

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина»**

(ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина»,
ФГБОУ ВО «РГРТУ», РГРТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
и инновациям, д.т.н., доцент



С.И. Гусев

2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» на диссертацию и автореферат **Хуссейн Али** на тему: «Специальное математическое обеспечение процессов управления энергоэффективным перемещением данных в беспроводных информационных системах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертации Хуссейн Али обусловлена тем, что последние годы беспроводные информационные системы и сенсорные данные в них стали существенно важным объектом в связи с интеллектуализацией их обработки и широким распространением концепции и технологий «Умный дом». Обработка сенсорных данных от множества активных устройств и многочисленных датчиков объединена с облачными сервисами, что породило проблему поиска архитектурных и структурных решений, направленных на снижение энергопотребления всей системы в целом и подсистемы управления данными в частности. Актуальной является

задача управления энергоэффективного перемещения данных в распределенных системах.

Одной из актуальных предметных областей задач управления данными является оптимальное перемещение данных в беспроводных информационных системах. Интерес представляет и снижение энергопотребления за счет удачной кластеризации данных. С точки зрения интуитивного понимания, чем лучше мониторинг данных, тем меньше их потерь может иметь место в информационной системе.

Таким образом, актуальность темы диссертационного исследования продиктована необходимостью разработки специальных средств математического обеспечения процессов управления энергоэффективным перемещением данных в беспроводных информационных системах на основе динамической реконфигурации и кластеризации.

Поэтому в качестве основной цели исследования выбрана разработка моделей и алгоритмов работы средств специального математического обеспечения процессов управления энергоэффективным перемещением данных в беспроводных информационных системах.

Соискатель ученой степени сформулировал и решил следующие задачи и получил соответствующие результаты:

1. Создана модель снижения энергопотребления процессов перемещения данных в беспроводных информационных системах, обеспечивающая повышение эффективности узла слияния по мере увеличения количества кластеризуемых узлов, а также их индивидуальных уровней энергии.
2. Предложена модификация стратегии управления данными на основе агентного подхода, позволяющая повысить энергоэффективность маршрутизации в крупномасштабных беспроводных сенсорных сетях.
3. Разработан алгоритм улучшения показателей энергоэффективной связи объектов беспроводных информационных систем, обеспечивающий сокращение общего времени, необходимого для завершения процесса кластеризации.
4. Разработан гибридный итерационный алгоритм поиска аномальных данных, сочетающий применение матрицы сходства аномальных признаков данных и кластерный анализ с использованием обучения iForest, обеспечивающий улучшение точности обнаружения в среднем на 22%.
5. Разработана структура программного комплекса динамического мониторинга потерь больших объемов данных с многоуровневым сбором информации (уровни кластера, производительности узлов и работы заданий), обеспечивающая максимальную точность мониторинга до 98%.
6. Элементы программного обеспечения зарегистрированы в ФИПС.

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» в рамках научного направления «Вычислительные комплексы и проблемно-ориентированные системы управления».

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 105 наименований. Работа изложена на 152 страницах.

Обоснованность научных положений и выводов. Обоснованность сформулированных автором диссертации основных научных положений подтверждается корректным применением методов теории вероятностей, теории принятия решений, кластерного анализа, а также методов объектно-ориентированного программирования, а также результатами прикладных экспериментов и исследования предложенных моделей и алгоритмов.

Научная новизна диссертации

Научной новизной характеризуются предложенные в работе:

1. Модификация стратегии управления данными, отличающаяся применением агентного подхода и фреймворка динамической реконфигурации для технологии слияния на основе дерева, позволяющая повысить энергоэффективность маршрутизации в крупномасштабных беспроводных сенсорных сетях.

2. Модель снижения энергопотребления процессов перемещения данных в беспроводных информационных системах, отличающаяся использованием скрытых марковских моделей и технологий кластеризации и обеспечивающая повышение эффективности узла слияния по мере увеличения количества кластеризуемых узлов, а также их индивидуальных уровней энергии.

3. Алгоритм улучшения показателей энергоэффективной связи объектов беспроводных информационных систем, отличающийся автоматическим выбором гетерогенных факторов ранжирования узла слияния – кандидата с наибольшей реализуемостью, и обеспечивающий сокращение общего времени, необходимого для завершения процесса кластеризации.

