

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.004.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 декабря 2024 г. № 15

О присуждении Волкову Артёму Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия» по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите 18 сентября 2024 года, протокол № 9 диссертационным советом 55.2.004.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 61, приказ № 258/нк от 27 марта 2019 года.

Соискатель Волков Артём Николаевич, 01 мая 1995 года рождения, работает доцентом в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Исследование и разработка методов построения инфраструктуры и предоставления услуг сетей связи на основе технологий искусственного интеллекта» защитил в 2021 году в диссертационном совете, созданном на базе

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича». С 2023 по настоящее время является докторантом указанной организации.

Диссертация выполнена на кафедре сетей связи и передачи данных Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Кучерявый Андрей Евгеньевич, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», кафедра сетей связи и передачи данных, заведующий кафедрой.

Оппоненты: 1. Аджемов Артём Сергеевич, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Московский технический университет связи и информатики, кафедра общей теории связи, заведующий кафедрой; 2. Самуйлов Константин Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, кафедра теории вероятностей и кибербезопасности, заведующий кафедрой, 3. Колбанев Михаил Олегович, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, кафедра информационных систем и технологий, профессор кафедры, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Вишневым Владимиром Мироновичем, доктором технических наук, профессором, заведующим лабораторией № 69 «Телекоммуникационные

системы», утвержденном Новиковым Д.А., доктором технических наук, академиком РАН, директором института, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема разработки и исследования комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия в мультивселенной при использовании костюмов тепеприсутствия, имеющая важное 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 4, 9, 10, 12 и 18 специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы и ее основные результаты. Диссертационная работа Волкова Артёма Николаевича «Разработка и исследование комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия» соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (с изм.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.15. системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор, Волков Артём Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Соискатель имеет 64 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 11, 19 работ в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования; 32 статьи в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций; 2 отчета о НИР. Из них 8 работ опубликованы соискателем без

соавторства. Общий объем авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 25,88 печ.л. из общего количества 68,46 печ.л. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Волков А.Н. Интерфейс взаимодействия с Метавселенной // Электросвязь. 2024. № 7. С. 36-42.

2. Волков А.Н. Задача маршрутизации в сети динамических туманных вычислений // Труды учебных заведений связи. 2024. Т. 10, № 4. С. 27-37.

3. Волков А.Н. Динамические туманные вычисления и бессерверная архитектура: на пути к зеленым ИКТ // Труды учебных заведений связи. 2024;10(3). С. 24-34.

4. Волков А.Н. Стабильность кластера в динамических туманных вычислениях // Электросвязь. 2024. № 6. С. 8-17.

5. Волков А.Н. Туманность в перспективных сетях связи для услуг телеприсутствия // Электросвязь. 2024. № 4. С. 7-13.

6. Волков А.Н. Перспективные исследования сетей и услуг 2030 в лаборатории 6G Meganetlab СПбГУТ / А.Н. Волков, А.С.А. Мутханна, А.Е. Кучерявый, А.С. Бородин, А.И. Парамонов, С.С. Владимиров, Г.А. Фокин, Р.А. Дунайцев, М.В. Захаров, Л.С. Горбачева, Б.О. Паньков, Б.Н. Анваржонов // Электросвязь. 2023. № 6. С. 5-14.

7. Волков А.Н. Метод прогнозирования нагрузки на контроллеры SDN с помощью технологий Искусственного интеллекта / А.Н. Волков, А.Е. Кучерявый // Электросвязь 2021. № 2.

8. Волков А.Н. Искусственный Интеллект в сетях связи пятого и последующих поколений / А.Н. Волков, А.Е. Кучерявый, А.С. Бородин, А.С.А. Мутханна // Электросвязь. 2021. № 1. С.17-22

9. Волков А.Н. Структуры распределенной динамической вычислительной системы туманных вычислений для микросервисов (DD-Fog) // Электросвязь. 2021. № 7. С. 34-43.

10. Волков А.Н. Идентификация трафика сервисов в сетях связи ИМТ-2020 и последующего поколения на основе метаданных потоков и алгоритмов машинного обучения / А.Н. Волков, А.Е. Кучерявый // Электросвязь. 2020. № 11. С. 21-28.

11. Волков А.Н. Анализ среднего времени задержки в системе массового обслуживания при обработке коррелированного трафика / И.В. Карташевский, А.Н. Волков, Р.В. Киричек // Электросвязь. 2019. № 3. С.41-50.

