

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Махрова Станислава Станиславовича

на тему: «Использование нейронных механизмов искусственного интеллекта для кластеризации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях»

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Диссертация Махрова С.С. посвящена исследованию в области самоорганизации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях. Основной целью диссертационной работы является повышение эффективности функционирования беспроводных сенсорных сетей (БСС) посредством использования механизмов искусственного интеллекта нейронной сети.

Тема исследования является актуальной, поскольку беспроводные сенсорные сети на сегодняшний день находят широкое применение во многих отраслях промышленности, системах обеспечения безопасности и контроля над объектами, средствах управления и мониторинга промышленными и жилыми помещениями, а также в транспортной и энергетической инфраструктурах. БСС являются современным направлением развития сетей связи, а варианты их применения и количество задач, которые могут быть решены с их помощью, стремительно увеличиваются.

Полученные результаты обладают практической ценностью для разработки систем мониторинга и управления объектами.

Особую актуальность применение данной разработки находит при решении задач длительного мониторинга и контроля над множеством технологических объектов, число которых может достигать достаточно больших масштабов (от 10 000 и более объектов). За счет использования удаленных, самоорганизующихся беспроводных сенсоров, автоматически объединяющихся в сеть, функционирование которой может осуществляться в течение достаточно длительного периода, представляется возможным значительно оптимизировать ряд технологических задач.

Научная новизна диссертационной работы заключается в получении следующих результатов:

- использование нейросетевого подхода для решения задачи самоорганизации узлов беспроводной сенсорной сети, позволяющего производить кластеризацию узлов точнее и учитывать множество критериев кластеризации;

- произведено исследование различных архитектур нейронных сетей для решения задачи кластеризации узлов беспроводной сенсорной сети;
- предложена структура – матрица радиовидимости, хранящая данные о связности всех узлов сети, которая может быть подана в качестве входных данных на вход нейронной сети;
- разработан новый способ кластеризации узлов беспроводной сенсорной сети, основанный на архитектуре сети Кохонена.
- разработан новый протокол маршрутизации, позволяющий повысить эффективность функционирования беспроводной сенсорной сети по метрике жизненного цикла на 27% по сравнению с другими современными протоколами маршрутизации.

В качестве замечаний следует указать то, что недостаточно описан используемый Конструктивный метод обучения нейронной сети Кохонена, для понимания необходимо обращение к сторонним источникам информации.

При использовании нейронной сети для кластеризации узлов БСС автор столкнулся с проблемой, которая заключается в том, что описывающие узлы БСС вектора, близко лежащие друг к другу, могут относиться к устройствам, которые не связаны между собой. В диссертации она решается с помощью условия связности. Аналогично данную проблему можно решить, введя в Евклидову норму большой штраф при вычислении расстояния между такими устройствами. Это позволит сделать алгоритм больше соответствующим общепринятому стилю проектирования искусственных нейронных сетей.

Указанные недостатки не являются принципиальными и не снижают важности проведенных в данной диссертационной работе исследований и высокой эффективности разработанного способа нейросетевой кластеризации и протокола маршрутизации на его основе.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация написана на высоком научном уровне, соответствует научно-исследовательской работе и требованиям, предъявляемым ВАК РФ, а ее автор – Махров Станислав Станиславович заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Руководитель направления
отдела научного взаимодействия
ОАО «Ростелеком», к.т.н.



Шевелев С.В.
30.03.15

Подпись Шевелева С.В. – заверяю
Директор департамента кадрового
администрирования и подбора
персонала ОАО «Ростелеком»



Мурзина И.В.

Отзыв

на автореферат диссертации Махрова Станислава Станиславовича «Использование нейронных механизмов искусственного интеллекта для кластеризации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях»

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Актуальность работы

Эволюция и прогресс беспроводных технологий связи охватывают множество путей развития. Одним из таких направлений является разработка новых подходов, алгоритмов, протоколов и интеграция беспроводных сенсорных сетей (БСС) в самые распространенные отрасли человеческой деятельности. БСС отрывают широкие возможности соединения физического мира с цифровым миром, позволяя повсеместно и детально контролировать окружающие предметы, что постулируется широко известной и актуальной концепцией Интернета вещей.

Существует множество проблем, которые необходимо решить для реализации потенциала таких сетей. БСС должны быть надежными и масштабируемыми для обеспечения функционирования большого количества автоматически самоорганизующихся узлов. При этом, узлы сети должны функционировать в течение длительного периода времени, используя ограниченные энергетические ресурсы.

