



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ул. Профессора Попова, д.5 литера Ф, Санкт-Петербург, 197022
Телефон: (812) 234-46-51; факс: (812) 346-27-58; e-mail: info@etu.ru; <https://etu.ru>
ОКПО 02068539; ОГРН 1027806875381; ИНН/КПП 7813045402/781301001

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной

деятельности СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
И. Г. Н. ДОЦЕНТ А.А. Семенов



08.11.2024

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» – на диссертационную работу Кузнецова Константина Алексеевича на тему «Исследование и разработка методов предоставления услуг телеприсутствия в сетях связи шестого поколения», представленную к защите в диссертационном совете 55.2.004.01 на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф.М.А.Бонч-Бруевича» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Актуальность темы диссертационной работы

За последние 20 лет в сфере развития сетей связи произошел значительный прогресс. Появилось множество новых технологий, которые сначала позволили предоставлять пользователям широкий спектр услуг, включая развитие мобильной телефонии, затем они обеспечили возможность передачи данных и видео, а сейчас уже привели к изменениям в принципах построения сетей и в услугах, доступных для пользователей. При этом ключевую роль в формировании нового

облика сетей связи и предоставляемых сетью услугах сыграли концепции Интернета Вещей и Тактильного Интернета. Первая способствовала появлению сетей высокой и сверхвысокой плотности, а вторая – сетей связи с ультрамалыми задержками. Все это вместе взятое потребовало комплексного использования ресурсов всевозможных сетей и преобразовало сети связи из гомогенных в гетерогенные.

В начале третьего десятилетия 21 века стало ясно, что нескоординированное развитие мобильных и фиксированных сетей связи не способствует решению проблемы интегрирования всех ресурсов всех сетей для предоставления современных услуг всем пользователям сетей связи общего пользования и на этапе формирования подходов к реализации сетей связи шестого поколения 6G появилась новая концепция развития сетей связи, в основе которой лежит понимание необходимости интеграции не только разнообразных технологий в рамках тех или иных сетей, но и интеграции различных видов сетей связи в единую сеть.

В диссертационной работе исследуются методы и модели построения сети связи на основе программно-конфигурируемых сетей и беспилотных летательных аппаратов для реализации услуг телеприсутствия в сетях связи шестого поколения.

Исследования проводятся с использованием модельно-методического аппарата, позволяющего повысить эффективность построения сетей беспроводного доступа с применением БПЛА, метод построения ядра сети на основе программно-конфигурируемых сетей для реализации услуг телеприсутствия. С учетом изложенного тема диссертационной работы представляется актуальной.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Работы содержит 140 страниц машинописного текста, 40 рисунков, 3 таблицы и список литературы из 91 наименования.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Предложен метод оптимизации числа контроллеров в мультиконтроллерных сетях SDN, который позволяет снизить среднее число контроллеров на 46% за счет динамического управления, что уменьшает энергопотребление и затраты на развертывание, а также повышает надежность сети.

2. Разработан модельно-методический аппарат, позволяющий повысить эффективность построения сетей беспроводного доступа с применением БПЛА, в частности позволяющий выбирать позиции размещения маршрутизаторов в рое БПЛА и логическую структуру сети. Разработанный модельно-методический аппарат решает задачу маршрутизации трафика с учетом качества его обслуживания.
3. Предложен метод передачи языка жестов, как элемент костюма телеприсутствия для людей с ограниченными возможностями.

Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в разработке новой модели и метода, которые позволяют произвести распределение маршрутизаторов (точек доступа) сети, размещенных на БПЛА с учетом качества обслуживания и обеспечения построения связной mesh-сети и ее связи с сетью подвижной связи, которые могут быть использованы как в современных, так и перспективных сетях связи; предложен метод реализации иммерсивных технологий в сетях связи пятого и шестого поколений.

Практическая ценность работы состоит в разработке методики планирования мультиконтроллерных сетей на основе программно-конфигурируемых сетей SDN, внедренной в ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», предложенной модели и методах, которые могут быть использованы при организации обслуживания в сетях 5G и последующих поколений, в частности, они позволяют обеспечить доступность связи и оперативность организации сети в случаях недостаточного покрытия, а также в случаях выхода из строя отдельных элементов сети.

