

Российский университет  
дружбы народов (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

13 ноября 2017  
№ 0200-50/6-11-1

## ОТЗЫВ

официального оппонента

Андреева Сергея Дмитриевича

на диссертацию

Футахи Абдо Ахмеда Хасана

«ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ  
ГОЛОВНЫХ УЗЛОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕСПРОВОДНЫХ  
СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

### Актуальность темы диссертационной работы

В связи с бурным развитием в недавнее время концепции Интернета вещей и распространением технологии беспроводных сенсорных сетей как одной из основных для его реализации, существенное внимание уделяется разработке различных методов кластеризации в таких системах. В частности, становится актуальным решение задачи по выбору головного узла кластера беспроводной сенсорной сети и его ротация на протяжении ее жизненного цикла. Само же увеличение длительности жизненного цикла такой системы является важной научной и практической задачей, для решения которой в данной диссертационной работе предлагается временное использование мобильных узлов других сетей (например, беспилотных летательных аппаратов). Данные временные мобильные головные узлы могут быть привлечены для снятия информации с узлов исходной беспроводной сенсорной сети и, таким образом, позволяют повысить доступность, а также длительность жизненного цикла в рассматриваемой системе.

Таким образом, диссертационная работа А.А.Х. Футахи, посвященная изучению временных мобильных головных узлов в беспроводных сенсорных сетях, а также разработке и исследованию эффективных методов их использования, является, безусловно, актуальной.

Вход. № 158/17  
«15» 11 2017 г.  
подпись

## **Оценка обоснованности, достоверности и научной новизны работы**

Научная новизна полученных автором диссертационной работы результатов заключается в следующем:

1) Разработана новая модель использования временных мобильных узлов для сбора данных в беспроводных сенсорных сетях, отличающаяся от известных тем, что такие узлы выполняют функции головных узлов кластеров.

2) Определены характеристики, связанные с доступностью головного узла беспроводной сенсорной сети при использовании временного мобильного головного узла кластера. При этом, показано, что вероятность доступности головного узла беспроводной сенсорной сети может быть увеличена в несколько раз.

3) Показано существование оптимального значения длительности раунда в беспроводных сенсорных сетях с временными мобильными головными узлами кластеров, что позволяет снизить затрачиваемую на кластеризацию энергию при наличии ограничения на время доставки сообщений.

4) Предложена методика для выбора рационального значения скорости движения мобильного узла сети, отличающаяся от аналогов тем, что мобильный узел используется в качестве временного головного узла кластера беспроводной сенсорной сети, что позволяет увеличить число обслуживаемых сенсорных узлов в течение некоторого интервала времени.

Приведенное выше позволяет сделать вывод о том, что рассматриваемая диссертационная работа содержит новые научные результаты.

Методология и методы исследования, использованные в данной работе, не противоречат известным подходам, изложенным в работах по данной теме. Приведенные положения достаточно полно и в должной мере обоснованы в рамках принятых допущений и предположений. Достоверность предложенных в работе результатов подтверждается представленными данными моделирования, а также сравнением с известными ранее алгоритмами и подходами.

Автор применяет известные и апробированные методы вычислительной геометрии, прогнозирования и имитационного моделирования. Используются современные программные инструменты моделирования, а также визуализации полученных результатов.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

На сегодняшний день наблюдается конвергенция беспроводных сенсорных сетей как технологии для реализации концепции Интернета вещей с сотовыми сетями передачи информации. В этой связи, теоретическую ценность диссертационной работы составляет разработка новой модели,

предлагающей использование ресурсов временных мобильных головных узлов не только для сбора данных, но и для выполнения ими функций головных узлов кластеров. Кроме того, в диссертации обоснованы важные положения о существовании оптимального значения длительности раунда беспроводной сенсорной сети, а также о выборе рационального значения скорости движения временного мобильного головного узла кластера в рамках предложенной модели системы связи.

Практическую значимость диссертационной работы составляют научно-обоснованные рекомендации по планированию беспроводных сенсорных сетей с временными мобильными головными узлами кластеров. При этом показано, что могут быть достигнуты более высокие показатели, связанные с энергетической эффективностью беспроводных сенсорных сетей, а также увеличено значение длительности их жизненного цикла.

### **Содержание работы и публикации по теме**

Диссертационная работа содержит введение, четыре основные главы, заключение, список сокращений и условных обозначений, словарь терминов и список литературы, включающий 85 наименований на русском и английском языке, а также два приложения.

