



**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](mailto:info@etu.ru); <https://etu.ru>  
ОКПО 02068539; ОГРН 1027806875381; ИНН/КПП 7813045402/781301001

---

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента кандидата технических наук**

**Маркелова Олега Александровича на диссертацию**

**Демидова Николая Александровича, выполненную на тему**

**«Разработка и исследование моделей трафика и метода оценки качества**

**предоставления голографических услуг»,**

**представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**по научной специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства**

**телекоммуникаций**

### **1.Актуальность темы диссертации**

Трансформация коммуникационных процессов в условиях развития голографических технологий придает особое значение исследованию передачи мультимедийной и голографической информации. В настоящее время объем и сложность предоставляемых услуг в сетях связи постоянно растет, что формирует новые требования как к самим сетям, так и к методам формирования и обработки потоков трафика. В условиях доминирующих тенденций по разработке и внедрению голографических коммуникаций с эффектом присутствия собеседника, тема исследования моделей трафика для голографического типа коммуникаций приобретает значимость и актуальность.

Особенно важной для исследования является проблема оценки качества обслуживания голографического типа коммуникаций как объективными, так

и субъективными методами, поскольку на сегодняшний день явно недостаточно методов оценки качества предоставления голографических услуг, что вызывает сложности при определении степени удовлетворенности пользователей новыми видами услуг.

## **2. Характеристика содержания диссертационной работы, степень её завершенности и качество оформления**

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.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, перечислены основные научные результаты, указаны теоретическая значимость и практическая ценность полученных результатов, представлены основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации работы, перечислены публикации по теме выполненного исследования. **В первой главе** сформулирована проблематика научных исследований по передаче голографических копий в сетях связи, в том числе проведен анализ голографического типа коммуникаций, определены основные этапы развития голографических технологий, перспективы, проанализированы различные типы оборудования для голографической коммуникации, такие как вентиляторы, голографические 3D пирамиды и кубы, области их применения в зависимости от технических характеристик. **Во второй главе** представлены результаты исследования трафика, обеспечивающего голографический тип коммуникаций. В рамках имитационного моделирования исследовалась передача 3D видеопотока с использованием различных сред передачи. Также проведено экспериментальное исследование трафика мультимедиа, голографического и Интернета вещей на модельной сети. На основе полученных результатов разработаны модели голографического трафика, трафика мультимедиа и

трафика Интернета вещей. **Третья глава** диссертации содержит результаты имитационного моделирования процессов обслуживания голографического трафика в сетях связи общего пользования, позволяющие оценить задержку при прохождении пакетов по сети, для различного числа источников. **В четвертой главе** разработан метод оценки качества предоставления услуг голографической конференцсвязи. Проведена оценка предложенным субъективным методом данных услуг на модельной сети с привлечением экспертов.

Диссертация и автореферат полностью завершены, оформлены в соответствии с принятыми для научно-квалификационных работ нормами и требованиями. Автореферат адекватно и в полной мере отражает основные научные результаты и положения, содержит краткое изложение материалов диссертации.

Ценность диссертации для науки и практики определяется системным характером и четкой постановкой проблемы исследования. К важным достоинствам работы также следует отнести оригинальность и новизну полученных результатов, возможность их использования при планировании и проектировании как существующих сетей, так и сетей пятого и последующих поколений, а также для разработки критериев и методов оценки качества обслуживания и качества восприятия голографического типа коммуникаций.

### **3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна.**

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

#### **3.1 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность положений, выводов и рекомендаций научных рекомендаций диссертационной работы следует из использования адекватных и широко известных математических методов и моделей. С помощью методов

натурного и имитационного моделирования проверена адекватность выводов аналитических моделей.

### **3.2. Достоверность и новизна полученных результатов**

Научная новизна результатов диссертационной работы Демидова Николая Александровича состоит в разработке новых моделей трафика для голографического типа коммуникаций, мультимедиа услуг и Интернета вещей. А также в разработке метода субъективной оценки качества предоставления услуг голографической конференцсвязи.

#### **Научная новизна результатов состоит в следующем:**

1. В отличие от известных результатов в области моделей и характеристик трафика для традиционных и новых услуг в сетях связи пятого и последующих поколений установлено, что модель трафика мультимедиа услуг представляет собой смесь 4-х гамма-распределений, в том числе модель трафика голографического типа коммуникации представляет собой смесь экспоненциального и гамма-распределений, а модель трафика Интернета вещей представляет собой смесь распределения Вейбулла, нормального распределения и 4-х гамма-распределений.

