

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 219.001.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ» ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА СВЯЗИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 апреля 2015 года № 35

О присуждении Махрову Станиславу Станиславовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Использование нейронных механизмов искусственного интеллекта для кластеризации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях» по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите 19 февраля 2015 г., протокол № 3/2015 диссертационным советом Д 219.001.03 на базе Федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Московский технический университет связи и информатики» Федерального агентства связи (111024, Российская Федерация, Москва, Авиамоторная ул., д. 8а, Московский технический университет связи и информатики. Полномочия совета подтверждены Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №105/нк от 11 апреля 2012 года).

Соискатель Махров Станислав Станиславович, 1989 года рождения. В 2012 г. окончил ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления», инженер. Во время выполнения диссертации обучался в заочной аспирантуре ФГОБУ ВПО МГУСИ и работал в государственном казенном учреждении «Московский центр недвижимости» Департамента городского имущества города Москвы. В настоящее время работает там же в должности начальника сектора анализа и информатизации.

Диссертация выполнена на кафедре информационной безопасности и автоматизации факультета информационных технологий ФГОБУ ВПО «Московский технический университет связи и информатики».

Научный руководитель – **Ерохин Сергей Дмитриевич**, к.т.н., доц., ФГОБУ ВПО МТУСИ, декан факультета информационных технологий.

Официальные оппоненты:

1. **Кучерявый Андрей Евгеньевич**, д.т.н., проф., гражданин РФ, федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», заведующий кафедрой сетей связи и передачи данных

2. **Ефимушкин Владимир Александрович**, к.ф.м.н., доц., гражданин РФ, ОАО «Интеллект Телеком», директор департамента пакетных сетей и услуг

дали **положительные отзывы** о диссертации.

Ведущая организация – федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт связи» (г. Москва) в своем **положительном заключении**, составленном Цымом Александром Юрьевичем, д.т.н., с.н.с., заслуженным работником связи РФ, начальником лаборатории ФГУП ЦНИИС и утвержденным Грязевым Андреем Николаевичем, и.о. генерального директора, указала, что использование результатов диссертационной работы Махрова С.С. позволяет включить в сеть максимальное количество узлов и увеличить живучесть сети. Иерархическая направленность разработанного протокола обеспечивает высокую масштабируемость сети.

Заключение ведущей организации заканчивается общим выводом о том результаты диссертации Махрова Станислава Станиславовича будут использованы в ЦНИИС при разработке НИР, при оценке нагрузки БСС на сеть связи общего пользования, при разработке нормативных документов,

предусмотренных Программой стандартизации отрасли. Диссертация представляет научную новизну и практическую ценность.

Соискатель имеет 16 опубликованных научных работ по теме диссертации, в том числе 5 работ в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых журналов и изданий (рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук).

Наиболее значимые научные работе по теме диссертации:

I. Публикации в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, включенных в перечень ВАК

1. Махров С.С. Использование систем моделирования беспроводных сенсорных сетей NS-2 и OMNET++ // Т-COMM: Телекоммуникации и транспорт. - 2013. - № 10. - С. 67-69
2. Махров С.С. Нейросетевая кластеризация узлов беспроводной сенсорной сети // Т-COMM: Телекоммуникации и транспорт. - 2014. - № 6. - С. 31-35.
3. Махров С.С., Ерохин С.Д. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Матричный способ кластеризации беспроводной сенсорной сети» № 2014660979 от 21.10.2014, правообладатели: Махров С.С., Ерохин С.Д.
4. Махров С.С., Ерохин С.Д. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Способ нейросетевой кластеризации беспроводной сенсорной сети» № 2014660980 от 21.10.2014, правообладатели: Махров С.С., Ерохин С.Д.
5. Махров С.С. Симбиоз беспроводных сенсорных технологий и искусственного интеллекта нейронных сетей // Вестник связи. - 2015. - № 2. - С. 39-41.

II. Публикации в других научных журналах и изданиях

1. Махров С.С. Ерохин С.Д. Особенности и ограничения архитектур операционных систем беспроводных сенсорных сетей при разработке

технологических решений // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. - Ростов-на-Дону: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ. - 2013. - С. 142-144.

