



«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН)

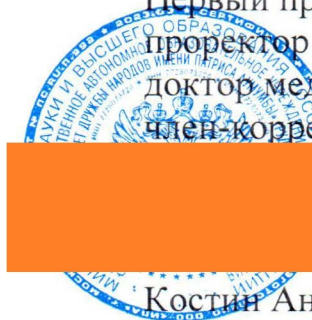
ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198
ОГРН 1027739189323; ОКПО 02066463; ИНН 7728073720

Телефон: +7495 434 53 00, факс: +7495 433 15 11
www.rudn.ru; rudn@rudn.ru

16 05 20 23
№ 05-07/8286

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -
проректор по научной работе,
доктор медицинских наук, профессор,
член-корреспондент РАН



Костин Андрей Александрович

« 16 » мая 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Российский университет дружбы народов» (РУДН)
на диссертацию Алзагира Аббаса Али Хасана на тему
«Исследование моделей трафика для сетей связи пятого поколения и
разработка методов его обслуживания с использованием БПЛА»,
представленную к защите в диссертационном совете Д 55.2.004.01 на базе
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ)
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы исследования

Современные сети связи являются гетерогенными, что требует совместного использования ресурсов всех технологий, образующих сети связи пятого и последующих поколений. Задачи по совместному использованию ресурсов различных технологий достаточно сложны и являются одними из

наиболее важных среди тех, которыми занимается в настоящее время мировое сообщество в области сетей, систем и устройств телекоммуникаций. В диссертации решаются задачи совместного использования программно-конфигурируемых сетей SDN (Software-Defined Networks), граничных вычислений MEC (Mobile Edge Computing) и беспилотных летательных аппаратов БПЛА (Unmanned Aerial Vehicles, UAV) для обеспечения качества обслуживания трафика сетей связи пятого поколения с требуемыми показателями. Исходя из сказанного, тема представленной на отзыв диссертационной работы «Исследование моделей трафика для сетей связи пятого поколения и разработка методов его обслуживания с использованием БПЛА» является актуальной.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа изложена на 147 страницах и включает введение, 4 главы, заключение, приложение и список литературы, состоящий из 172 источников.

В диссертационной работе исследуются вопросы совместного использования ресурсов наземной и воздушной сети с использованием таких новых технологий телекоммуникаций как программно-конфигурируемые сети SDN, граничные вычисления и БПЛА, что и определяет ее научную новизну в целом. Использование такой тройки должно помочь обеспечить обслуживание гетерогенного трафика сетей связи пятого поколения с использованием при необходимости ресурсов всех указанных технологий. Детальному анализу этих технологий и формулировке целей и задач диссертационной работы посвящены первая и вторая глава диссертации.

В третьей главе предложена комплексная аналитическая модель для потоков трафика интернета вещей (Internet of Things, IoT), дополненной реальности (Augmented Reality, AR) и тактильного интернета (Tactile Internet, TI) для оценки QoS (Quality of Service) по параметрам вероятности потерь пакетов и задержки доставки. При этом установлено, что вероятность потерь пакетов для трафика AR больше, чем для трафика IoT и меньше, чем для трафика TI, а входящий агрегированный поток трафика IoT, TI и AR является самоподобным с параметром Херста $H=0,7$.

В заключительной четвертой главе диссертационной работы разработан метод построения сети с использованием БПЛА, в котором элементы программно-конфигурируемых сетей полностью реализованы на БПЛА, отличающийся от известных тем, что уровень передачи данных реализован на группах БПЛА, объединенных в кластеры и выполняющих

функции коммутаторов сети SDN, а уровень управления реализован на отдельных привязных БПЛА, выполняющих функции контроллеров сети SDN. Каждый из контроллеров взаимодействует с головным узлом своего кластера БПЛА, предусмотрено взаимодействие контроллеров между собой. Разработанный алгоритм кластеризации на основе метода k-средних позволяет найти рациональные координаты для размещения контроллеров, отличающиеся от исходных на величину до 100 м в квадрате 1 км на 1 км.

В главе также разработан метод выгрузки трафика с наземной сети на БПЛА, отличающийся от известных тем, что выгрузка может быть осуществлена как непосредственно на БПЛА, так и на БПЛА, оборудованный ретранслятором для передачи информации на граничный и/или облачный сервер наземной сети. С использованием разработанного алгоритма выгрузки трафика на основе динамического программирования, использующего расстояние Хэмминга в качестве критерия для завершения своей работы, определены значения задержки для выбора размера группы БПЛА, при котором задержка для выгрузки трафика с наземной сети на группу БПЛА будет меньше, чем в случае использования БПЛА как ретранслятора для граничного/облачного сервера.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами имитационного моделирования, обсуждением результатов диссертационной работы на международных конференциях и семинарах, публикацией основных результатов диссертации в ведущих рецензируемых журналах.

Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит, прежде всего, в разработке метода построения кластерной сети с использованием БПЛА и технологий программно-конфигурируемых сетей, когда элементы программно-конфигурируемых сетей полностью реализованы на БПЛА: уровень передачи данных реализован на группах БПЛА, объединенных в кластеры и выполняющих функции коммутаторов сети SDN, а уровень управления реализован на отдельных привязных БПЛА, выполняющих функции контроллеров сети SDN. Кроме того, весьма важным представляется разработанный метод выгрузки трафика с наземной сети на БПЛА, при использовании которого выгрузка может быть осуществлена как непосредственно на БПЛА, так и на БПЛА, оборудованный ретранслятором

для передачи информации на граничный и/или облачный сервер наземной сети. Самостоятельную теоретическую значимость имеет определение самоподобного характера потока агрегированного трафика IoT, TI и AR и значения параметра Херста для него.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в возможности использования результатов работы для планирования сетей связи, а также в процессе обучения студентов и аспирантов по профильным специальностям.

Полученные в диссертационной работе результаты использованы в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ) при чтении лекций и проведении практических занятий по курсам «Интернет Вещей и само-организующиеся сети», «Современные проблемы науки в области инфокоммуникаций» и «Сети связи для цифровой экономики».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при проведении научно-исследовательских работ в области современных телекоммуникационных сетей и систем в отраслевом научно-исследовательском институте ФГУП НИИР, при проектировании и планировании современных сетей связи ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», операторскими компаниями ПАО «Ростелеком», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ПАО «МТС», а также при подготовке специалистов по современным сетям и системам связи в университетах НИУ ВШЭ, РУДН, СПб НИУ ИТМО, СПбПУ Петра Великого, ПГУПС Императора Александра I, СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ПГУТИ, МТУСИ, СибГУТИ и др.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. Направления исследований диссертационной работы, формулировки проблем и постановки задач обсуждались с научным руководителем проф. А.Е. Кучерявым, что отражено в совместных публикациях, в которых основные результаты принадлежат автору.

Полнота опубликования и апробация результатов исследования

Всего по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них 3 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, 5 статей в рецензируемых изданиях, входящих в международные базы данных Scopus и WoS (Q2), 4 работы в журналах и сборниках докладов конференций, включенных в РИНЦ.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях и семинарах: International conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications, DCCN (2021), International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking, NEW2AN (2021), The International Congress On Ultra Modern Telecommunications and Control Systems, ICUMT (2020), 75-я и 77-я научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТОРЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню Радио (Санкт-Петербург, 2020, 2022), Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (Санкт-Петербург, 2020).

Правильность оформления диссертации и автореферата, соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Автореферат адекватно и в полной мере отражает основные научные результаты и положения, сформулированные в тексте диссертации. Автореферат содержит краткое изложение материалов диссертационной работы по главам и полностью соответствует содержанию самой диссертационной работы.

Недостатки диссертационной работы:

1. На стр. 28-29 анализируется вариант использования БПЛА в качестве летающего беспроводного транзитного узла для базовых станций наземной сети. Такой вариант использования БПЛА потребует достаточно большого расхода энергии. Поэтому, представляется, что речь должна идти об использовании привязных БПЛА.
2. Стр. 43. Утверждение о том, что число контроллеров зависит от масштаба сети и поступающего трафика, должно было бы быть дополнено зависимостью от требований к надежности сети.

3. В третьей главе исследуется модель G/G/1/k. При этом исследование коэффициента Херста при значениях интенсивности нагрузки более 1 Эрл вряд ли информативно.
4. Требуется дополнительное пояснение выбора значений весовых коэффициентов в таблице 4.1 (стр. 100).

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Алзагира Аббаса Али Хасана. Диссертация «Исследование моделей трафика для сетей связи пятого поколения и разработка методов его обслуживания с использованием БПЛА» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи исследования и разработки решений по созданию сетей связи на основе совместного использования технологий БПЛА, программно-конфигурируемых сетей и граничных вычислений, имеющей значение для отрасли цифрового развития и связи, а также специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Полученные автором результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Результаты апробированы на значимых российских и зарубежных конференциях. Основные научные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в ведущих российских и зарубежных изданиях. Название работы полностью отражает ее содержание, содержание диссертации соответствует пунктам 4, 7, 10, 11, 12 специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы и ее основные результаты.

На основании изложенного считаем, что диссертация Алзагира Аббаса Али Хасана «Исследование моделей трафика для сетей связи пятого поколения и разработка методов его обслуживания с использованием БПЛА» соответствует критериям, которые установлены пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, в редакции от 18.03.2023), предъявляемым в отношении диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор Алзагир Аббас Али Хасан заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Диссертация и автореферат заслушаны и обсуждены на заседании кафедры прикладной информатики и теории вероятностей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» 16.05.2023 (состав кафедры – 46, присутствовали – 34), протокол № 0200-19-04/11.

16.05.2023

Доцент кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей РУДН,
кандидат физико-математических наук
(специальность 05.13.17 – Теоретические
основы информатики), доцент
Кочеткова Ирина Андреевна



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени
Патриса Лумумбы» (ФГАОУ ВО РУДН)
Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
<http://www.rudn.ru/>
+7 (495) 434-70-27
rector@rudn.ru