



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

ул. Минлухо-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

09 декабря 2024  
№ 05-07/14469

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор -  
проректор по научной работе  
РУДН им. Патриса Лумумбы,  
доктор медицинских наук, профессор,  
член-корреспондент РАН



Костин Андрей Александрович

« 09 » декабря 2024 г.

**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Российский университет дружбы народов  
имени Патриса Лумумбы» (РУДН)**

на диссертацию Демидова Николая Александровича на тему  
«Разработка и исследование моделей трафика и метода оценки качества  
предоставления голографических услуг»,  
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**

Одно из основных направлений развития сетей связи в области  
предоставления услуг в настоящее время и на долгосрочную перспективу

связано с внедрением услуг телеприсутствия, к которым в свою очередь можно отнести виртуальных аватаров, голографические копии, дополненную реальность, голографический тип коммуникации и голографические услуги. Новые услуги предъявляют и новые требования к сетям связи, так ряд голографических услуг работает на терабитных скоростях передачи, что приводит к необходимости изменения структуры сетей и подходов к их организации. Другой сложной задачей является понимание, насколько удовлетворен и удовлетворен ли вообще пользователь этими услугами. Решение данной задачи не является быстрым, для начала необходимо понять, что за тип трафика представляют голографические услуги, какие критерии оказывают наибольшее влияние на качество их предоставления, и далее разработать методы оценки качества обслуживания и качества восприятия. Исходя из сказанного, тема представленной на отзыв диссертационной работы «Разработка и исследование моделей трафика и метода оценки качества предоставления голографических услуг» является, несомненно, актуальной.

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

Диссертация состоит из введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы и приложения. Общий объем работы – 169 страниц, из них основного текста 137 страниц. Работа содержит 57 рисунков и 24 таблицы. Список литературы включает 181 источник.

Научная новизна диссертационной работы проявляется в самом названии. Исследования в области моделей трафика голографических услуг и методов субъективной оценки качества восприятия голографической конференцсвязи сильно востребованы на сегодняшний день мировым сообществом и позволят создать научно-обоснованную среду для внедрения этих услуг в сетях связи пятого, шестого и последующих поколений.

В первой главе автор концентрирует внимание на анализе голографического типа коммуникаций, их особенностей и областей использования. Выделены основные этапы развития голографических технологий, проанализированы технические характеристики оборудования для голографической коммуникации, в том числе рассмотрены голографические кубы и 3D пирамиды.

Вторая глава посвящена исследованию различных типов трафика, характерного для голографического типа коммуникаций. Создана модельная сеть для проведения экспериментального исследования, состоящая из источников голографического трафика, фрагмента программно-конфигурируемой сети и оборудования воспроизведения голографического потока. Разработаны модели трафика голографического типа коммуникаций, представляющего собой смесь экспоненциального и гамма-распределений, модель трафика Интернета вещей, которая в свою очередь представляет собой смесь распределения Вейбулла, нормального распределения и 4-х гамма-распределений, и модель трафика мультимедиа услуг, которая представляет собой смесь 4-х гамма-распределений.

В третьей главе представлены результаты имитационного моделирования процессов обслуживания голографического трафика в сетях связи общего пользования, позволяющие оценить задержку при прохождении пакетов по сети и другие параметры.

Четвертая глава посвящена оценке качества восприятия услуги голографической конференцсвязи. Разработан метод оценки качества предоставления услуг голографической конференцсвязи на основе субъективных методов оценки. Проведена оценка качества восприятия. Представлена схема лабораторного стенда оценки качества восприятия голографического изображения на модельной сети группой экспертов по пятибалльной шкале. Описан метод проведенного исследования, в результате которого установлено, что субъективная оценка качества восприятия по

шкале MOS начинает ухудшаться при наличии 32 голографических потоков и становится неудовлетворительной при 48 голографических потоках.

**Обоснованность и достоверность научных положений и выводов** подтверждается обоснованным выбором предмета и объекта исследований, исходных данных при постановке задач исследования, принятых допущений и ограничений, а также соответствием результатов аналитического и имитационного моделирования, проведенных лично автором, согласованностью с данными, полученными другими авторами и апробацией результатов на международных и всероссийских научно-технических конференциях.

#### **Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации**

*Теоретическая значимость* работы состоит в расширении модельно-методического аппарата описания голографического трафика в сетях связи пятого и последующих поколений. Полученные результаты позволяют:

- определить количество и тип распределений, характеризующих данные модели трафика;
- определить подходы к формированию принципов построения и организации услуг в сетях пятого и последующих поколений с учетом особенностей новых видов трафика;
- осуществлять оценку качества предоставления услуг голографической конференцсвязи субъективным методом оценки, что в дальнейшем позволит определить концепцию оценки качества восприятия голографических услуг.