2. Махров С.С. Возможности применения нейросетевых технологий в беспроводных сенсорных сетях // Перспективные технологии в средствах передачи информации: Материалы 10-й межд. науч.-техн. Конф. / Владимирский гос. университет; под ред. А.Г. Самойлов (и др). - Владимир: ВлГУ. – Т.1. - 2013. - С. 108-112.
3. Махров С.С. Беспроводные сенсорные сети в военно-тактических задачах // Техника средств связи: науч.-техн. сб. Вып. 2 (141). - СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. - С. 176-179.
4. Махров С.С. Исследование связности узлов в иерархических протоколах беспроводных сенсорных сетей // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения / Мат. межд. науч.-техн. конф. «INTERMATIC-2013», 2–6 декабря 2013 г., Москва. / Под ред. Акад. РАН А.С. Сигова. – М.: Энергоатомиздат, 2013. - Ч.4. – С. 186-189.
5. Махров С.С. Автоматическое построение беспроводной сенсорной сети на основе искусственной нейронной сети // Мобильные телекоммуникации. – 2014, № 6-7 (134). - С. 45-47.

В публикациях Махрова С.С. исследованы возможности применения нейросетевых технологий в беспроводных сенсорных сетях. Произведен анализ существующих архитектур нейронных сетей и выявлена наиболее эффективная для решения задачи кластеризации узлов беспроводной сенсорной сети. Исследованы особенности работы беспроводных сенсорных сетей под управлением различных архитектур операционных систем. Проанализированы потенциальные возможности беспроводных сенсорных сетей при их внедрении в экономические и бизнес-процессы. Исследована связность узлов в иерархических протоколах маршрутизации беспроводных сенсорных сетей. Разработан новый нейросетевой способ кластеризации беспроводной сенсорной сети. Разработана библиотека функций, также

создана система моделирования способов кластеризации беспроводной сенсорной сети.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Оппонент Кучерявый А.Е. Замечания: 1. Зачастую беспроводные сенсорные сети используют для мониторинга процессов, явлений, пространства и т.п. При этом важным является доля покрытия. Из текста диссертации не совсем ясно, какие характеристики покрытия могут быть достигнуты при использовании разработанных методов и протокола. 2. Стр. 48 «Нейронная сеть может принимать решение о сужении канала, либо обеспечении необходимой полосы пропускания». Непонятно, зачем, поскольку сенсорные сети относятся к классу низкоскоростных сетей LLN. 3. Стр. 98-99. Полезно было бы сравнить протокол EDNCP с другими протоколами из табл. 4.5 по длительности периода стабильности (до гибели первого узла).
2. Оппонент Ефимушкин В.А. Замечания: 1. Отсутствует четкое описание критериев кластеризации узлов БСС. 2. Не рассмотрены архитектуры нейронных сетей, «обучаемых с учителем». 3. В завершающем выводе «жизненный цикл БСС под управлением EDNCP больше известных аналогов на 27%» корректнее писать «превышает известные аналоги на 27% или больше». 4. В формулах (3.7), (3.8) вместо P_{MAX} следовало использовать 100, поскольку было принято, что $P_{MAX} = 100$. 5. В формулах (3.3), (3.8) ошибочно используется параметр n вместо N . 6. В списке сокращений и условных обозначений (стр. 106) отсутствуют условные обозначения, а также следовало бы дать перевод на русский язык расшифровок английских сокращений. В диссертации встречаются по несколько раз вводимые сокращения, например, ГКУ – 5 раз (стр. 7, 10, 24, 25, 107), БС – 4 раза (стр.6, 13, 25, 26). 7. Объем автореферата несколько завышен. 8. В автореферате встречаются неопределенные параметры, см. например формулу (2). Формулу (11), идентичную формуле (2), следовало опустить.

3. ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт связи».

Замечания отсутствуют.

Отзывы на автореферат: поступило 7 положительных отзывов – НИ ТПУ (Национальный исследовательский Томский политехнический университет), ФГОБУ ВПО СибГУТИ, ФГБОУ ВПО МАДИ, ФГАОУ ВО РУДН, ОАО «Ростелеком», ОАО «МТС», ООО «Системикс-ПАБ».

