

## ОТЗЫВ

официального оппонента, д. т. н. профессора Маколкиной Марии Александровны на диссертационную работу Романовой Анны Александровны на тему «Модели и методы оценки вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия в интернете вещей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 -Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

### Актуальность темы диссертационной работы

Тематика диссертационной работы Романовой Анны Александровны «Модели и методы оценки вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия в интернете вещей» направлена на решение одной из сложнейших научных проблем, возникшей в последнее время в связи с появлением концепции интернета вещей, услуг и приложений дополненной реальности, тактильного интернета и т.д. Это привело к необходимости изменения принципов и подходов к организации сетей связи, в том числе из-за гетерогенности устройств и сетей и их высокой плотности.

При расчете, проектировании, создании и эксплуатации сетей интернета вещей перед разработчиками стоит важная задача – организация эффективного взаимодействия устройств друг с другом, принимающая во внимание специфику информационного взаимодействия в беспроводных сенсорных сетях. В частности, устройства взаимодействуют по радиосетям; имеют автономное питание; они могут выполнять функцию не только рабочих станций, а могут и сами быть узлами (трансляторами) и выполнять функцию ретрансляции сообщений; они двигаются и могут менять свое положение в пространстве и пр. Перечисленные особенности существенно отличают сети интернета вещей – беспроводные сенсорные сети – от инфраструктурных (фиксированных) сетей, при моделировании процессов функционирования которых пространственные и энергетические характеристики традиционно рассматривались как статические. Известные существующие методы и модели оценки функционирования

инфраструктурных сетей не позволяют проводить оценку энергетических затрат на информационное взаимодействие. В то время как на практике при внедрении технологий интернета вещей задача экономии ресурсов сети, в частности энергоресурсов, рассматривается как ключевая и являющаяся залогом бесперебойной устойчивой работы приложений интернета вещей.

В диссертационной работе А.А. Романовой на первый план выдвигается научная задача разработки моделей и методов управления процессами информационного взаимодействия интернета вещей, учитывающая ограничения, связанные с энергопитанием. В работе предложены аналитические и имитационные модели, которые позволяют проводить оценку вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия в интернете вещей, что позволяет говорить о бесспорной актуальности темы.

#### **Новизна и достоверность основных выводов и результатов работы**

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

- Модель оценки энергетических характеристик множественного доступа в эфирных сетях, отражающая взаимное влияние вероятностно-временных и вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия умных вещей в эфирной среде, и позволяющая найти баланс между качеством обслуживания и затратами электроэнергии.
- Модель оценки энергетических характеристик сенсорных устройств в трехмерном пространстве, которая предназначена для оценки энергетических характеристик сенсорных устройств интернета вещей, имеющих автономный источник питания и расположенных в трехмерном пространстве.
- Модель регулируемого множественного доступа в сети интернета вещей, учитывающая сценарий доступа к ресурсам эфирной сети доступа на последней миле, использующий двухфазную модель обслуживания потоков неоднородных данных от умных вещей. Первая фаза: управление объемом

трафика, поступающего к глобальным инфокоммуникационным ресурсам. Вторая фаза – передача блоков данных в соответствии с регулируемым синхронно-временным методом множественного доступа. Математическая модель, позволяет оценивать качество передачи в рассматриваемой сети интернета вещей.

- Имитационная модель информационного взаимодействия в интернете вещей, которая позволяет описать объекты информационного взаимодействия интернета вещей, и может быть использована для экспериментирования в целях проектирования, анализа и оценки функционирования беспроводных сенсорных сетей интернета вещей.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов исследований**

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в расширении аппарата математического моделирования процессов информационного взаимодействия устройств с автономным питанием в интернете вещей.

Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение важной прикладной задачи области интернета вещей. Теоретические положения в работе доведены до конкретных аналитических моделей и методов расчета предлагаемых вероятностно-энергетических характеристик.

Практическая значимость работы состоит в том, что, во-первых, получены расчетные выражения (и на их основе созданы программные продукты) для оценки вероятностно-временных и вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия в интернете вещей, необходимых при проектировании беспроводных сенсорных сетей, и, во-вторых, предложен комплекс имитационных моделей информационного взаимодействия в интернете вещей, которые могут применяться для проведения разнообразных экспериментов в целях проектирования, анализа и оценки работы сенсорных

сетей интернета вещей при различных вариантах организации информационного взаимодействия.

### **Общая оценка диссертационного исследования**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации четко обоснованы.

Основные результаты и выводы диссертации являются новыми.

Достоверность полученных автором научных и практических результатов определяется обоснованным выбором исходных данных при постановке частных задач исследования, основных допущений и ограничений, принятых в процессе математического моделирования, соответствием расчетов с результатами экспериментальных исследований, проведенных лично автором, согласованностью данных, полученными другими авторами и апробацией результатов исследований на Всероссийских и ведомственных научно-технических конференциях.

Ценность выполненной работы для науки и практики состоит в применении основных научных результатов в моделях оценки вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия в интернете вещей.

Диссертационная работа характеризуется строгой последовательностью и четким изложением проблемы, соответствием содержания диссертации поставленным целям и задачами, обоснованностью сделанных теоретических выводов и практических результатов. Работа выполнена на актуальную тему, направлена на оценку вероятностно-энергетических характеристик в беспроводных сенсорных сетях интернета вещей.

### **Замечания по диссертационной работе**

В качестве замечаний по работе можно отметить следующее:

1. В разделе 2.3 рассматривается модель оценки энергетических характеристик сенсорных устройств в трехмерном пространстве и

предполагается, что сенсорные устройства распложены в пространстве, имеющем форму шара. Следовало бы дать пояснения как изменится данная модель, если предположить другую форму пространства.

2. Введение и использование дополнительных критериев оценки функционирования беспроводных сенсорных сетей при разработке систем информационного взаимодействия интернета вещей фактически делает выбор многокритериальным. К сожалению, этому принципиально важному вопросу в тексте диссертации не уделено должного внимания.

3. Отсутствует обоснование выбора программного продукта AnyLogic для имитационного моделирования.

4. Замечания по оформлению: в тексте присутствуют орфографические и пунктуационные ошибки, листинги программ расчета характеристик в Maple, представленные в разделе 4, целесообразно было бы разместить в приложениях.

Отмеченные недостатки не влияют на общую высокую оценку качества выполненной работы.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Диссертационная работа Романовой Анны Александровны «Модели и методы оценки вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия в интернете вещей» является законченной научно-квалификационной работой. В диссертации решены новые задачи оценки вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия в интернете вещей, что представляет собой решение научной задачи, имеющей важное значение. Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика: 3, 4, 5.

Диссертация отвечает критериям, изложенным в п. 9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в ред.

Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 № 335), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы.

Несмотря на отмеченные выше замечания, диссертационная работа «Модели и методы оценки вероятностно-энергетических характеристик информационного взаимодействия в интернете вещей» оценивается положительно, а ее автор, Романова Анна Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

д. т. н., доцент, профессор кафедры сетей связи и передачи данных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», (СПбГУТ)



М.А. Маколкина

Сведения об оппоненте:

Маколкина Мария Александровна, гражданка Российской Федерации, доктор технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» (2020 г.), доцент по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», профессор по кафедре «Сетей связи и передачи данных».

Почтовый адрес организации: Российская Федерация, 191186, Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, д. 61, литера А, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», (СПбГУТ); тел: +7 (812) 326-31-63; e-mail: rector@sut.ru.

Подпись (-и)



заверю

начальник административно-кадрового управления

/В.В. Новикова/ 20 г.