*Практическая значимость* работы состоит в том, что полученные в диссертационной работе результаты могут стать основой создания научно-обоснованных рекомендаций организации сетей связи пятого и последующих при предоставлении голографических услуг и разработке критериев и

методов оценки качества обслуживания и качества восприятия голографического типа коммуникаций.

Полученные в диссертационной работе результаты внедрены в ООО «НТЦ АРГУС» при проектировании систем принятия решений (DSS, Decision support system), в ООО «Связной альянс» при проектировании ЦОД с возможностью предоставления голографических услуг, а также в СПбГУТ при чтении лекций и проведении лабораторных занятий по курсам «Сервисы конвергентных сетей» и «Математические методы проектирования услуг мультисервисных систем», и при выполнении СЧ ПНИ на тему «Разработка методов построения сетей связи на основе технологии сетей связи 2030-DD-FOG (распределенной динамической вычислительной системы туманных вычислений для микросервисных услуг), в условиях полного или частичного отсутствия инфраструктуры на территориях различного ландшафта», регистрационный номер 124040300004-8.

#### **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 и при выполнении государственных контрактов по научно-техническому и методическому обеспечению выполнения Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций функций Администрации связи РФ, в Секторе МСЭ-Т в работах по разработке стандартов (вкладов) 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, ПГУТИ, МТУСИ, СибГУТИ и др.

### **Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации**

Все основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. Экспериментальные исследования проведены под научным руководством автора при его непосредственном участии.

### **Полнота опубликования и апробация результатов исследования**

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, из них: 3 статьи в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданиях (перечень ВАК при Минобрнауки РФ), 9 статей в других изданиях и материалах конференций.

Основные результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на международных научно-технических конференциях «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» АПИНО (Санкт-Петербург, 2021, 2023, 2024), International Conference on Advanced Computing & Next-Generation Communication (ICACNGC, 2023), Санкт-Петербургского НТОРЭС им. А.С. Попова, посвященной Дню радио (2023, 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 диссертационной работы**

1. При анализе оборудования для осуществления голографической коммуникации приведены технические характеристики и подробное описание рассматриваемого оборудования было бы полезно выработать рекомендации, для каких типов услуг подходит то или иное оборудование.
2. В первой главе автор говорит про голографическое телеприсутствие и голографические аватары, во второй и третьей – про голографические услуги и голографический тип коммуникаций, в четвертой – про голографическую конференцсвязь. Было бы полезно, если бы автор разработал первый набор голографических услуг.
3. В главе 2 приведены результаты мониторинга трафика 3D видеопотока, однако, не указано, с помощью какого инструментария осуществлялся мониторинг.
4. При описании схемы лабораторного стенда в разделе 2.2.2, рис. 2.20, автор не указывает протоколы и характеристики оборудования, которые используются в данном исследовании.
5. При оценке качества восприятия услуги голографической конференцсвязи проведено сравнение разработанного метода с объективными оценками, однако, было бы полезно сравнить и с другими субъективными методами.
6. По тексту диссертации имеются опечатки и стилистические неточности в ограниченном объеме.

### **Заключение**

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Демидова Николая Александровича. Диссертация

«Разработка и исследование моделей трафика и метода оценки качества предоставления голографических услуг» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки моделей трафика для голографического типа коммуникаций, повышающих эффективность оценки качества восприятия данных услуг в сетях связи пятого и последующих поколений, имеющая 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 научных конференциях. Основные научные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в ведущих российских и зарубежных изданиях. Название работы полностью отражает ее содержание, содержание диссертации соответствует пунктам 1, 3, 7, 8 паспорта 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 Демидова Николая Александровича «Разработка и исследование моделей трафика и метода оценки качества предоставления голографических услуг» соответствует критериям, которые установлены пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, в редакции от 16.10.2024), предъявляемым в отношении диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор Демидов Николай Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Диссертация и автореферат заслушаны и обсуждены на заседании кафедры теории вероятностей и кибербезопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего



образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» 19.11.2024 (состав кафедры – 37, присутствовали – 31), протокол № 0200-54/01-04/04.

02.12.2024

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



Кочеткова Ирина Андреевна

Заведующий кафедрой теории вероятностей  
и кибербезопасности РУДН,  
доктор технических наук  
(специальность 05.12.13 – Системы, сети и  
устройства телекоммуникаций),  
профессор



Самуйлов Константин Евгеньевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (ФГАОУ ВО РУДН им. Патриса Лумумбы)

Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

<http://www.rudn.ru/>

Тел.: +7 (495) 434-70-27

E-mail: [rector@rudn.ru](mailto:rector@rudn.ru)