Публикации в изданиях, индексируемых в МБЦ:

12. Volkov A. Microservice-Based Fog Testbed for 6G Applications / Kuzmina, E., Tefikova, M., Muthanna, A., Ateya, A.A., Koucheryavy, A. // International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT, 2024, pp. 174-182.

13. Volkov A. Traffic Type Recognition in 6G Software-Defined Networking for Telepresence Services / Mineeva, V., Muthanna, A., Koucheryavy, A. // In 2024 26th International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT), pp. 01-06. IEEE, February 2024.

14. Volkov A. Migration Routing Algorithm for Microservice Based Fog Computing System / Kuzmina, E., Tefikova, M., Muthanna, A., Koucheryavy, A. // In 2024 26th International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT), pp. 183-186. IEEE, February 2024.

15. Volkov A. Novel AI-based scheme for traffic detection and recognition in 5G based networks / Muthanna, A., Koucheryavy, A., Ateya, A. // Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems, 2019.

16. Volkov A. Framework of QoS management for time constraint services with requested network parameters based on SDN/NFV infrastructure / Muthanna, A., Koucheryavy, A., Khakimov, A., Muhizi, S., Kirichek R. // In 2018 10th International

Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT)» – IEEE, 2018.

Публикации в других изданиях:

19. Волков А.Н. Сетевая вселенная / Кучерявый А.Е., Мутханна А.С.А. // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XIII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2024. Т. 1. С. 9-11.

20. Волков А.Н. Интерфейс взаимодействия Пользователь – Метавселенная // 79-я Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио: сб. докладов. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Санкт-Петербург. 2024. С. 213-215.

21. Волков А.Н. Метавселенная как следующий виток развития сетевых технологий // 79-я Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио: сб. докладов. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Санкт-Петербург. 2024. С. 210-212.

22. Волков А.Н. Сети связи пятого поколения: на пути к сетям 2030 / А.Н. Волков, А.С.А. Мутханна, А.Е. Кучерявый // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Т.8, № 2. С. 32-43.

23. Волков А.Н. Влияние изменения методов обеспечения качества обслуживания на цифровой аватар / А.Н. Волков, В.Д. Минеева, А.А. Житов, А.С.А. Мутханна, А.Е. Кучерявый // XIV Всероссийское совещание по проблемам управления. Россия, Москва, ИПУ РАН, 2024.

24. Волков А.Н. Определение маршрута миграции микросервиса в сети туманных вычислений / М.Р. Тефилова, Е.А. Кузьмина, А.Н. Волков // Информационные технологии и телекоммуникации. 2023. Т. 11. № 1. С. 50-60.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официальных оппонентов Аджемова А.С., Самуйлова К.Е., Кобанева; ведущей организации ИПУ РАН; Вульфина А.М., д.т.н., наук, проф., профессора кафедры вычислительной техники и защиты информации Уфимского университета науки и технологий; Степанова С.Н., д.т.н., проф., заведующего кафедрой сетей связи и

систем коммутации Московского технического университета связи и информатики; Никульского И.Е., д.т.н., с.н.с., главного специалиста, заместителя Главного конструктора ПАО «ЦНПО «Ленинец»; Васильева А.Б., к.т.н., заместителя генерального директора ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ»; Бурановой М.А., д.т.н., доц., профессора кафедры информационной безопасности Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики; Дукельского К.В., д.т.н., доц., первого заместителя генерального директора – заместителя генерального директора по научной работе АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова»; Шувалова В.П., д.т.н., проф., профессора кафедры инфокоммуникационных систем и сетей Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики; Самойлова А.Г., д.т.н., проф., профессора кафедры радиотехники и радиосистем Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; Гольдштейна А.Б., д.т.н., генерального директора ООО «НТЦ АРГУС»; Сарьяна В.К., д.т.н., проф., академика НАН Республики Армения, научный консультант ФГБУ НИИР.

