



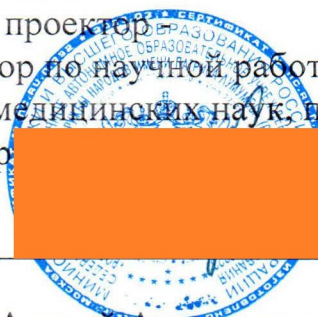
**«Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы» (РУДН)**

ул. Миклухо-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 ноября 2023
№ 05-07/9278

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по научной работе,
доктор медицинских наук, профессор,
член-кор



Костин Андрей Александрович

« 09 » 11 2023 г.

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

на диссертацию Марочкиной Анастасии Вячеславовны на тему
«Разработка моделей и методов построения трехмерных сетей интернета
вещей высокой плотности»,
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

Основное направление развития сетей связи в настоящее время, на среднесрочную и долгосрочную перспективу связано с созданием сетей связи пятого и последующих поколений. Все эти сети базируются на двух сетевых

структурах: высокоплотных и сверхплотных сетях, сетях связи с ультрамалыми задержками.

Автор в своей работе вносит весомый вклад в развитие теории и практики построения высокоплотных и сверхплотных сетей в трехмерном пространстве, что позволяет получить неизвестные ранее модели и методы создания сетей Интернета вещей (ИВ) в таких условиях. Исходя из сказанного, тема представленной на отзыв диссертационной работы «Разработка моделей и методов построения трехмерных сетей интернета вещей высокой плотности» 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 – 159 страниц, из них основного текста 141 страница. Работа содержит 44 рисунка и 12 таблиц. Список литературы включает 111 источников.

Научная новизна диссертационной работы проявляется в самом названии. Исследования в области моделей и методов построения трехмерных сетей ИВ высокой плотности исключительно востребованы в настоящее время мировым сообществом для создания научно-обоснованной среды при внедрении этих сложнейших сетей.

В первой главе автор концентрирует внимание на анализе концепции и развитии ИВ, анализе развития беспроводных сенсорных сетей, протоколов, применяемых для их построения, их областей использования. Рассматриваются основные задачи построения ИВ, функции самоорганизации беспроводных сетей ИВ, особенности современного состояния и формирования сетей высокой и сверхвысокой плотности. Рассмотрены особенности формирования таких сетей в современном окружении, что приводит к построению трехмерных сетей.

Вторая глава посвящена разработке модели и метода кластеризации сети ИВ высокой плотности, размещенной в трехмерном пространстве с применением теории фракталов. Разработанный метод имеет большую эффективность по сравнению с известными методами, что выражается в меньшей, минимум на 18%, вероятности ошибки кластеризации.

В третьей главе разработан метод выбора головных узлов кластера, обеспечивающий большую эффективность путем оптимального многокритериального выбора алгоритма поиска k-кратного центра графа, что дает выигрыш в условной стоимости принятия решения от 8 до 53% по сравнению со случайным выбором алгоритма.

В четвертой главе диссертационной работы разработан метод многокритериальный маршрутизации трафика в сети ИВ высокой плотности, размещенной в трехмерном пространстве, с использованием Серого реляционного анализа, обеспечивающий большую эффективность по сравнению с однокритериальными методами. При этом эффективность разработанного метода составляет до 53%, в зависимости от состояния сети.

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 научных конференциях.

Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации

Теоретическая значимость работы состоит в расширении модельно-методического аппарата описания трехмерных сетей Интернета вещей высокой плотности. Полученные результаты позволяют:

- модифицировать известные модели точечных процессов, для моделирования сетей ИВ высокой плотности в трехмерном пространстве;
- применять элементы теории фракталов при решении задачи кластеризации сетей ИВ высокой плотности;
- использовать многокритериальную оптимизацию в задаче выбора головных узлов сети ИВ высокой плотности;
- применять метод Серого реляционного анализа при решении задачи маршрутизации трафика в сети ИВ высокой плотности.

