

УТВЕРЖДАЮ:

Первый заместитель Генерального  
директора акционерного общества  
«Научно-исследовательский  
институт железнодорожного  
транспорта» (АО «ВНИИЖТ»),

д.т.н., проф. А.Б. Косарев

«26»



2022 г.

### ОТЗЫВ

**ведущей организации – Акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ») на диссертацию Батраева Владимира Владимировича «Повышение эффективности использования пропускной способности железнодорожных линий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.4. Управление процессами перевозок**

#### 1. Актуальность темы исследования

Актуальность рассматриваемой работы заключается в том, что вопросы повышения эффективности использования пропускной способности, обеспечения безопасности движения и повышения надежности функционирования технических средств являются важнейшими для железных дорог. Необходимо отметить, что функциональное развитие систем управления движением на железнодорожном транспорте в целом требует комплексного подхода, затрагивающего не только локомотивные технические средства, но и инфраструктурное оборудование, включая алгоритмы обработки информации и технологии организации движения. Сбои в работе систем, вызванные надежностью структурных элементов и несовершенством алгоритмов обработки данных, проблемы сокращения времени принятия решений бортовыми устройствами обеспечения безопасности, а также вопросы повышения точности электронных карт формируют область актуальных исследований научных институтов ОАО «РЖД». Отдельно выделяется модернизация техники и технологий с учетом минимизации

влияния человеческого фактора на процесс управления движением поездов, в условиях не только ограниченного финансирования, но и проводимой санкционной политики. Использование импортной элементной базы становится источником дополнительного риска в условиях политики технологического суверенитета, для чего требуется разработка методических подходов не только к построению, но и расчету стоимости систем повышенной надежности.

В работе ставится задача формирования нового комплекса научных и практических методик и способов организации движения, алгоритмов и принципов функционирования технических средств обеспечения безопасности и обработки информации, которые позволяют качественно увеличить показатели использования пропускной способности линий при минимизации затрат в инфраструктуру.

Всё это определяет актуальность темы диссертации и проблематики исследования.

## **2. Оценка структуры и содержания работы**

Содержание и структура диссертации соответствуют поставленным целям и задачам исследования. Диссертация является завершённым, самостоятельным научно-квалификационным исследованием, состоящим из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, имеет 4 приложения. Изложение материалов диссертационного исследования последовательно, содержание глав логически связано между собой, работа соответствует критерию внутреннего единства. Диссертация изложена на 263 листах машинописного текста.

Положения, выносимые соискателем на защиту, результаты исследования, включая выводы, подходы и алгоритмические решения, содержат научную новизну.

В диссертации исследованы труды ведущих ученых с указанием ссылок на диссертации, монографии, научные статьи. В работе четко прослеживается личный вклад соискателя, новизна и практическая направленность результатов работы.

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, определены цели и основные задачи работы, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту. Представлены результаты практического использования полученных результатов в ОАО «РЖД», железнодорожных

научных институтах и на заводах-изготовителях железнодорожного оборудования.

**В первой главе** диссертации проведен подробный анализ проблем и подходов в области управления движением поездов и обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте. Сформулированы и рассмотрены методики повышения уровня использования пропускной способности и цели их внедрения на объектах ОАО «РЖД».

**Во второй главе** рассмотрено влияние комплексного взаимодействия бортовых и напольных систем управления и обеспечения безопасности движения на эффективность использования пропускной способности. Приведены решения, которые на основе модернизации позволяют осуществлять формирование современных комплексов управления движением. Рассмотрены вопросы модернизации инфраструктуры, как совокупности технических средств железнодорожной автоматики и режимов пропуска поездов по временно однопутному перегону, проведена экономическая оценка использования новых технологий организации движения на станциях. Сформулирована методика повышения надежности работы устройств автоматики и телемеханики путем функционального замещения на базе диагностики сигналов рельсовых цепей и радиоканала.

**Третья глава** посвящена комплексному взаимодействию бортовых и инфраструктурных технических средств на базе рельсовых цепей. Соискателем разработан бортовой программно-аппаратный комплекс регистрации сигналов из рельсовых цепей и информационного обмена локомотивного устройства безопасности, благодаря которому были получены данные для дальнейших исследований по главе. Доказано влияние синхронизации сигнала, при его обработке, на среднюю вероятность ошибки. Сформулирован оригинальный способ приема кодов сигналов АЛС-ЕН, когда обработчик имеет возможность достоверно оценить изменение сигнала и сформировать «точку выборки» текущего цифрового кода в зависимости от качества фидера, что позволяет улучшить характеристики приема кодов и как следствие сократить количество сбоев. Сделан вывод о необходимости введения новой кодировки каналов АЛС-ЕН. Предложен и обоснован способ уточнения координаты по данным из рельсовых каналов. Проведенный эксперимент показал достаточное качество определения координаты генераторов и практическую обоснованность предложенного способа.