Все отзывы положительные, но имеются следующие замечания. В разделе 1.5 (стр. 96) требует большего обоснования необходимость термина «мультивселенная» в связи с уже состоявшейся стандартизацией термина «метавселенная». При описании архитектуры сети для сельскохозяйственных работ (рис. 3.2 на стр. 171) основным вариантом использования БПЛА в сети с учетом особенностей проводимых сельскохозяйственных работ и малонаселенной местности должен быть привязной БПЛА, а не «в том числе привязного типа» как это указано на стр. 172. На стр. 204 и далее в главе 4 приведены рассуждения о типизации контейнеров с программным обеспечением для реализации тех или иных услуг. Типизация контейнеров при этом способствует реализации бессерверной архитектуры, что, безусловно, является очень важным. Хотелось бы, чтобы в работе было больше информации о критериях типизации контейнеров и, соответственно, возможном числе типов контейнеров. Во второй главе следовало бы больше внимания уделить проблеме надежности и устойчивости

функционирования предложенной архитектуры, что зачастую конфликтует с желанием добиться высоких показателей по эффективности. Не хватает соответствующих количественных оценок. Требуется более полное обоснование выбора для исследований в разделе 4.4 именно алгоритма стаи серых волков, а не иных алгоритмов. Вызывает сомнение методика, в соответствии с которой автор оценивает эффективность использования предлагаемых моделей и методов. Требуется большего обоснования выбор алгоритма SCAD для решения задачи по выбору места расположения координатора, а не какого-либо иного центроидного алгоритма (стр. 185). Приведенное на стр. 40 разделение сигналов от датчиков костюма телеприсутствия на «быстрые» и «медленные» является достаточно спорным. Например, движения рук отнесены к «медленным», а кистей рук и пальцев к «быстрым», хотя существуют шаблоны движений, при которых положения кистей рук и пальцев зафиксированы, а руки, наоборот, перемещаются быстро. В первом положении автор говорит о «новой архитектуре 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%. Судя по автореферату, данная оценка может быть получена при целом ряде допущений и лишь в некоторых сценариях, что отсутствует в формулировке самого положения. Автор работы уделил повышенное внимание оценке задержки и коэффициента потерь пакетов при миграции микросервисов, вместе с этим, судя по автореферату, в работе не в полной мере проводится исследование зависимостей задержки и потерь от нагрузки на рассматриваемый кластер сети, что несколько сужает представления о протекающих в сети процессах. При оценке ошибки передачи сигнала от датчиков костюма телеприсутствия и актуаторам (выр. (6.1)), предполагается, что все рассматриваемые узлы имеют абсолютную надежность, в то время как в реальных системах коэффициент готовности оборудования всегда меньше единицы. Указанные архитектурные решения и методы преимущественно теоретические. Неясно, насколько результаты могут быть адаптированы к реальным сценариям, особенно в условиях

ограничений реальных сетей и оборудования. Работа признает проблему гетерогенности сетей и устройств, но подходы к их согласованию могут быть недостаточно раскрыты. Это может стать проблемой при интеграции различных сегментов сетей (наземного, морского, низкоорбитального). Модели, такие как процессы Нейманна-Скотта или алгоритм динамической кластеризации, могут быть слишком сложны для широкого применения. Неясно, насколько их использование будет оправдано в реальной практике. На стр. 13 автореферата автор приходит к выводу, что около 35% трафика могут замыкаться внутри «туманного» кластера. Это положительный эффект, но для этого требуется разместить соответствующий контент в элементах данного кластера, что требует расхода памяти. Автор не приводит оценок требуемого ресурса памяти, что не дает возможности в полной мере оценить эффективность такого решения. При описании модели и метода, изложенных в четвертой главе, говорится об их применении на практике в поездах и самолетах, но не указаны ограничения на метод с ростом скорости транспортных средств, при которой предложенный метод будет работоспособен. На стр. 23 автореферата сказано, что распределение Райса является частной формой Гамма распределения, однако оно только при замене переменной сводится к гамма-распределению. В общей характеристике работы при описании актуальности темы исследования, также в п. 12 выводов «метавселенная/мультивеселенные» упоминаются в контексте актуального и перспективного направления исследований в области развития сетей и систем связи. При этом указано, что понятие «метавселенная/мультивеселенные» определено в Международном союзе электросвязи (МСЭ). Принимая во внимание, что понятие/концепция «метавселенная/мультивеселенные» является новой и не имеет всемирно признанного определения, представляется целесообразным дать определение, рассматриваемое в МСЭ, или краткое общее описание.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что профессор А.С. Аджемов, заведующий кафедрой общей теории связи МТУСИ, уже в течение многих лет является одним из самых авторитетных ученых в

