



Акционерное общество
**«Научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт информатизации, автоматизации и связи
на железнодорожном транспорте»**

АО «НИИАС»

ул.Нижегородская, 27, стр.1, Москва, Россия, 109029; тел. (499) 262-5320, факс (499) 262-7443; e-mail: info@vniias.ru
ОКПО 82462078; ОГРН 1077758841555; ИНН/КПП 7709752846/770901001

№ _____
На № 148/22 от 25.07.2022



УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
Генерального директора
Д.Т.Н., профессор
Е.Н. Розенберг
Косарь 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (АО «НИИАС»)
на диссертационную работу Левшунова Владислава Витальевича на тему «Разработка и исследование беспроводных каналов сети технического мониторинга подвижного состава», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы.

Согласно Комплексной программе инновационного развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года, утвержденной советом директоров ОАО «РЖД» (протокол от 26 февраля 2020 г. № 13) предусматривается комплексное использование диагностической информации и данных мониторинга о текущем и прогнозируемом техническом состоянии задействованных физических активов ОАО «РЖД», оказывающих влияние на перевозочный процесс. В связи с этим крайне актуальным является научный поиск и определение перспектив реализации в области диагностирования и мониторинга физических активов ОАО «РЖД».

Диссертационная работа Левшунова Владислава Витальевича посвящена организации беспроводных каналов для систем технического мониторинга

подвижного состава и инфраструктуры железнодорожного транспорта. На основании вышеизложенного можно считать тему диссертации весьма актуальной.

Научная новизна исследований и полученных результатов.

1. Исследованы характеристики канала Wi-Fi для технического мониторинга подвижного состава (отношение мощностей сигнал/шум, вероятность потери пакета, провалы канальной скорости, хэндовер).
2. Предложены критерии эффективности и получены допустимые значения оценок эффективности канала Wi-Fi для технического мониторинга подвижного состава.
3. На основании экспериментальных данных получены оценки доступности, оперативности и качества работы канала Wi-Fi локальной сети поезда.
4. Разработана методика расчета вероятности ошибки в канале Wi-Fi в условиях быстрых замираний огибающей сигнала.
5. Предложены рекомендации по повышению эффективности технологии Wi-Fi для технического мониторинга подвижного состава.

Практическая значимость проведенных исследований

1. Разработаны методические основы проектирования каналов сети мониторинга ж/д транспорта на основе беспроводных технологий. Техническое обоснование возможности использования атмосферных каналов, сенсорных сетей и технологий Wi-Fi для мониторинга.

2. Разработаны методики оценки доступности, оперативности и качества канала Wi-Fi сети поезда.

3. На основании экспериментальных данных рассчитаны следующие параметры канала Wi-Fi сети поезда:

- а) коэффициент доступности (0,978);
- б) вероятность временной задержки передачи информации (0,998);
- в) среднее время временной задержки (2,87с);
- г) вероятность потери цифрового пакета (0,021).

4. Сделаны выводы о возможности использования технологии Wi-Fi для технического мониторинга на ж/д транспорте, исходя из требуемых значений по качеству и доступности.

5. Предложены рекомендации по повышению эффективности технологии Wi-Fi для технического мониторинга подвижного состава и инфраструктуры ж/д транспорта.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений.

Во введении сформулирована и обоснована актуальность исследований диссертационной работы, определены объект, предмет, цель исследований, изложены научные результаты, дана оценка новизны, достоверности, теоретической и практической значимости полученных выводов и рекомендаций.

В первой главе рассмотрены особенности различных беспроводных технологий для организации каналов мониторинга технического состояния подвижного состава и инфраструктуры на ж/д транспорте. Отмечены достоинства и недостатки технологий Wi-Fi, атмосферной связи и сенсорной сети, организованной по типу MESH. Особое внимание уделено технологии Wi-Fi как наиболее распространенной и приспособленной для технического мониторинга на ж/д транспорте. Предложены критерии эффективности передачи информации по каналам мониторинга, а также оценки критериев. Определены задачи и пути решения вопроса возможностей беспроводной технологии для технического мониторинга и обеспечения безопасности движения поездов.

Во второй главе предложена структурная схема организации беспроводных каналов для системы мониторинга технического состояния подвижного состава и инфраструктуры ж/д транспорта. Система обеспечивает контроль технического состояния поезда, линейных и станционных объектов и формирование данных для беспилотного управления движением поездов.

Система представляет собой трехуровневую структуру, организованную на основе беспроводных технологий Wi-Fi, оптических каналов (атмосферной связи) и сенсорных сетей MESH. Предлагается объединить в одну систему мониторинг со стороны диспетчерского центра управления движением ДЦУ и технический контроль за состоянием мостов, тоннелей, переездов, объектов станционной инфраструктуры (стрелочные переводы, пешеходные мосты, путепроводы и т.д.), а также подвижными составами. Для реализации этой цели расширяются функции и возможности локальных сетей Wi-Fi поездов. Локальные сети Wi-Fi поездов с помощью поездной базовой станцией (ПБС) собирают информацию технического мониторинга вагонов подвижного состава и инфраструктуры и передают ее в ДЦУ через сеть стационарных базовых станций СБС.

