

## **ОТЗЫВ**

### **на автореферат диссертации**

Мохаммада Навара

«Маршрутизация данных в гетерогенной беспроводной сенсорной сети с применением методов интеллектуального анализа данных»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

#### **Актуальность темы**

Тематика беспроводных сенсорных сетей (БСС) сформировалась как отдельное направление исследований достаточно давно и получила широкое внимание со стороны научных коллективов во всем мире. Однако по-прежнему одной из наиболее актуальных остается проблема обеспечения высокой эффективности маршрутизации пакетов в БСС, поскольку постоянно появляются новые области применения такого класса сетей со своими возможностями и ограничениями.

Представленная диссертационная работа посвящена решению задач, связанных с оптимизацией процесса маршрутизации данных в гетерогенной сети, состоящей из наземного сегмента со стационарными сенсорными узлами и воздушной сети из беспилотных летательных аппаратов с динамической топологией. Учитывая, что в последнее время подобные типы сетей находят все более широкое применение, а также то, что автором предлагается использовать методы интеллектуального анализа данных, тема диссертационного исследования является актуальной и имеет как теоретическую, так и практическую значимость.

#### **Оценка результатов**

К наиболее важным научным результатам работы следует отнести:

- метод кластеризации стационарной БСС с использованием модифицированного алгоритма K-средних с учетом зон радиовидимости и GPS-координат узлов;
- обобщенный протокол маршрутизации для гетерогенной БСС, объединяющий протокол маршрутизации KmHNNSP в стационарном сегменте сети (наземные сенсорные узлы) и протокол маршрутизации на основе генетического алгоритма в летающем сегменте сети (рой БПЛА).

Научные результаты диссертации обоснованы, а их достоверность доказана методами имитационного моделирования, а также путем публикации и обсуждения на научных конференциях.

#### **Замечания**

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- При формировании матрицы стоимости, которая используется в генетическом алгоритме при маршрутизации, учитывается только расстояние между узлами и бинарный признак наличия/отсутствия связи между ними. Однако известно, что в БСС имеют место значительные колебания и асимметрия качества связи беспроводных соединений, поэтому во многих протоколах маршрутизации применяются более сложные мет-



рики оценки стоимости связи между соседними узлами, которые принимают во внимание параметры надежности каналов связи.

- Для маршрутизации в рое БПЛА автором предложено использовать как алгоритм Дейкстры, так и генетический алгоритм, но при этом в автореферате не приведены результаты сравнения эффективности рассмотренных подходов.
- В таблице 3 автореферата указано, что размер пакета данных составляет 4000 байт, но стандартами IEEE 802.15.4 и ZigBee, которые применяются в наземном сегменте сети, такой размер пакета не предусмотрен.
- Автором показана более высокая эффективность предложенного протокола KmHNNSP относительно известных протоколов LEACH и PL-EACH, но при этом не было проведено сравнение с другими протоколами маршрутизации, в которых применяются методы интеллектуального анализа данных.
- Предложенные автором решения основаны на использовании GPS-координат узлов, но в современных условиях все более актуальной становится задача разработки сетей, функционирующих без применения глобальных спутниковых систем позиционирования.

Отмеченные замечания носят не принципиальный характер и не ставят под сомнение результаты работы.

### Заключение

Исходя из содержания автореферата, представленная к защите диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), а ее автор, Мохаммад Навар, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Доцент кафедры «Информационные системы и телекоммуникации»  
МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кандидат технических наук



Баскаков С.С.

« 9 » ноября 2024 г.

Баскаков Сергей Сергеевич, к.т.н. (специальность 05.13.15 «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети»), доцент кафедры «Информационные системы и телекоммуникации» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Адрес: 105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д.5, к. 1

Сайт: <https://iu3.bmstu.ru/>

Телефон: +7 (499) 263-62-86

E-mail: [baskakov@bmstu.ru](mailto:baskakov@bmstu.ru)