2. В отличие от известных результатов в области оценки качества восприятия голографического типа коммуникаций при предоставлении услуг голографической конференцсвязи экспериментальным путем на модельной сети лаборатории MEGANET LAB 6G было установлено, что субъективная оценка качества восприятия по шкале MOS начинает ухудшаться при наличии 32 голографических потоков и становится неудовлетворительной при 48 голографических потоках.

*Достоверность*, полученных автором в диссертационной работе научных и практических результатов, подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами имитационного моделирования с использованием программного продукта AnyLogic, обсуждением результатов диссертационной работы на международных

научно-технических конференциях, публикацией основных результатов диссертации в рецензируемых журналах перечня ВАК.

Всего соискателем по теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 3 в рецензируемых научных изданиях (перечень ВАК), 9 в других изданиях и материалах конференций.

### **3.3. Теоретическая и практическая значимость работы**

Полагаю, что данная работа вносит значительный вклад в развитие потенциала разработки телекоммуникационных услуг, поскольку, в частности предложенный метод субъективной оценки качества предоставления голографических услуг может быть использован в дальнейшем как в практических целях, так и в качестве основы для других методов оценки. Также разработанные в диссертационной работе модели трафика могут быть положены в основу создания научно-обоснованных рекомендаций по планированию, проектированию и организации сетей связи пятого и последующих поколений с учетом особенностей трафика голографических услуг.

Основные теоретические и практические результаты работы реализованы на ряде предприятий, в учебном процессе кафедры, а также 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.

### **4. Замечания по содержанию и оформлению диссертации**

1. В работе в недостаточной степени отражена классификация голографических услуг. Описаны голографические копии, голографический тип коммуникаций, голографическая конференцсвязи, виртуальные аватары, однако, не представлены их основные отличия и особенности.

2. На рисунках 2.31 - 2.34 отсутствуют подписи к оси X, что затрудняет восприятие материала.
3. Не освещены в достаточной мере особенности и протоколы передачи голографического трафика лабораторного стенда.
4. В разделе 2.3 представлена оценка параметра Хёрста для 3D-видеопотока, передаваемого по сети с помощью технологии Ethernet. Неясно, почему оценка параметра Хёрста проводилась только для этого типа трафика и для данной технологии. В тексте раздела 2 не приведено обоснование применимости модели долговременной зависимости на основе показателя Херста к такому типу трафика.
5. По тексту диссертации имеются опечатки и стилистические неточности в ограниченном объеме.

## **5. Общее заключение**

Диссертационная работа и автореферат Демидова Николая Александровича 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. Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на высоком уровне решена актуальная научная задача по разработке моделей трафика для голографического типа коммуникаций, мультимедиа услуг и Интернета вещей, а также субъективный метод оценки качества, повышающий эффективность оценки качества восприятия данных услуг в сетях связи пятого и последующих поколений.

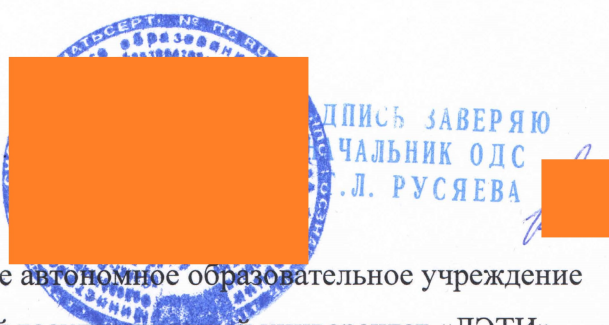
Считаю, что работа Демидова Николая Александровича «Разработка и исследование моделей трафика и метода оценки качества предоставления голографических услуг» соответствует критериям, которые установлены п. 9

«Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в редакции постановления Правительства РФ от 21.04.2016 № 355), 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 этой специальности.

5 декабря 2024 г.

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

Маркелов Олег  
Александрович



Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

Почтовый адрес: улица Профессора Попова, дом 5, литера Ф, Санкт-Петербург, 197022.

Тел. (812) 234-46-51. Сайт: [www.etu.ru](http://www.etu.ru). E-mail: [info@etu.ru](mailto:info@etu.ru)