

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

Кучерявого Андрея Евгеньевича

на диссертацию Горбачевой Любови Сергеевны «Исследование характеристик трафика и качества обслуживания для роботов-манипуляторов в сетях связи с ультрамалыми задержками», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертации.

Развитие сетей связи пятого и последующих поколений базируется на концепциях Интернета Вещей и Тактильного Интернета. Последняя из них привела к появлению сетей связи с ультрамалыми задержками, в которых требуемая задержка в зависимости от реализуемой услуги составляет от 1мс до 10мс. Среди услуг таких сетей выделяются собственно услуги Тактильного Интернета, голографические услуги, услуги для роботов, являющихся новыми конечными устройствами сети связи общего пользования. Все вместе они представляют новое направление в развитии услуг сетей связи, а именно: услуги телеприсутствия. До настоящего времени характеристики трафика и качества обслуживания для таких услуг практически не изучены. Именно этим вопросам в части роботов-манипуляторов и посвящена диссертационная работа Горбачевой Любови Сергеевны, что делает тему этой диссертационной работы несомненно актуальной.

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

1. Роботы-манипуляторы устойчиво функционируют на сети связи общего пользования для приложений вакуумного захвата, механического захвата и черчения при предельном значении расстояния в 115 км от передатчика команд

управления по протоколу UDP, что уточняет требования стандартов международных организаций.

2. Определены характеристики трафика (количество пакетов/с, средний размер пакета в байтах и скорость передачи данных в бит/с), поступающего на сеть связи общего пользования от роботов-манипуляторов для приложений вакуумного захвата, механического захвата и черчения при использовании существующего протокола с накоплением команд в буфере клиента.

3. Метод управления параметрами обмена и протокол прикладного уровня для роботов-манипуляторов, которые для управления роботами по сети связи общего пользования используют передачу серии команд, число которых оптимизировано по эффективности использования канала связи, позволяют повысить эффективность использования сетевых ресурсов, например, при вероятности ошибки выполнения команды роботом 0,001 на величину более чем 74%.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в возможности использования результатов работы для планирования сетей связи, разработки рекомендаций Сектора стандартизации телекоммуникаций Международного союза Электросвязи (МСЭ-Т), а также в процессе обучения студентов и аспирантов по профильным специальностям. Весомую практическую ценность имеет создание сегмента модельной сети для исследований, тестирования и обучения в лаборатории «Исследование сетевых технологий с ультра малой задержкой и сверхвысокой плотностью на основе широкого применения искусственного интеллекта для сетей 6G» (MEGANETLAB 6G) и соответствующей методики тестирования.

Полученные в диссертационной работе результаты в ПАО «ТИПРОСВЯЗЬ» при разработке «Методики планирования сетей связи при предоставлении услуг телеприсутствия робота-манипуляторам, ФГУП НИИР в рамках выполнения государственных контрактов по научно-техническому и методическому обеспечению выполнения Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций функций администрации связи Российской Федерации в части,

касающейся международно-правовой защиты интересов Российской Федерации в области электросвязи и радиосвязи в виде предложений по вкладам от имени администрации связи Российской Федерации (Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации) в Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (МСЭ-Т), 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 «Тактильный Интернет и интернет навыков», «Сети связи с ультра малыми задержками» и «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», а также при выполнении Соглашения о предоставлении из федерального бюджета гранта в форме субсидий, выделяемого для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях и государственных научных центрах Российской Федерации от «06» июля 2022 г. № 075-15-2022-1137 по приоритетному направлению научно-технологического развития Российской Федерации 20а - Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Достоверность основных результатов диссертации подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами натурного моделирования на модельной сети, обсуждением результатов диссертационной работы на международных конференциях и семинарах, публикацией основных результатов диссертации в ведущих рецензируемых журналах.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 25-ой международной конференции DCCN (International conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications) 26-29 сентября 2022 года, на онлайн-семинаре по

теме «Мобильные робототехнические системы в сельском хозяйстве» в 2022 году, на заседании Исследовательской комиссии 11 “Требования к сигнализации, протоколы, спецификации испытаний и борьба с контрафактными устройствами электросвязи/ИКТ” МСЭ-Т 10 мая – 20 мая 2023 года, на научно-технической конференции СПбНТОРЭС (78-я научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио) 24-28 апреля 2023 года, на семинарах кафедры сетей связи и передачи данных СПбГУТ.

Результаты диссертационного исследования сформулированы технически грамотным языком, стиль изложения четок и ясен.

Всего по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них 5 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, 1 статья в рецензируемых изданиях, входящих в международные базы данных SCOPUS и WoS (Q2), 2 работы в журнале, включенных в РИНЦ, одна работа в отчете по НИР.

Содержание диссертации соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций:

п.1 - Разработка и совершенствование методов исследования, моделирования и проектирования сетей, систем и устройств телекоммуникаций.

п.7 - Исследование проблем построения, планирования и проектирования сетей пятого и последующих поколений как основы создания эффективной цифровой экономики и разработка систем и устройств телекоммуникаций для этих сетей.

п.9 - Исследование проблем построения, планирования и проектирования сетей и систем с ультрамалыми задержками для обеспечения реализации приложений Тактильного Интернета и разработка систем и устройств телекоммуникаций для этих сетей.

п.19 - Разработка методов эффективного использования сетей, систем и устройств телекоммуникаций в различных отраслях народного хозяйства в условиях цифровой экономики.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что диссертационная работа "Исследование характеристик трафика и качества обслуживания для роботов-манипуляторов в сетях связи с ультрамалыми задержками" соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а Горбачева Любовь Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Научный руководитель,
заведующий кафедрой сетей связи и передачи данных СПбГУТ,
доктор технических наук, профессор



Андрей Евгеньевич Кучерявый

19 сентября 2023 года

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ)

Юридический адрес: наб. р. 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, e-mail: rector@sut.ru, web-сайт: www.sut.ru



Подпись (-и)

Кучерявый А.Е. заверяю

заместитель начальника

Административно-кадрового управления

/Н.А. Аксёнова/ 19.09.2023г.