Практическая значимость работы состоит в том, что полученные в работе результаты могут быть положены в основу алгоритмов и протоколов управления сетью высокой плотности, а именно при разработке протоколов кластеризации, выбора головных узлов сети и протоколов маршрутизации.

Полученные в диссертационной работе результаты внедрены в ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ» при разработке «Методики планирования трехмерных сетей Интернета вещей высокой плотности», в ФГБУ НИИР при разработке вклада в Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (МСЭ-Т), а также при чтении лекций и проведении лабораторных занятий по курсу «Математические модели в сетях связи», «Математическое моделирование устройств и систем», «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» в СПбГУТ.

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 работах, из них: 4 статьи в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий (перечень ВАК при Минобрнауки РФ), 2 статьи в изданиях, включенных в международные базы цитирования (Scopus); 6 статей в других изданиях и материалах конференций.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на международной конференции DCCN (International conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications) (2020, 2022).

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 разработке метода кластеризации во второй главе работы, автор производит сравнение разработанного метода с рядом известных алгоритмов кластеризации по доле ошибок кластеризации и по требованиям к исходным данным, однако автор не приводит численных сравнений по их вычислительной сложности, что ограничивает представление о возможностях разработанного метода.
2. При разработке метода выбора головных узлов кластера с использованием алгоритмов поиска k -кратного центра графа автор оценивает величину ошибки решения. Однако, автор не приводит требований к точности получения исходных данных. Величину ошибки исходных данных следовало бы учесть в целевой функции (стр. 99), что может существенно повлиять на выбор алгоритма решения задачи.
3. Предложенный автором метод выбора маршрута с использованием Серого реляционного анализа (глава 4), как указывает автор, не требователен к объему исходных данных. Однако, автор не поясняет, какой объем исходных данных нужно собрать для его применения и сколько времени для этого требуется. Без таких пояснений невозможно оценить его достоинства в этой части.
4. В работе имеют место отдельные опечатки и неточности, например, в шапке табл. 3.1 отсутствует ряд надписей, имеют место опечатки в написании формул (стр. 94 формула (3.12), стр. 136 формула (4.9)), на ряде рисунков не подписаны оси и единицы измерений, например, рис. 3.15, 4.3.

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Марочкиной Анастасии Вячеславовны. Диссертация «Разработка моделей и методов построения трехмерных сетей интернета вещей высокой плотности» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки моделей и методов построения трехмерных беспроводных сетей интернета вещей высокой плотности, имеющая значение для отрасли цифрового развития и связи, а также специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

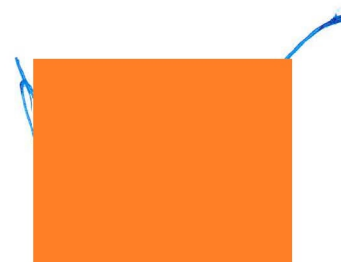
Полученные автором результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Результаты апробированы на значимых научных конференциях. Основные научные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в ведущих российских и зарубежных изданиях. Название работы полностью отражает ее содержание, содержание диссертации соответствует пунктам 4, 12 и 14 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 Марочкиной Анастасии Вячеславовны «Разработка моделей и методов построения трехмерных сетей интернета вещей высокой плотности» соответствует критериям, которые установлены пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, в редакции от 18.03.2023), предъявляемым в отношении диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор Марочкина Анастасия Вячеславовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

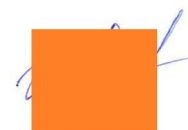
Диссертация и автореферат заслушаны и обсуждены на заседании кафедры теории вероятностей и кибербезопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» 17.10.2023 (состав кафедры – 35, присутствовали – 27), протокол № 0200-54/01-04/02.

07.11.2023

Заведующий кафедрой теории вероятностей
и кибербезопасности РУДН,
доктор технических наук
(специальность 05.13.17 – Теоретические
основы информатики), профессор
Самуйлов Константин Евгеньевич



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



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени
Патриса Лумумбы» (ФГАОУ ВО РУДН)
Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
<http://www.rudn.ru/>
+7 (495) 434-70-27
rector@rudn.ru