**В четвертой главе** соискателем представлены методики повышения эффективности использования пропускной способности железнодорожных

линий на базе функциональных алгоритмов и вычислительных средств. Разработан и обоснован алгоритм проследования подвижным составом сигналов ограничения от систем обеспечения безопасности движения поездов с большей скоростью. Произведены анализ импортнезависимости вычислительных средств в бортовых приборах обеспечения безопасности и системах интервального регулирования, а также анализ стоимостных показателей устройств железнодорожной автоматики различного уровня полноты безопасности.

Заключение обобщает основные результаты работы.

### **3. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации**

Содержание диссертации соответствует заявленной научной специальности 2.9.4. Управление процессами перевозок. Следующие, приведенные ниже, полученные результаты соответствуют п.2. (Технология транспортных процессов, моделирование и совершенствование транспортных технологических процессов), п.6. (Системы и устройства автоматики и телемеханики, предназначенные для управления перевозочным процессом, их эксплуатация, методы построения и испытания), п.7. (Развитие технических средств и систем управления, цифровизация управления транспортными технологическими процессами) и п.8. (Информационное, математическое и алгоритмическое обеспечение систем управления, включая методологию исследования и проектирования) паспорта специальности 2.9.4. Управление процессами перевозок:

- анализ существующих технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов, показавший возможность повышения эффективности использования пропускной способности;
- методика эффективного использования пропускной способности при функциональном резервировании систем обеспечения безопасности движения поездов;
- анализ эффективности использования пропускной способности в нештатных ситуациях, связанных с закрытием одного из путей перегона;
- разработанный программно-аппаратный комплекс регистрации сигналов из рельсовых цепей и информационного обмена устройств безопасности, а также методика повышения достоверности приема сигналов АЛС-ЕН;

- принцип определения границ рельсовых цепей, обеспечивающий более точное позиционирование подвижного состава на железнодорожном полотне и его апробирование на полигоне МЦК;
- алгоритм проследования подвижным составом напольных сигналов с повышенной скоростью и его апробация;
- анализ применения отечественной элементной базы в бортовых приборах обеспечения безопасности и системах интервального регулирования;
- результаты применения разработанных методик и способов на объектах ОАО «РЖД».

#### **4. Соответствие автореферата диссертации её содержанию**

Содержание автореферата соответствует теме диссертации и в полном объеме раскрывает научную новизну, основные положения и выводы, содержащиеся в диссертационном исследовании.

#### **5. Личный вклад соискателя в получении результатов исследования**

Личный вклад соискателя в получение результатов исследования, выполненного в диссертации, состоит в его непосредственном участии на всех этапах подготовки диссертации и публикациях, а также в непосредственном участии в разработке новых методик, методов, моделей, алгоритмов и программных решений для обеспечения повышения эффективности использования пропускной способности железнодорожных линий.

#### **6. Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность научных результатов, выводов и положений, сформулированных в работе, определяется логикой исследований, теоретической основой которых являются фундаментальные исследования в области использования пропускной способности. В диссертации проведен подробный анализ вопроса, использованы официальные нормативно-правовые документы ОАО «РЖД» и Российской Федерации, данные международных стандартов, а также материалы, опубликованные в рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях, сборниках научно-практических конференций. Основные полученные результаты диссертационного исследования подтверждаются положительными результатами испытаний на объектах ОАО «РЖД».