Замечания из отзывов на автореферат можно представить в следующем обобщенном виде: не совсем четко указаны критерии кластеризации и принцип построения матрицы радиовидимости; не рассмотрены архитектуры нейронных сетей, «обучаемых без учителя»; не указано количество нейронов и слоев, предлагаемой нейросетевой архитектуры в составе способа нейросетевой кластеризации узлов БСС; не указаны различия между одноинтервальной и многоинтервальной связностью узлов беспроводной сети; рекомендуется сравнить разработанный протокол EDNCP с другими протоколами по длительности периода стабильности (до гибели первого узла); из текста диссертации не совсем ясно, какие характеристики покрытия могут быть достигнуты при использовании разработанных методов и протокола; имеются стилистические и редакционные погрешности в тексте автореферата.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью сферы научных интересов оппонентов проблематике и специальности диссертации, научными достижениями и известностью ведущей организации и их соответствием другим требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложено использовать искусственные нейронные сети для кластеризации узлов беспроводных сенсорных сетей, что позволяет использовать различные параметры (уровни радиовидимости и остаточной

энергии, приоритет узлов и т.д.) для кластеризации и повысить время работы сети;

предложено использовать матрицу радиовидимости, являющейся математическим описанием связности узлов сети и радиовидимости узлов кластера по отношению ко всем остальным узлам сети, для повышения эффективности кластеризации;

разработан новый способ нейросетевой кластеризации беспроводной сенсорной сети, основанный на архитектуре сети Кохонена, обучаемой по Конструктивному методу;

разработан новый матричный способ кластеризации беспроводной сенсорной сети;

разработан новый протокол маршрутизации данных БСС, кластеризованных с использованием нейронных сетей, что позволяет повысить жизненный цикл сети на 27% по сравнению с существующими протоколами маршрутизации данных БСС.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

исследована эффективность кластеризации с помощью нейронной сети – Самоорганизующейся карты Кохонена, обучаемой по Конструктивному методу;

использованы методы искусственных нейронных сетей, теории графов, теории сетей связи, искусственного интеллекта, математического и компьютерного моделирования;

исследованы и изучены возможности применения искусственных нейронных сетей в решении задач беспроводных сенсорных сетей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что они **внедрены** в Правительстве Москвы, а также в учебном процессе кафедры информационной безопасности и автоматизации ФГОБУ ВПО МТУСИ. Имеется два акта о внедрении полученных результатов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория согласуется с опубликованными результатами других авторов по теме диссертации, полученными при моделировании протоколов маршрутизации, связанными с повышением жизненного цикла беспроводной сенсорной сети;

идея базируется на анализе статей других авторов в области исследования кластеризации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях;

установлено качественное совпадение полученных результатов с результатами работ других авторов по тематике диссертационной работы, в которых компьютерное моделирование аналогичных протоколов маршрутизации осуществлялось другими методами и в других моделирующих средах.

использованы механизмы искусственного интеллекта нейронных сетей, позволяющие осуществить кластеризацию узлов беспроводных сенсорных сетей на основании множества входных параметров.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все научные результаты диссертационной работы отличаются научной новизной и получены лично автором; в непосредственном участии соискателя в исследовании архитектур искусственных нейронных сетей на предмет возможности эффективного использования для кластеризации узлов БСС, разработке способа матричной кластеризации БСС, нейросетевой кластеризации БСС, протокола нейросетевой маршрутизации БСС, в личном участии в апробации результатов исследований на международных и всероссийских конференциях; в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В диссертации решена важная научно-техническая задача, заключающаяся в разработке способов кластеризации и протокола маршрутизации, позволяющих повысить эффективность функционирования (маршрутизации и самоорганизации) беспроводной сенсорной сети.

На заседании 21 апреля 2015 года диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная для отрасли связи научная задача, заключающаяся в повышении эффективности работы БСС, и которая соответствует критериям, установленным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 30.07.2014) по п. 9 в части оценки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертационный совет принял решение присудить Махрову Станиславу Станиславовичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Д 219.001.03

д.т.н., профессор



Аджемов Артем Сергеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Д 219.001.03

к.т.н., доцент



Ерохин Сергей Дмитриевич

21 апреля 2015 г.