Решению проблем самоорганизации и маршрутизации данных посвящена диссертационная работа С.С.Махрова, которая посвящена использованию нейросетевых технологий в БСС, что породило некоторого рода симбиоз сетей разных направлений и архитектур.

Исходя из вышеизложенного, тема диссертационной работы, несомненно, является актуальной в условиях текущего курса развития сетей связи и направления Интернет-вещей.

Целью диссертационной работы Махрова С.С. является повышение эффективности функционирования (времени жизни сети) БСС посредством использования механизмов искусственного интеллекта нейронной сети.

Автор произвел комплексный анализ применения различных архитектур нейронных сетей для кластеризации узлов БСС. В результате анализа, выявлено, что наиболее эффективной для кластеризации узлов БСС будет использование нейронной сети Кохонена.

Осуществлено исследование большой научно-технической базы, включающей в себя различные нестандартные способы обучения нейронной сети Кохонена. В итоге был выбран Конструктивный метод обучения нейронной сети и дополнительно введено условие связности, позволяющее обеспечить учет особенностей беспроводных узлов при их кластеризации. На этой основе предложен способ нейросетевой кластеризации БСС.

В завершении работы был предложен протокол маршрутизации, эффективно реализующий разработанный способ кластеризации, позволяющий использовать искусственную нейронную сеть для самоорганизации БСС.

Созданный нейросетевой протокол маршрутизации позволяет оптимизировать передачу данных, повысить время жизни и живучесть сети. Иерархическая направленность протокола обеспечивает высокую масштабируемость сети (до 10 000 узлов и более), а также предоставляет возможность использования мобильной базовой станции.

В ходе диссертационного исследования автором был получен ряд новых научных результатов, среди которых стоит отметить следующие:

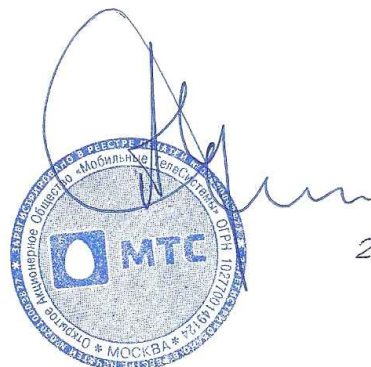
- предложено и исследовано применение искусственных нейронных сетей для кластеризации БСС, что в конечном итоге позволило повысить качество формируемых кластеров в формируемой иерархии узлов и повысить время жизненного цикла сети;
- предложено и показано использование матрицы радиовидимости для математического описания связности узлов сети на основании их радиовидимости как эффективный и оптимальный способ формирования входных векторов для искусственной нейронной сети;
- исследована эффективность кластеризации с помощью нейронной сети Кохонена;
- разработан новый способ нейросетевой кластеризации беспроводной сенсорной сети;
- разработан новый протокол маршрутизации данных БСС, кластеризованных с использованием нейронных сетей, позволяющий повысить жизненный цикл сети на 27% по сравнению с другими протоколами маршрутизации БСС.

Замечания по автореферату

1. Отсутствуют данные о том, в каком порядке на вход нейронной сети подаются обучающие вектора и влияет ли порядок подачи векторов на результат кластеризации.
2. Рисунок, приведенный в автореферате под №4 (граф радиовидимости) не наполнен конкретным содержанием и имеет исключительно иллюстративный характер.

Однако указанные недостатки не снижают качества научных исследований и уровня произведенной автором работы.

Вице-президент по технике и
информационным технологиям



А.Э.Ушацкий

26.03.2015

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Махрова Станислава Станиславовича
«Использование нейронных механизмов искусственного интеллекта для
кластеризации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.
Специальность 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

В диссертации Махрова Станислава Станиславовича исследовалась актуальная задача кластеризации узлов в беспроводных сенсорных сетях. Автор предложил новый оригинальный подход к решению этого класса задач, что вызывает интерес для специалистов в данной области науки.

Автор исследует возможности самоорганизующейся карты Кохонена, обучаемой по Конструктивному методу, применительно к задаче кластеризации узлов в беспроводных сенсорных сетях. Автор подчеркивает, что использование Конструктивного метода позволяет избавиться от ряда недостатков, присущих классическому алгоритму обучения карт Кохонена.

В работе предложено использовать матрицу радиовидимости узлов беспроводной сети, что позволяет осуществлять корректную кластеризацию с учетом уровня радиосигналов соседних устройств. Также автор предложил оригинальный матричный способ кластеризации.