отрасли связи, что с учетом новизны результатов диссертации А.Н. Волкова в области туманных вычислений, мультивселенных и костюмов телеприсутствия требует именно его знаний для оценки столь важной для отрасли диссертационной работы, профессор К.Е. Самуйлов, заведующий кафедрой теории вероятностей и кибербезопасности РУДН, является ведущим ученым в стране в области теории массового обслуживания и применения математических методов к проблематике современных сетей связи, что позволяет на высоком уровне оценить содержательную часть работы в математическом плане с учетом особенностей развития сетей связи, профессор М.О. Колбанев, профессор кафедры информационных систем и технологий СПбГЭУ, является одним из ведущих специалистов в стране по развитию сетей связи, в том числе с учетом прогнозирования характеристик развития сетей и других отраслей, что позволяет на высоком уровне оценить содержательную часть работы в системном плане. Ведущая организация ФГБУН Институт проблем управления им. академика В.А. Трапезникова Российской академии наук является ведущей организацией в области систем управления, в том числе и для сетей связи, а лаборатория № 69 «Телекоммуникационные системы» – работами в области систем привязных беспилотных летательных аппаратов и их сетей, а также работами в области расчета сложных систем, в том числе и для сетей связи. Отзыв подписал заведующий лабораторией д.т.н., профессор В.М. Вишнеvский.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработаны модели и методы построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия в мультивселенной при использовании костюмов телеприсутствия; **предложена** новая архитектура сетей связи, отличающаяся от известных тем, что все услуги связи предоставляются на основе туманных вычислений, образующих туманности для динамического распределения ресурсов сети; **доказана** перспективность использования костюмов телеприсутствия как интерфейса между пользователями физической сети и аватарами мультивселенной; **введены** новые понятия

туманностей для динамического распределения ресурсов сети и костюмов телеприсутствия для создания мультивселенной.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказано, что разработанные модель и метод функционирования сети, отличающиеся от известных использованием бессерверной архитектуры для миграции групп типовых микросервисов при применении метаэвристического алгоритма стаи серых для определения группы устройств, на которую будет мигрировать группа контейнеров с микросервисами, 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; **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы теории телетрафика и теории массового обслуживания, теории оптимизации, теории вероятностей, а также метаэвристические алгоритмы и методы имитационного и натурального моделирования; **изложены** идеи о преобразовании архитектуры сети на основе туманных вычислений и предоставлении услуг телеприсутствия в сельской местности при использовании предложенной архитектуры; **раскрыты** суть и особенности развития сетей связи при внедрении услуг телеприсутствия и мультивселенных; **изучены** связи между пользователями физической сети и аватарами мультивселенных; **проведена модернизация** методов построения сетей связи общего пользования, обеспечивающих предоставление услуг телеприсутствия в сельской местности и труднодоступных районах на основе распределенных оркестраторов совместно с туманными вычислениями, позволяющая на основе динамической кластеризации обеспечить максимальную стабильность кластера (сохранение его структуры) без необходимости миграции микросервисов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны и внедрены в рекомендациях и проектах рекомендаций Сектора стандартизации телекоммуникаций Международного Союза Электросвязи протокол маршрутизации в среде динамических туманных вычислений, обеспечивающий учёт весов не только

ребер графа, но и весов самих устройств туманных вычислений, что позволяет по сравнению с существующими, достичь снижения потребляемой энергии устройствами туманных вычислений на 41% и уменьшить долю потерянных пакетов в среднем до 34%, а также новая архитектура сетей для предоставления услуг связи, в том числе услуг телеприсутствия, на основе туманных вычислений, образующих туманности для динамического распределения ресурсов сети; **определены** перспективы практического использования костюмов телеприсутствия при создании мультивселенных; **создана** 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; **представлены** методика планирования сетей связи при внедрении туманных вычислений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для экспериментальных работ результаты получены на модельной сети лаборатории MEGANET LAB 6G в СПбГУТ, построенной на сертифицированном оборудовании, и при использовании широко известных систем имитационного моделирования; **теория** построена на известных, проверяемых данных, фактах, в т.ч. на результатах фундаментальных работ в области теории телетрафика отечественных и зарубежных ученых; **идея базируется** на обобщении передового опыта и использовании неизвестных ранее взаимосвязей; **использованы** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике; **установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным; **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в том, что основные результаты диссертации получены автором самостоятельно.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание о том, что если не рассматривались доверительные интервалы, то как оценивалась адекватность модели, которая характеризуется значением случайной величины.

Соискатель Волков А.Н. в ходе заседания ответил на задаваемые ему вопросы, согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Разработка и исследование комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а также пунктам 4, 9, 10, 12 и 18 паспорта научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

На заседании 18 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Волкову Артёму Николаевичу ученую степень доктора технических наук за решение 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.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор

Гоголь Александр Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент

Владыко Андрей Геннадьевич

20 декабря 2024 года