

Акционерное общество
«ЦЕНТР ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ
НАЗЕМНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ»
(АО «ЦЭНКИ»)

ул. Щепкина, 42, стр.1, 2, Москва, 129110
ул. Ткацкая, д. 7, Москва, 105318 (для корреспонденции)
тел: (499) 912-84-75 (многоканальный), факс: (495) 631-93-24
<https://www.russian.space>, e-mail: tsenki@russian.space
ОКПО 43244586 ОГРН 1207700033760,
ИНН/КПП 9702013720/770201001

Председателю диссертационного
совета 24.2.327.03,
д.т.н., профессору В.В. Малышеву

125993, г. Москва, Волоколамское ш., д.4

12.10.2023 № 381-9491

Отзыв на автореферат

диссертационной работы Терентьева Максима Николаевича
на тему «Беспроводные сенсорные сети для космических систем»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации,
статистика (технические науки)

Актуальность темы работы. Современное состояние и направление развития беспроводных сенсорных сетей позволяют рассматривать их в качестве перспективной основы для создания систем коммуникаций в космических системах различного назначения. В составе компактных орбитальных группировок использование беспроводных сенсорных сетей позволяет снизить затраты энергии на обеспечение коммуникаций, что тем более важно, чем меньше размер космических аппаратов. Применение беспроводных сенсорных сетей на борту космических аппаратов позволяет организовать не предусмотренную штатными средствами систему мониторинга работы экипажа и оборудования. Применение беспроводных сенсорных сетей в качестве наземного источника дополнительной информации позволяет расширять данные дистанционного зондирования Земли и создавать на их основе производные информационные продукты, основным назначением которых является совершенствование управления социальными и промышленными объектами.

Перечисленные направления расширения функциональных возможностей космических систем за счет использования беспроводных сенсорных сетей основаны на сверхнизком потреблении узлами энергии автономных источников питания, отсутствии требований к инфраструктуре и способности к самоорганизации. Однако специфика космических систем, выраженная, в частности,

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«16» 10 2023г.

в постоянном изменении их конфигурации и большом масштабе, накладывает на работу беспроводных сенсорных сетей особые требования по сокращению потерь передаваемых данных и расходу энергии на передачу, которым универсальные беспроводные сенсорные сети соответствовать не могут.

Таким образом, налицо противоречие между возможностями универсальных беспроводных сенсорных сетей и потребностями космических систем. Разрешение этого противоречия позволит реализовать перечисленные ранее направления расширения функциональных возможностей космических систем. Но работы, направленные на разрешение данного противоречия, не известны. Поэтому тема работы Терентьева М.Н., направленная на разрешения названного противоречия, актуальна.

Целью работы Терентьева М.Н. является расширение функциональных возможностей космических систем в части решения задач коммуникаций в компактных группировках космических аппаратов и задач мониторинга как на борту космического аппарата, так и в наземном сегменте за счёт включения в их состав специального класса беспроводных сенсорных сетей, ориентированного на эффективное решение названных задач.

Содержание работы. Из автореферата работы следует, что автор обеспечивает достижение поставленной цели созданием класса беспроводных сенсорных сетей, метод самоорганизации которого целенаправленно сокращает потери данных и расход энергии узлами сети за счет ухудшения значений других известных показателей работы.

В первой главе работы обоснована целесообразность применения беспроводных сенсорных сетей в космических системах и необходимость разработки специального класса беспроводных сенсорных сетей, предназначенного для работы в составе космических систем. Определены критически важные для создаваемого класса показатели работы — надежность и расход энергии. Во второй главе сформулированы принципы работы беспроводных сенсорных сетей для космических систем. Основным новым принципом является наличие в рабочем цикле двух активных фаз. В третьей главе создана модель беспроводных сенсорных сетей для космических систем. В четвертой главе разработан соответствующий модели симулятор. В пятой главе представлена методика проектирования беспроводных сенсорных сетей для космических систем, основанная на использовании ранее разработанного симулятора. Шестая глава работы посвящена решению с использованием ранее полученных результатов актуальной практической задачи проектирования системы коммуникации внутри группировки научных наноспутников.

Научная новизна работы определяется тем, что в ней для обеспечения соответствия требованиям космических систем по высокой надёжности транспортировки информации и по низкому расходу энергии в условиях отсутствия доступа к узлам сети для их обслуживания впервые предложен и теоретически обоснован новый класс беспроводных сенсорных сетей, отличающийся наличием двух активных фаз на каждом сеансе передачи информации.

Результатами работы являются:

1. Научное обоснование целесообразности использования беспроводных сенсорных сетей в космических системах и необходимости разработки специального класса, учитывающего определяемые спецификой космических систем требования: обеспечение заданного уровня надёжности при одновременном снижении расхода энергии.
2. Теоретические основы класса беспроводных сенсорных сетей для космических систем и составляющие их положения, принципиально отличающие предложенный класс беспроводных сенсорных сетей от известных и обеспечивающие достижение соответствия требованиям космических систем. Основным новым положением является наличие в рабочем цикле двух активных фаз.
3. Модель беспроводных сенсорных сетей для космических систем, включающая параметризацию объекта обслуживания, узлов сети и радиоканала, а также отношения на интегральном множестве параметров беспроводных сенсорных сетей, объекта обслуживания, показателей надёжности и величины расхода энергии, включая связи, определяемые алгоритмами работы узлов, реализующими разработанные теоретические положения класса беспроводных сенсорных сетей для космических систем.
4. Программно-методический комплекс, включающий программный симулятор функционирования беспроводных сенсорных сетей для космических систем и методическое обеспечение, позволяющее выполнять синтез и анализ таких сетей.
5. Решение актуальной практической задачи проектирования системы коммуникации внутри группировки научных наноспутников.

Замечание. Из автореферата следует, что при моделировании всего объекта обслуживания используется единая модель распространения радиоволн. В случае применения беспроводной сенсорной сети для космических систем при интеллектуализации большого инфраструктурного объекта одна его часть может располагаться на открытом пространстве, а другая — в помещении или под землёй. Очевидно, распространение радиоволн не будет одинаковым в этих частях.

Возникает вопрос о возможности моделирования таких объектов при помощи разработанного симулятора.

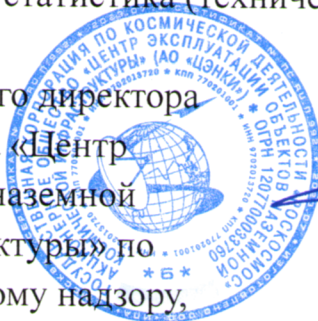
Названное замечание не снижает научной ценности полученных автором результатов.

Заключение. На основании изучения автореферата можно сделать следующие выводы. В диссертационной работе Терентьева М.Н. на тему «Беспроводные сенсорные сети для космических систем» поставлена и решена актуальная научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение. Диссертация обладает научной новизной и имеет существенное прикладное значение. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям. Автор диссертационной работы Терентьев Максим Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Заместитель генерального директора

Акционерного общества «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» по техническому и авторскому надзору,

доктор технических наук



Фадеев
Александр
Сергеевич

Наименование организации: Акционерное общество «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры»

Адрес: г. Москва, ул. Ткацкая, д.7, **Телефон:** (499) 912-84-75,

Эл. почта: tsenki@russian.space