогда как приближённые подходы основаны на разложении общей модели на упрощённые компоненты, характеристики которых вычисляются рекурсивными алгоритмами.

Четвёртый раздел освещает проблему определения пропускной способности многоуровневых узлов доступа в условиях неравномерной загрузки. Анализируется воздействие гетерогенной структуры входящих потоков на показатели пропускной способности.

Заключение подводит итог проделанной работе, выделяя наиболее значимые результаты и сформулированные выводы. Приложение включает свидетельства внедрения научных достижений автора в практику.

Научная новизна

1. Разработана и проанализирована универсальная модель совместного обслуживания гетерогенного трафика в беспроводном узле доступа. Данная модель отражает современные тенденции телекоммуникаций: скорость обмена информацией определяется типом запроса, трафик критичных онлайн-приложений получает преимущество, файловые потоки формируются сообщениями различного объема, которые характеризуются гибкостью, допускают ожидание перед отправкой и теряют свою ценность со временем.

2. На основе разработанной математической модели получены аналитические выражения для вычисления основных показателей эффективности мультисервисных узлов доступа: вероятности отказа в обработке запроса, среднего потребления ресурсов, длительности передачи файла. Показано, каким образом специфика трафика влияет на рациональное использование ресурсов мультисервисных узлов доступа и повышение качества обслуживания.

3. Разработан вычислительный алгоритм, основанный на методе Гаусса-Зейделя, который обеспечивает эффективное численное решение уравнений равновесия для определения стационарных вероятностей состояний модели даже для больших систем с миллионами возможных состояний.

4. Предложен упрощённый подход к оценке характеристик узла посредством разделения модели на два компонента: один описывает обслуживание запросов реального времени, второй — передачу эластичного файлового трафика. Вычисления выполняются простейшими рекуррентными соотношениями, применимыми при любых начальных условиях. Этот метод ориентирован на сценарии с минимальными потерями данных и

нацелен на выявление оптимального значения пропускной способности мультисервисного узла доступа.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

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

Практическая ценность

Практическая значимость работы заключается в том, что созданный в ходе исследования инструментальный аппарат способен обеспечить эффективное планирование дифференцированного обслуживания разнородного трафика в беспроводных сетях доступа. Выводы и рекомендации, представленные в исследовании, служат научно-теоретическим фундаментом для управленческих решений, направленных на улучшение эффективного распределения ресурсов мультисервисных узлов доступа. Основные результаты внедрены в образовательный процесс кафедры «Сети связи и системы коммутации» Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ), а также нашли применение в организациях ООО «ЕПСКОМ» и ЗАО «Испытательный центр МирТелетест», что подтверждено соответствующими актами о реализации.

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы были представлены на ряде международных и российских научно-технических конференций. По результатам проведенных исследований опубликовано 16 работ, среди которых три статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 6 публикаций, вошедших в международную базу научного цитирования Scopus, три работы размещены в российских научных изданиях, индексируемых в РИНЦ, а также зарегистрированы 4 программы для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ).

Замечания по диссертационной работе

1. Отсутствует оценка устойчивости рекомендаций, полученных автором, при изменении характера функций распределения объемов передаваемых файлов и длительности сессий связи, для чего можно было использовать средства имитационного моделирования.

2. Отсутствует обоснование выбора значений входных параметров при проведении численных вычислений, в частности, параметры входного потока файлов и распределения ресурса передачи информации при его обслуживании.

3. Следовало обосновать преимущества решения системы уравнений равновесия итерационным методом Гаусса-Зейделя по сравнению с другими методами при оценке показателей совместного обслуживания мультисервисного трафика в узлах доступа.

4. Слишком большой объем первого раздела, содержащий много общеизвестных сведений из технической литературы и имеющих лишь косвенное отношение к тематике диссертационного исследования (например, сведения о методах модуляции, спектральной эффективности в LTE, вычисление пропускной способности узла LTE и др.).

5. Имеется ряд замечаний редакционного плана. Например, на странице 35 неверная ссылка на источник 36, после заголовков разделов и подразделов в тексте отсутствует абзацный отступ, в списке литературы имеются ошибки в библиографических описаниях в пп. 1, 16, 20, 21 – лишние двойные наклонные черты вместо точки.

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 для 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 ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент,
Росляков Александр Владимирович,
доктор технических наук, 05.12.13 Системы, сети и устройства телекоммуникаций,
443010 г. Самара, ул. Льва Толстого, 23, a.roslyakov@psuti.ru
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», заведующий кафедрой сетей и систем связи

22.08.2025 г.

А.В. Росляков

Я, Росляков Александр Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Канищевой Маргариты Геннадьевны, и их дальнейшую обработку.

22.08.2025 г.

А.В. Росляков



Собственноручную (ые) подпись (и) <u>Рослякова А.В.</u>
заверяю: начальник ОДО ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» <u>И.В. Плеханова</u>
22.08.2025