Представленные в работе результаты моделирования доказывают эффективность предложенного автором способа кластеризации узлов сети. Разработанный автором протокол нейросетевой маршрутизации, позволил повысить жизненный цикл сети на 27% по сравнению с существующими протоколами маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными результатами в области построения беспроводных сетей.

Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований.

Замечания

В автореферате не указаны различия между одноинтервальной и многоинтервальной связностью узлов беспроводной сети.

Нет четкого описания критериев кластеризации узлов сети нейронной сетью Кохонена.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение

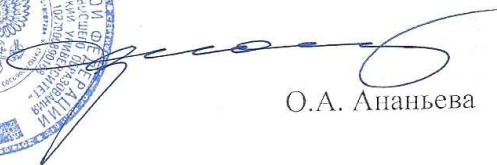
Диссертационная работа С.С. Махрова выполнена на высоком научном уровне и соответствует требованиям положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук. Считаю, что Махров Станислав Станиславович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Доктор технических наук, профессор
Спицын Владимир Григорьевич,
634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30,
телефон: (3822) 701-609, e-mail: spvg@tpu.ru,
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет,
профессор кафедры вычислительной техники



В.Г. Спицын
31.03.2015

Подпись В.Г. Спицына заверяю
Ученый секретарь
Национального исследовательского
Томского политехнического университета.

О.А. Ананьева

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Махрова Станислава Станиславовича «Использование нейронных механизмов искусственного интеллекта для кластеризации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Применение искусственных нейронных сетей (ИНС) открывает широкие перспективы в решении множества различных технических задач, благодаря их возможности самообучаться, решать задачи при неизвестных закономерностях, устойчивости к шумам во входных данных, а так же другим достоинствам. Одним из таких достоинств является способность многокритериальной оценки объектов при кластеризации, что позволяет учитывать максимально возможное количество факторов, оказывающих влияние на принятие конечного решения по определению принадлежности объекта к кластеру. ИНС в последнее время приобретают все большую популярность по всему миру и большое количество исследований в настоящее время направлено именно в этой области. Базовые архитектуры нейронных сетей модифицируются, дополняются специфическими правилами обучения для решения определенных задач.

Беспроводные сенсорные сети (БСС) являются объектом исследования данной диссертационной работы и в свою очередь являются одним из самых перспективных направлений развития современных телекоммуникационных технологий. Перспективы внедрения БСС и масштабируемость их использования, как на производстве, дистанционном здравоохранении, наблюдении чрезвычайных ситуаций, сельскохозяйственном контроле, так и потребителями инфокоммуникационных услуг, дают основание предполагать появление нового значительного по объему синтетического трафика.

Конвергенция технологий ИНС и БСС, осуществленная в данной работе представляет особый интерес и позволяет достичь автору поставленную цель – повысить эффективность функционирования беспроводной сенсорной сети. В работе решаются актуальные проблемы самоорганизации и маршрутизации данных

Научная новизна диссертационной работы Махрова С.С. состоит в следующем:

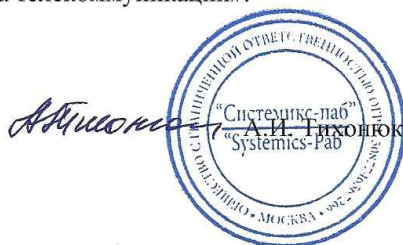
1. В работе предложено использовать ИНС для кластеризации узлов БСС, что позволило использовать множество различных критериев кластеризации и повысить жизненный цикл сети.
2. Предложено использовать матрицу радиовидимости – математическое описание связности узлов сети и их радиовидимости, которая используется в качестве входных данных для ИНС.
3. Исследована эффективность кластеризации посредством нейронной сети – Самоорганизующейся карты Кохонена, обучаемой по Конструктивному методу.
4. Разработан новый способ нейросетевой кластеризации беспроводной сенсорной сети, основанный на архитектуре сети Кохонена, обучаемой по Конструктивному методу.
5. Разработан новый матричный способ кластеризации беспроводной сенсорной сети.
6. Разработан новый нейросетевой протокол маршрутизации данных БСС, что позволило повысить жизненный цикл сети на 27% по сравнению с существующими протоколами маршрутизации данных БСС.

Результаты диссертационного исследования достаточно полно освещены в литературе. По теме диссертации опубликовано 16 печатных работ, в том числе 5 работ в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях из перечня ВАК. Имеются 2 свидетельства ФИПС о регистрации нового программного обеспечения, проходит регистрацию патент на изобретение «Нейросетевой способ кластеризации беспроводной сенсорной сети».