В третьей главе разработаны методики оценки статистических характеристик канала Wi-Fi. На основании собранных экспериментальных данных исследованы процессы хэндовера, провалов и флуктуаций канальной скорости передачи данных по каналам Wi-Fi. В результате эксперимента получены следующие данные канала Wi-Fi между СБС и ПБС для скорости поезда не более 50км/ч:

- 1) характеристика комплексного параметра модуляции и кодирования (TxMCS);
- 2) характеристики показателя уровня принимаемых сигналов (RSSI);
- 3) моменты осуществления хэндовера (переключения) ПБС в локальной сети поезда (HO_CUrrM);
- 4) моменты осуществления хэндовера (переключения) СБС (HO_CUrrAP);
- 5) канальная скорость к/с канала Wi-Fi между ПБС и СБС (TxRate).

Для оценки характеристик доступности, оперативности и качества передачи данных построены гистограммы распределений вероятностей длительности хэндовера, опасных флуктуаций и провалов канальной скорости.

В четвертой главе предложен способ расчета эффективности технологии Wi-Fi и определены допустимые значения вероятности ошибки. В результате разработана методика оценки критерия качества канала Wi-Fi для технического мониторинга и управления движением поездов на ж/д транспорте. Для этого исследованы законы распределения плотности вероятностей и дисперсии флуктуаций канальной скорости из-за быстрых замираний. Рассчитаны допустимые значения вероятности ошибки в канале Wi-Fi, гарантирующие требуемое качество связи в системе технического мониторинга подвижного состава. Сделаны выводы о возможностях канала Wi-Fi для технического мониторинга и предложены способы повышения эффективности беспроводной технологии.

В приложении диссертации представлены акты о внедрении результатов диссертации в новые проекты ООО «СетьТрансПроект», ООО «Связьпроект групп», ООО «НПО Инжиниринг», АО «МаксимаТелеком».

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием апробированного математического аппарата теорий передачи сигналов, вероятностей и математической статистики, сравнением прогнозируемых результатов с расчетами вычислительных и натурных экспериментов.

Основные положения диссертации отражены в публикациях автора, а также прошли апробацию на научных конференциях.

Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации и позволяет оценить результаты работы.

Результаты диссертационной работы можно рекомендовать к применению в научно-исследовательских и проектных организациях, занимающихся разработкой и проектированием технического мониторинга подвижного состава и инфраструктуры ж/д транспорта.

К недостаткам диссертации относится следующее:

1. Не приведены параметры рекомендуемых технических средств Wi-Fi (излучаемая мощность передатчика, полоса частот), которые используются в трехуровневой системе и поэтому, не понятно соблюдаются ли требования действующего законодательства РФ ГКРЧ от 07.05.2007 № 07-20-03-001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия» и Постановления Правительства РФ от 12.10.2004 № 539 Правила регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств,

2. При экспериментальных исследованиях процессов хэндовера, провалов и флуктуаций канальной скорости передачи данных по каналам Wi-Fi отсутствуют значения излучаемой мощности и используемая полоса радиочастот канала

3. Третий уровень системы беспроводной связи относится к категории «Промышленного интернета» и поэтому имеет смысл для удовлетворения требования интернета вещей использовать группу IEEE 802.11ah (TaskGroupah, TGah) созданных Комитетом IEEE 802 с энергоэффективным протоколом, позволяющим тысячам станций, расположенным как в помещении, так и вне его, работать в одной и той же частотно-пространственной области.

4. Не приведена сравнительная оценка условий распространения сигнала в канале Wi-Fi на открытых участках и в тоннелях.

5. Не представлены статистические характеристики быстрых замираний, возникающих в результате «многолучевости» распространения сигнала дециметрового диапазона.

6. Нет данных о расстояниях, которое должно быть для получения непрерывной связи между базовыми станциями и радиостанциями подвижного состава на первом уровне системы, не сделан прогноз параметров канала Wi-Fi для скорости больше 50 км/час.

7. Имеются ошибки редакционного характера.

Заключение

Отмеченные недостатки носят частный характер и не сказываются существенно на научной и практической значимости полученных в диссертации результатов. Диссертация является законченной диссертационной работой, в которой решена актуальная задача по разработке научно-методических основ проектирования каналов технического мониторинга подвижного состава и железнодорожной инфраструктуры.

Диссертация удовлетворяет требованиям п.п. 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Левшунов Владислав Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании подразделения АО «НИИАС» – «Отделения телекоммуникаций и систем передачи данных» «31» мая 2022г.

Начальник Отделения телекоммуникаций
и систем передачи данных, к.т.н.



А.В. Захаров

Начальник отдела
технологической связи, к.т.н.



О.К. Васильев