

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Ковтуненко Алексея Сергеевича на диссертацию Фам Ван Дай
на тему «Разработка моделей и методов маршрутизации в энергоэффективных
ячеистых сетях дальнего радиуса действия» по специальности

2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

1. Актуальность темы диссертационной работы

Сети связи Интернета вещей являются одним из наиболее современных и интенсивно развивающихся направлений развития сетевых технологий, используемых для реализации концепции Интернета вещей.

Применение этих технологий в перспективных системах сбора данных, управления, специального назначения и других требует гарантированного обеспечения их функционирования, в том числе в условиях городской застройки и высокой плотности.

Поскольку представленная диссертационная работа посвящена исследованию именно этих аспектов построения энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия, актуальность её темы не вызывает сомнения.

2. Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации четко обоснованы.

Основные результаты и выводы в диссертации являются новыми.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами имитационного моделирования, а также достаточно широким спектром публикаций и выступлений на международных и российских конференциях.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на: 20th International Conference NEW2AN 2020 and 13th Conference ruSMART 2020 (Санкт-Петербург, 2020); 23st International Conference on Distributed Computer and

Communication Networks, DCCN 2020 (Москва, 2020); 12th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT) (Санкт-Петербург, 2020); 22th International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT 2020 (Корея, 2020); на VI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Интернет вещей и 5G (INTHITEN 2020)» (Санкт-Петербург, 2020); на 75-й и 76-й конференциях Санкт-Петербургского отделения Общероссийской общественной организации «Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова» (СПб НТОРЭС) (Санкт-Петербург, 2020, 2021), X Международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» СПбГУТ (Санкт-Петербург, 2021); 4th International Conference on Future Networks and Distributed Systems (ICFNDS) (Санкт-Петербург, 2020).

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

1. Фрагмент энергоэффективной ячеистой сети дальнего радиуса действия представлен в виде системы массового обслуживания, на базе которой была разработана имитационная модель, отличающаяся от известных тем, что используется ячеистая топология с различной связностью. В результате серии компьютерных экспериментов определены пороговые уровни параметров качества обслуживания при различных характеристиках рассматриваемой сети связи.

2. Разработаны методы маршрутизации в энергоэффективных ячеистых сетях дальнего радиуса действия на основе комплексного показателя канала связи и машинного обучения с подкреплением, отличающиеся от известных тем, что позволяют обеспечить эффективную передачу данных между узлами ячеистой сети и повысить охват зоны покрытия по сравнению с энергоэффективными ячеистыми сетями дальнего радиуса действия с топологией

«звезда», а также уменьшить задержку доставки пакетов при высокой нагрузке за счет самообучения на основе собираемых данных.

3. Разработан метод передачи мультимедийного трафика в энергоэффективной ячеистой сети дальнего радиуса действия, отличающийся от известных тем, что позволяет передавать изображения через сеть LoRa с поддержкой ячеистой топологии и поддержкой заданных параметров передаваемых изображений.

3. Теоретическая и практическая ценность работы

Теоретическая значимость заключается в расширении модельно-методического аппарата сетей ячеистой структуры, учитывающего параметры трафика, качества обслуживания и надежности, а также методов маршрутизации и услуги передачи изображения в сетях связи Интернета вещей с ячеистой топологией.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что она может быть использована для организации узкополосных беспроводных сетей связи Интернета вещей с поддержкой ячеистой или многоскачковой топологии, что повысит зону обслуживания без необходимости установки дополнительных базовых станций, а также способствует развитию приложений умных устойчивых городов за счет преимущества узкополосных беспроводных сетей. Результаты диссертационной работы могут быть применены при проектировании сетей связи Интернета вещей в умных городах, а также для сбора данных с устройств Интернета вещей в условиях плотной городской застройки.

Результаты диссертационной работы внедрены на базе Научно-исследовательской и испытательной лаборатории и инновационных инфокоммуникаций ПАО «Ростелеком» совместно с СПбГУТ и Международным союзом электросвязи, и также в учебном процессе СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича при чтении лекций, проведении практических занятий и лабораторных

работ по курсам «Сверхплотные сети» и «Искусственный интеллект в сетях связи».

4. Публикация по теме диссертации

Основные результаты диссертации изложены в 19 опубликованных работах, в том числе в 3 работах, опубликованных в журналах из перечня ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации; в 9 работах, опубликованных в трудах, индексируемых Scopus и Web of Science, и 7 публикациях в других изданиях и материалах конференций.

5. Содержание диссертации

5.1 Текст диссертации отличается точным, подробным и доходчивым изложением предметной области, описанием объектов исследования, методов и результатов исследования, оформлен аккуратно, в соответствии с требованиями ГОСТ. Список использованных литературных источников оформлен также в соответствии с требованиями ГОСТ.

5.2 Материал диссертации изложен в логической последовательности, отвечающей требованиям проведения научных исследований, имеет целостность и внутреннее единство содержания.

5.3 Выводы обоснованы и четко отражают результаты проведенных исследований.

5.4 Диссертация представлена в виде рукописи, включает введение, 4 главы, заключение, приложение, и список литературы, включающий 111 наименований. Диссертация содержит 160 страницы текста, включая 51 рисунок и 10 таблиц.

6. Замечания по диссертационной работе

6.1. В первой главе диссертации при проведении анализа существующих и перспективных технологии передачи данных для приложений Интернета вещей, в том числе для умных городов, было целесообразно выбрать альтернативную форму представления материала (например, табличную).

6.2. Во второй главе при проведении анализа методов маршрутизации было интересно дополнительно проанализировать результаты исследований энергопотребления для различных алгоритмов маршрутизации, чтобы подчеркнуть эффективность применения для устройств интернета вещей с батарейным питанием.

6.3. В диссертации в разных контекстах используются термины гетерогенный шлюз с сокращением ГШ и heterogeneous gateway сокращением HG, что затрудняет восприятие материала. Целесообразно использовать единый формат представления.

6.4. При разработке модели оценки комплексного показателя качества соединения не был обоснован выбор метода опорных векторов для обучения модели.

6.5. На странице 66, на рисунке 14 «Предварительная обработка данных с размером окна = 10» приводятся наименования полей на английском языке: srcAddr, seqNum, payload, packetSize и др., однако ни в тексте диссертации, ни в тексте автореферата расшифровки этих сокращений не приводится.

6.6. На странице 70 не приводятся пояснения параметров Гауссовского ядра для обучения модели. Целесообразно привести параметры и обосновать их выбор.

Однако, указанные замечания не являются критичными и не снижают общей положительной оценки работы.

7. Выводы и заключения

Диссертационная работа Фам Ван Дай «Разработка моделей и методов маршрутизации в энергоэффективных ячеистых сетях дальнего радиуса действия» является законченной научно-квалификационной работой.

В диссертации решена задача, имеющая существенное значения для отрасли связи, а именно разработаны модели и методы маршрутизации для энергоэффективных ячеистых сетей дальнего радиуса действия.

Аннотация адекватно отражает основное содержание диссертационной работы.

Доцент кафедры информатики,
кандидат технических наук, доцент

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Тел. (987) 254-3829. Сайт: www.ugatu.su. Email: office@ugatu.su