4. Гибридный итерационный алгоритм поиска аномальных данных, сочетающий применение матрицы сходства аномальных признаков данных и кластерный анализ с использованием обучения iForest, обеспечивающий улучшение точности обнаружения в среднем на 22%.

5. Структура программного комплекса динамического мониторинга потерь больших объемов данных с многоуровневым сбором информации

(уровни кластера, производительности узлов и работы заданий), обеспечивающая максимальную точность мониторинга до 98%.

Все перечисленные результаты, полученные в рамках диссертационной работы, являются новыми и достоверными и соответствуют требованиям Положения ВАК России.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в разработке специальных средств математического и программного обеспечения управления процессами энергоэффективного перемещения данных в беспроводных информационных системах на основе динамической реконфигурации и кластеризации.

Теоретические результаты работы могут быть использованы в проектных и научно-исследовательских организациях, занимающихся проектированием энергоэффективных программных систем управления потоками данных.

Основные результаты внедрены в АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева» (г. Москва) при проектировании систем управления перемещением потоков данных в беспроводных информационных системах, в учебный процесс Воронежского государственного технического университета в рамках дисциплин: «Вычислительные машины, системы и сети», «Информационные сети и телекоммуникационные технологии», а также в рамках курсового и дипломного проектирования.

Тематика работы соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»: п. 4. «Интеллектуальные системы машинного обучения, управления базами данных и знаний, инструментальные средства разработки цифровых продуктов»; п. 9. «Модели, методы, алгоритмы, облачные технологии и программная инфраструктура организации глобально распределенной обработки данных».

Рекомендации по внедрению

Модели, методы и алгоритмы, разработанные в диссертации Хуссейн Али «Специальное математическое обеспечение процессов управления энергоэффективным перемещением данных в беспроводных информационных системах», рекомендуются к внедрению как в региональных системах управления большими программными системами, так и в конкретных организациях: ПАО «Созвездие» (г. Воронеж), ПАО «Центртелеком» (г. Москва).

Замечания по диссертационной работе

1. Задача энергоэффективного перемещения данных в беспроводных информационных системах весьма обширна. Необходимо четко определить границы исследования.

2. Соискатель предложил модификацию стратегии управления данными с применением агентного подхода и фреймворка динамической реконфигурации для технологии слияния на основе дерева. Однако неясно, возможен ли переход от дерева к произвольной топологии.

3. Исследование повышения энергоэффективности протокола управления потоками данных со скрытой марковской моделью в беспроводных сенсорных сетях нуждается в более детальном описании.

4. Вероятность управления потоками данных с использованием наилучшего кратчайшего пути с минимальными затратами энергии, предложенная в качестве критерия, аналитически трудновычислима.

5. Предложенный гибридный алгоритм обнаружения аномальных данных на основе алгоритма кластеризации и алгоритма iForest в качестве метода обнаружения аномалий может быть расширен на иные приложения.

6. В диссертации и автореферате присутствуют отдельные стилистические ошибки и погрешности.

Заключение

В целом критические замечания не носят принципиального характера и не снижают оценки ее значимости. Диссертация Хуссейн Али является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение важной научно-технической проблемы.

Основные результаты диссертации опубликованы в 16 научных работах (4 – без соавторов), в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ (из них 1 – в издании, индексируемом в международной базе научного цитирования Web of Science и одно свидетельство о регистрации программы для ЭВМ). Публикации полно отражают содержание диссертации. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на Международных и других тематических конференциях и семинарах.

По актуальности избранной темы, глубине проработки всего комплекса частных задач, научной ценности и практической значимости полученных результатов, обоснованности выводов и рекомендаций, можно заключить, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.3.5, а ее автор, Хуссейн Али, **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», протокол №5 от «15» апреля 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой
«Систем автоматизированного
проектирования вычислительных средств»
доктор технических наук, профессор

Перепелкин
Дмитрий Александрович

Контакты ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

Адрес: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1

Телефон: (4912) 72-03-03

Email: rgrtu@rsreu.ru

Подпись Перепелкина Дмитрия Александровича удостоверяю.

Начальник управления кадров ФГБОУ ВО
«Рязанский государственный радиотехнический
университет им. В.Ф. Уткина»



С.В. Мефодина