В качестве замечаний по автореферату можно выделить следующее: не совсем понятно, как по матрице радиовидимости выделяются входные вектора для ИНС. Однако, отмеченный недостаток не снижает общего положительного впечатления от выполненной работы.

Таким образом, диссертационная работа соответствует специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», является законченной научно-квалификационной работой, выполненная на высоком научном уровне и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Махров С.С., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Генеральный директор
ООО «Системикс-ПАБ»



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Махрова Станислава Станиславовича на тему:
«Использование нейронных механизмов искусственного интеллекта для кластеризации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности
(05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»)

В современном информационном обществе важной задачей комплексной автоматизации промышленности является организация обмена информацией в масштабах предприятия и за его пределами на основе единой, стандартной, масштабируемой и высокопроизводительной сети. Такие возможности открывает перспективное направление развития телекоммуникаций - беспроводные сенсорные сети (БСС).

Беспроводные сети сейчас активно применяются и чрезвычайно актуальным является внедрение современных беспроводных сенсорных технологий в сетях промышленной автоматики. Уже давно назрела необходимость в надежных беспроводных распределенных системах управления технологическим процессом, причем не только на уровне предприятия, но и за его пределами. Работы в этом направлении ведутся и в России, и за рубежом.

Среди критически важных проблем, которые возникают при адаптации БСС к какому-либо технологическому процессу можно выделить следующие:

- максимизация жизненного цикла сети;
- обеспечения максимальной зоны покрытия;
- масштабируемость сети;
- отказоустойчивость и живучесть сети.

Решению всех этих и многие другие проблемы посвящена диссертационная работа Махрова С.С.

Тема работы является актуальной и содержит перспективные варианты решения текущих важнейших проблем объекта исследования – беспроводных сенсорных сетей. Конечной целью работы является посредством использования механизмов искусственного интеллекта нейронной сети повысить эффективности функционирования беспроводной сенсорной сети.

Предметом исследования диссертационной работы являются алгоритмы и методы кластеризации и маршрутизации данных в беспроводной сенсорной сети.

Научная новизна работы, на мой взгляд, состоит в следующем:

1. использование искусственной нейронной сети для кластеризации узлов беспроводных сенсорных сетей, что позволяет использовать различные параметры для кластеризации и повысить время работы сети.
2. Исследована эффективность кластеризации с помощью нейронной сети самоорганизующейся карты Кохонена и разработан новый способ

нейросетевой кластеризации БСС, основанный на архитектуре сети Кохонена, обучаемой по Конструктивному методу.

3. 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.

Работа автора была представлена на различных конференциях и выставках, а также опубликована в различных периодических изданиях.

В качестве замечаний по автореферату можно выделить следующее:

- не указано количество нейронов и слоев, предлагаемой нейросетевой архитектуры в составе способа нейросетевой кластеризации узлов БСС.

Тем не менее, данное замечание несколько не снижает качества данной работы.

Оценка данной работы – положительная. Результаты работы, ее актуальность и новизна отвечают требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ, а ее автор Махров Станислав Станиславович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Декан подготовительного факультета для иностранных граждан,
доцент, каф. Общетеоретических дисциплин,
ФГБОУ ВПО Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
к.т.н.,

Новиков А.В.

09.04.2015

Контактная информация:

125319, Москва, Ленинградский проспект, 64

8(499) 155-0409, 8(499) 155-0394

dpf@madi.ru

Подпись декана ПФИ, к.т.н., доц. Новикова Андрей Викторовича

подтверждаю

Проректор МАДИ
по международным связям



Н.Ременцов

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Махрова Станислава Станиславовича «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ УЗЛОВ И МАРШРУТИЗАЦИИ ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Диссертация посвящена исследованию методов повышения эффективности функционирования беспроводных сенсорных сетей (БСС) с помощью механизмов искусственного интеллекта нейронной сети.

Актуальность данной темы обусловлена глубиной проникновения сенсорных сетей во все сферы современной жизни: науку, производство, здравоохранение, быт, военные технологии и пр. В связи с этим разработка научно-методического аппарата для построения и оптимизации беспроводных сенсорных сетей приобретает важное значение.

Диссертационное исследование обладает научной новизной: предложены матричный и нейросетевой методы кластеризации БСС. Практическая ценность работы заключается в разработанном автором протоколе маршрутизации БСС, который позволяет оптимизировать передачу данных и повысить время жизни и живучесть сети. Практическая значимость диссертационной работы подтверждена двумя свидетельствами ФИПС о регистрации нового программного обеспечения и проходящим регистрацию патентом на изобретение нейросетевого способа кластеризации.