К достоинствам работы следует отнести то, что автором решен широкий круг задач, включающий в себя разработку новой модели сенсорной сети с временными мобильными узлами, позволяющей повысить вероятность доступности головного узла беспроводной сенсорной сети, а также оптимизацию длительности раунда в беспроводной сенсорной сети с временными мобильными головными узлами кластеров и описание методики определения скорости движения временного мобильного головного узла.

Следует также отметить, что кроме тщательного анализа характеристик рассматриваемых беспроводных сенсорных сетей в работе проведено всестороннее имитационное моделирование предложенных подходов.

Как диссертация, так и автореферат написаны качественно и точно, а также аккуратно оформлены. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. По результатам основных разделов даны соответствующие выводы, которые адекватно характеризуют результаты, полученные в работе.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях и семинарах. Всего по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них 2 статьи в зарубежном научно-техническом сборнике (Scopus), 2 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства образования и науки Российской

Федерации, 1 статья в журналах, включенных в РИНЦ, и тезисы докладов в количестве 4 в материалах научных конференций.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 17-й и 18-й международных конференциях «International Conference on Advanced Communications Technology» (ICAST 2015, 2016); на семинаре «Инфокоммуникационные технологии в цифровом мире», ЛЭТИ, (Санкт-Петербург, 2013); на 69-й конференции СПбНТОРЭС им. А.С. Попова (Санкт-Петербург, 2014); на 67-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов СПбГУТ, Санкт-Петербург, 28-29 мая 2013; на III международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» СПбГУТ (Санкт-Петербург, 2014), а также на заседаниях кафедры сетей связи и передачи данных СПбГУТ.

### **Замечания по диссертационной работе**

Наряду с перечисленными выше достоинствами следует также отметить имеющиеся в диссертации недостатки:

- 1) В первой главе диссертационной работы не описаны некоторые соговые технологии, ориентированные на поддержку приложений Интернета вещей, такие как NB-IoT, LTE-M, и EC-GSM-IoT. Аналогично, во второй главе не рассмотрена технология прямого взаимодействия устройств D2D, которая применяется для организации кооперативных сетей.
- 2) На стр. 56 при описании предлагаемой платформы динамической мобильной сенсорной сети не приведены ее количественные характеристики и показатели производительности.
- 3) В пунктах 3.1 (стр. 64) и 4.1 (стр. 76) не прокомментирован способ выбора основных параметров моделирования, а также степень чувствительности полученных результатов к такому выбору.
- 4) В главе 4 было бы полезно видеть рассуждения относительно возможности расширения полученных автором результатов на случай способа движения мобильного головного узла, отличного от прямолинейного.
- 5) Кроме того, в диссертации имеются некоторые неточности при оформлении библиографических ссылок, сокращений, нумерации разделов, а также аналитических выражений, например, на стр. 11, 33, 41 и 78. Также имеется ряд незначительных опечаток.


Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не влияют на общее положительное заключение о представленном исследовании.

## Заключение



Диссертация является законченным научно-квалификационным трудом, выполненным на высоком научно-техническом уровне, и соответствует специальности 05.12.13, по которой она представлена.

В работе решены все сформулированные задачи исследования и достигнута поставленная цель, получены новые научные результаты, которые могут быть применены при планировании и проектировании беспроводных сенсорных сетей. Оформление и стиль диссертации соответствуют принятому в научно-технической литературе. Автореферат диссертационной работы содержит достаточно полное описание выполненных исследований и полученных результатов, хорошо отражает ее содержание.

Считаю, что работа полностью отвечает критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а Фуахи Абдо Ахмед Хасан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

**Официальный оппонент,**  
старший научный сотрудник Научно-образовательного центра высокотехнологичных систем и инфокоммуникаций Института прикладной математики и телекоммуникаций федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов», кандидат технических наук  Андреев Сергей Дмитриевич

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук “Централизованное управление множественным доступом в сетях передачи информации при высокой загрузке” защищена Сергеем Дмитриевичем Андреевым 20 октября 2009 году по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в технике и технологиях).

Подпись Андреева Сергея Дмитриевича заверяю  
Ученый секретарь  
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,  
доктор физико-математических наук,  
профессор   Савчин В.М.

Андреев Сергей Дмитриевич,  
старший научный сотрудник Научно-образовательного центра  
высокотехнологичных систем и инфокоммуникаций Института прикладной  
математики и телекоммуникаций 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 0887, E-mail: serge.andreev@gmail.com