Полученные в диссертационной работе результаты использованы в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) при чтении лекций, проведении практических занятий и лабораторных работ.

Полученные в диссертационной работе результаты внедрены в ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ» при разработке методики планирования мультиконтроллерных программно-конфигурируемых сетей SDN, в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича при проведении работ по Мегагранту «Исследования сетевых технологий с ультрамалой задержкой и сверхвысокой плотностью на основе широкого применения искусственного интеллекта для сетей 6G» по соглашению № 075-15-2022-1137 с Министер-

ством науки и высшего образования РФ, чтении лекций, проведении практических занятий и лабораторных работ.

Рекомендации по использованию результатов и выводом диссертации

Основные результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при проведении научно-исследовательских работ в области современных телекоммуникационных сетей и систем и при выполнении государственных контрактов по научно-техническому и методическому обеспечению выполнения Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций, функций Администрации связи РФ в МСЭ-Т в работах по разработке стандартов (вкладов), в отраслевом научно-исследовательском институте ФГУП НИИР, при проектирование современных сетей связи ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», российскими операторами связи, а также при подготовке специалистов по современным сетям и системам связи на профильных кафедрах в университетах.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами натурального и имитационного моделирования, а также спектром публикаций и выступлений как на российских, так и международных научно-технических конференциях.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Все основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно, экспериментальные исследования проведены при его преобладающем участии. Направления исследований диссертационной работы, формулировки проблем и постановки задач обсуждались с научным руководителем к.т.н. доц. Мутханна А.С.А, что отражено в совместных публикациях, в которых основные результаты и их доказательства принадлежат автору.

Полнота опубликования и апробация результатов исследования

Основные результаты диссертации изложены в 11 опубликованных работах, в том числе в 2 работах, опубликованных в журналах из перечня ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации; 2 работах в изданиях,

включенных в международные базы цитирования; 7 работах других научных изданий и материалов конференций.

Основные положения диссертационной работы обсуждались и были одобрены на следующих конференциях, конгрессах и семинарах: Международной конференции по проводным и беспроводным сетям и системам следующего поколения NEW2AN (Дубай, 2023); Международной конференции “Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисления, связь” DCCN (Москва, 2023); Международной конференции “Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании” АПИНО (Санкт-Петербург, 2020, 2022); Научно-технической конференции Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященной Дню радио (Санкт-Петербург, 2024).

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 работы

1. Для графиков, представленных на страницах 110-113 (рис. 5.12-5.14) не описана функция распределения.
2. В работе имеются недочеты редакционного характера, встречаются опечатки и стилистические погрешности.
3. Терминология – в тексте используются термины, которые нуждаются в уточнении, особенно в разделе, касающемся параметров QoS. Следовало бы привести терминологию к единому стандарту, принятому в международной телекоммуникационной практике.
4. В разделе 5.2 нет описания взаимодействия NR архитектуры с робо-перчаткой.
5. Не приведено описание алгоритма, приведенного в рисунке 5.8. И что из приведённых элементов на рисунке является робо-перчаткой и актуатором. В каком звене должен располагаться брокер MQTT описанный в этом же разделе?

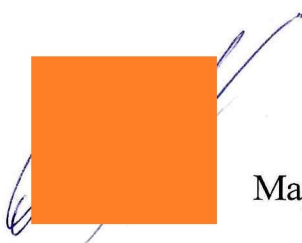
Заключение

Отмеченные недостатки не могут повлиять на общую положительную оценку диссертационной работы Константина Алексеевича. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача исследование и разработка методов обеспечения услуг телеприсутствия в сетях связи шестого поколения, имеющая значение для специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Полученные автором результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Результаты широко 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 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 Константина Алексеевича Кузнецова «Исследование и разработка методов предоставления услуг телеприсутствия в сетях связи шестого поколения» соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор Константин Алексеевич Кузнецов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Доклад автора по диссертации «Исследование и разработка методов предоставления услуг телеприсутствия в сетях связи шестого поколения» рассмотрен и обсужден на семинаре/заседании кафедры от 06 ноября 2024 года, протокол №10.

И.о. заведующего кафедрой
радиотехнических систем,
кандидат технических наук



Маркелов Олег Александрович

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
НАЧАЛЬНИК ОДС
Т.Л. РУСЯЕВА