Особо следует отметить третью и четвертую главы диссертационной работы, в которых автор умело применяет результаты теории нейронных сетей и методы компьютерного моделирования для решения научной задачи.

Результаты исследований нашли широкое отражение в открытой печати в виде 16 публикаций (5 из которых в ведущих рецензируемых журналах и журналах из списка ВАК) и докладывались на 5 международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Недостатком является то, что из автореферата не ясно, каким образом нейросетевой и матричный методы кластеризации учитывают местоположение физических узлов БСС относительно друг друга, и расстояние между ними при задании матрицы радиовидимости, и какой смысл вкладывается в понятие «мощности сигнала узла i по отношению к узлу j ».

В заключение следует отметить, что постановка проблемы исследования, глубина ее охвата, качество теоретической проработки и практическая ценность полученных результатов позволяют сделать вывод о том, что диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель, Махров С.С. заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13.

Зав. кафедрой систем мобильной связи
Сибирского государственного университета
телекоммуникаций и информатики, к.т.н., доцент


Е.В. Кокорева
30.03.2015

Подпись Кокоревой Е.В. заверяю
Зам. начальника ОПУ по кадровым вопросам




Т.И. Конева

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Махрова С.С. на тему «Использование нейронных механизмов искусственного интеллекта для кластеризации узлов и маршрутизации данных в беспроводных сенсорных сетях», представляемой к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Актуальность темы диссертации

Развитие телекоммуникаций в настоящее время происходит стремительно и идет по направлению широко известной и перспективной концепции Интернета Вещей (ИВ).

Беспроводные сенсорные сети (БСС) являются одной из основных составляющих ИВ. Данная область исследований имеет устойчивые научные, технологические и промышленные основы, а также непосредственно связана с ИВ. БСС являются шагом на пути перехода в следующую эпоху информатизации, когда электронные устройства будут непосредственно соединены с физическим миром и смогут угадывать желания пользователей, а также принимать за них решения.

В диссертационной работе решается задача повышения эффективности самоорганизации и маршрутизации данных БСС. Решаемая задача является актуальной в виду курса информатизации общества в соответствии с парадигмой развития ИВ.

Научная новизна работы

Полученные результаты позволяют повысить эффективность функционирования беспроводной сенсорной сети на 27% по сравнению с известными аналогами. Данный показатель жизненного цикла БСС достигается за счет **разработанного протокола маршрутизации на основе искусственной нейронной сети (ИНС) Кохонена**.

В работе проведен комплексный анализ и исследование возможностей искусственного интеллекта различных архитектур ИНС для применения в беспроводных сенсорных сетях.

Исследована эффективность кластеризации с помощью нейронной сети – Самоорганизующейся карты Кохонена, обучаемой по Конструктивному методу.

Предложена матрица радиовидимости в качестве математической модели и структуры, описывающей связность, радиовидимость узлов БСС для дальнейшей обработки посредством ИНС.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанный протокол нейросетевой маршрутизации может быть использован для обеспечения функционирования беспроводных сенсорных сетей, позволяя оптимизировать передачу данных, повысить жизненный цикл и их живучесть.

Полученные результаты в отношении анализа различных архитектур ИНС для использования в БСС, могут быть использованы в дальнейших разработках высокоэффективных протоколов на основе управления ИНС.

Замечания по автореферату:

1. По тексту автореферата указывается, что в ходе моделирования получены визуальные результаты нейросетевой кластеризации узлов, но в автореферате они не представлены;

2. Не ясно, по каким критериям осуществляется кластеризации узлов БСС.

Отмеченные недостатки не являются существенными и не снижают общей положительной оценки работы. Судя по автореферату, диссертация Махрова С.С. является законченным научным исследованием, посвященным решению актуальных задач, результаты которого имеют теоретическую и практическую ценность. Диссертационная работа решает важные для задачи отрасли связи и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

«27» марта 2015 г.

Доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей
Российского университета дружбы народов,
кандидат физико-математических наук
по специальности 05.13.17 –
«Теоретические основы информатики»,
доцент

Ю.В. Гайдамака

27.03.2015

Подпись Гайдамака Юлии Васильевны заверяю:

Ученый секретарь
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,
доктор физико-математических наук,
профессор



В.М. Савчин

Гайдамака Юлия Васильевна,
доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (ФГАОУ ВО РУДН)

Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Тел.: +7 (495) 955 0999

E-mail: ygaidamaka@sci.pfu.edu.ru