

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

Кучерявого Андрея Евгеньевича

на диссертацию Волкова Артема Николаевича «Разработка и исследование комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертации.

Диссертационная работа посвящена решению научной проблемы разработки и исследования комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия в мультивселенной при использовании костюмов телеприсутствия. Уже первое ознакомление с направлением работ Артема Николаевича Волкова показывает, что отечественная наука в области систем, сетей и устройств телекоммуникаций переходит на новый уровень исследований - услуги телеприсутствия, мультивселенные и костюмы телеприсутствия. И это очень хорошо, поскольку работы в этой области являются объектом пристального внимания ведущих ученых и за рубежом. Действительно, метавселенные и мультивселенные как их обобщение общепризнанно являются следующим этапом развития сети Интернет. Услуги телеприсутствия после пандемии стали одним из основных направлений развития услуг, предоставляемых сетью. Костюмы телеприсутствия для взаимосвязи с мультивселенной являются тем новым интерфейсом и окончательными устройствами, которые должны обеспечить функционирование новой сети с требуемыми параметрами качества обслуживания и качества восприятия. Все эти проблемы, представляющиеся совершенно новыми, комплексно решаются в диссертации Артема Николаевича Волкова. Таким образом, тема диссертационного исследования несомненно актуальна.

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

1. Новая архитектура сетей для предоставления услуг связи, в том числе услуг телеприсутствия, на основе туманных вычислений, образующих туманности для динамического распределения ресурсов сети, что позволяет уменьшить долю трафика поступающего в ядро сети на 20%.

2. Модель и метод построения сетей связи общего пользования, обеспечивающие предоставление услуг телеприсутствия в сельской местности и труднодоступных районах на основе распределенных оркестраторов совместно с туманными вычислениями, позволяющие на основе динамической кластеризации обеспечить максимальную стабильность кластера (сохранение его структуры) без необходимости миграции микросервисов.

3. Модель и метод использования бессерверной архитектуры для миграции групп типовых микросервисов при применении метаэвристического алгоритма стаи серых волков для определения группы устройств, на которую будет мигрировать группа контейнеров с микросервисами, что позволяет как определить группу устройств, а не единичное устройство, так и уменьшить время принятия решения о миграции в десятки раз по сравнению с известным метаэвристическим алгоритмом роя частиц.

4. Метод миграции микросервисов на основе разработанного протокола маршрутизации в среде динамических туманных вычислений, обеспечивающий учёт весов не только ребер графа, но и весов самих устройств туманных вычислений, что позволило по сравнению с существующими, достичь снижения потребляемой энергии устройствами туманных вычислений на 41% и уменьшить долю потерянных пакетов в среднем до 34%.

5. Модель данных для датчиков и актуаторов для костюма телеприсутствия, а также метод передачи этих данных в объекты мультивселенных (цифровые и/или физические аватары), позволяющие обеспечить минимизацию суммарных издержек на ошибки квантования и задержку передачи данных.

Практическая ценность работы состоит в разработке научно-обоснованных рекомендаций по созданию сетей связи на основе туманных вычислений для предоставления услуг телеприсутствия, что реализуется как в методике

планирования сетей связи ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», так и в международных стандартах (рекомендациях) сектора стандартизации электросвязи Международного Союза Электросвязи.

Основные теоретические и практические результаты работы использованы в ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ» при разработке методики планировании сетей связи, в ФГБУ НИИР при выполнении государственных контрактов по научно-техническому и методическому обеспечению выполнения Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций функций Администрации связи Российской Федерации в Секторе стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи в работах по разработке стандартов (вкладов), в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича при проведении НИР по Мегагранту «Исследование сетевых технологий с ультра малой задержкой и сверхвысокой плотностью на основе широкого применения искусственного интеллекта для сетей 6G» по соглашению № 075-15-2022-1137 с Министерством науки и высшего образования РФ, при выполнении НИР “Прикладные научные исследования в области создания сетей связи 2030, включая услуги телеприсутствия с сетевой поддержкой, и экспериментальная проверка решений при подготовке отраслевых кадров” в 2023г. № 123060900012-6, а также при чтении лекций, проведении практических занятий и лабораторных работ.

Достоверность основных результатов диссертации подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами натурального и имитационного моделирования (натурное моделирование проводилось на модельной сети в СПбГУТ), а также широким спектром публикаций и выступлений как на российских, так и на международных научных конференциях.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на конгрессах, конференциях и семинарах: Семинар Заседание секции «Радиоэлектроника» Дома ученых имени М. Горького РАН – СПб – 16.11.2023, Конкурс "5G bloomig cup" – БРИКС – Китай – 12.10.2023, Форум V Международной конференции «Наука будущего», VIII Всероссийского

молодежного научного форума «Наука будущего – наука молодых» Орел, Российская Федерация – 20.09.2023-23.09.2023, Конференция "2nd International Meet & Expo on Robot Intelligence Technology and Applications (ROBOTMEET2023) – Ванкувер, Канада – 18.08.2023, Форум 2023 BRICS Forum on Future Networks Innovation (BFFNI) – БРИКС – Шэньчжэнь – 04.09.2023. – 05.09.2023, Конференция Distributed Computer and Communication Networks (DCCN 2023) – ИПУ РАН – Москва – 25.09.2023-29.09.2023, Конференция Second International conference on Cybersecurity, Cybercrimes, and Smart Emerging Technologies Университет принца султана – Эр-Рияд, Саудовская Аравия – 05.12.2023-07.12.24, Конференция the 26th IEEE International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT) Phoenix PyeongChang – Канвондо, Республика Корея – 04.02.2024-07.02.2024, Конференция the 26th IEEE International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT) Phoenix PyeongChang – Канвондо, Республика Корея – 04.02.2024-07.02.2024, UN metaverse Think-a-Thon Virtual Worlds Revolutionizing Smart Sustainable Cities & Communities, Организация Объединённых Наций (ООН), Женева, Швейцария 2024 , Глобальный Саммит “Искусственный интеллект во Благо”, Женева, Швейцария 2024, Форум МСЭ “Сети будущего” и тренинг “тестирование на соответствие и функциональную совместимость”, г.Ташкент, Республика Узбекистан, 2023, Конференция 23rd International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networks and Systems (NEW2AN) – Дубай (ОАЭ) – 21.12.2023-23.12.2023, Конференция The 7th International Conference on Future Networks & Distributed Systems (ICFNDS) – Дубай, ОАЭ – 21.12.2023-23.12.2023, Конференция Международная конференция по современным системам вычислений и связям следующего поколения (англ. International Conference on Advanced Computing & Next-Generation Communication, ICACNGC 2023). – СПб 12.10.2023-13.10.2023.

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

Полнота публикации материалов диссертации подтверждается публикацией основных положений диссертации в 11 статьях из перечня рецензируемых научных

изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России (доля участия автора – 80%), 19 работ включены в базы данных SCOPUS и WoS, 32 работы опубликованы в иных изданиях.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций по п. 4, 9, 10, 12, 18.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что диссертационная работа “Разработка и исследование комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия” соответствует требованиям ВАК к докторским диссертациям, а Артем Николаевич Волков заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

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

 Андрей Евгеньевич Кучерявый

02 сентября 2024 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) А. Е. Кучерявый

заверяю

на  административно-кадрового управления

/В.В. Новикова/ ____ .20__ г.