#### **7. Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов**

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что автором предложены и научно обоснованы новые методы, способы, алгоритмы и методики обеспечения эффективного использования пропускной способности железнодорожных линий.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в следующем:

- разработанные технические и технологические решения использованы в нормативных документах ОАО «РЖД»: Технических требованиях на локомотивные устройства безопасности нового поколения, утвержденных распоряжением №2995/р от 30.12.2020, а также Концепции развития локомотивных устройств безопасности, утвержденной распоряжением №123/р от 28.01.2020;

- использование предложенных в диссертации технико-технологических решений и способов эффективного использования пропускной способности позволяет сократить инвестиционные затраты, связанные с модернизацией и обновлением объектов инфраструктуры, а также обеспечить сокращение межпоездного интервала и времени хода подвижного состава как по станции, так и по перегону. Рассчитан экономический эффект от внедрения: более 235 млн руб. в год, в случае движения по станции, а также четырехкратное сокращение времени следования по участку с неисправной рельсовой цепью. Данные результаты включены в отчеты АО «НИИАС» по соответствующим разделам при внедрении новых технических средств;

- предложенные технологические методы обработки сигналов рельсовых цепей бортовыми приборами обеспечения безопасности позволили сократить количество сбоев приема кодов более чем на 25%, времени принятия решения более чем на 30% и сформировать дополнительный источник навигационных данных с точностью до 1 метра;

- практически подтверждены показатели надежности отечественной элементной базы для ее использования в ответственных системах.

Представлены шесть актов внедрения полученных результатов диссертационной работы.

Основные положения диссертации и результаты исследований опубликованы в 66 печатных работах, из них в рецензируемых научных изданиях рекомендованных ВАК России для публикации основных результатов научных исследований соискателей ученой степени кандидата наук по специальности 2.9.4. Управление процессами перевозок опубликовано

9 работ, одна работа опубликована в издании, входящем в международные базы данных Scopus и Web of Science, публикации также включают 24 патента на изобретение, 5 патентов на полезную модель и 7 свидетельств на программу ЭВМ. Основные положения диссертации были доложены, опубликованы и получили одобрение на международных и российских конференциях.

#### **8. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Методика эффективного использования пропускной способности при функциональном резервировании систем обеспечения безопасности движения поездов может быть применена для высоконагруженных и высокоскоростных железнодорожных линий.

Результаты анализа эффективности использования пропускной способности в нештатных ситуациях целесообразно использовать при формировании новых режимов работы технологии «виртуальная сцепка» без изменения структуры существующей автоблокировки;

Разработанный программно-аппаратный комплекс регистрации сигналов рельсовых цепей и информационного обмена бортового устройства обеспечения безопасности, может использоваться для обеспечить расширенной диагностики сбоев сигналов автоматической локомотивной сигнализации и своевременности их расследования.

Алгоритмы обработки сигналов рельсовых цепей локомотивными комплексами обеспечения безопасности могут быть применены в качестве штатного или дополнительного алгоритма бортовых приборов обеспечения безопасности, с достижением сокращения времени принятия решения.

Принцип определения границ рельсовых цепей может быть введен в штатное программное обеспечение обработки и формирования электронных карт, обеспечивая более точное позиционирование подвижного состава на железнодорожном полотне.

Использование алгоритма проследования подвижным составом напольных сигналов с повышенной скоростью и его введение в качестве штатного позволит разрешать движение подвижного состава с большей допустимой скоростью на сигнал светофора «желтый» и сократить расстояние между попутно следующими поездами.

Опыт применения отечественной элементной базы в бортовых приборах обеспечения безопасности и системах интервального регулирования может обеспечить внедрение отечественной элементной базы в комплекс технических средств, разрабатываемых по заданию ОАО «РЖД».

Методика оценки стоимости устройств повышенной надежности может быть использована в предварительных экономических расчетах ОАО «РЖД» и профильных предприятий.

### **9. Новизна полученных результатов**

Получены следующие новые научные результаты.

1. Предложена и обоснована методика повышения эффективности использования пропускной способности за счет функционального резервирования систем обеспечения безопасности движения поездов, отличающаяся возможностью повышения надежности работы систем интервального регулирования при ограниченности аппаратных средств.

2. Разработана и обоснована методика эффективного использования пропускной способности в нештатных ситуациях, связанных с закрытием одного из путей перегона при ремонтах и отказах отдельных рельсовых цепей в системе автоблокировки.

3. Предложены и обоснованы новые технические решения и способ, реализующие повышение достоверности приема информации в канале локомотивной сигнализации, а также методика позиционирования местоположения подвижной единицы на основе данной информации, которая в отличие от аналогичных методик обеспечивает более высокую точность полученных результатов.

4. Разработан и апробирован технологический алгоритм проследования железнодорожным подвижным составом напольных сигналов с повышением скорости при обеспечении безопасности.

### **10. Замечания по диссертационной работе**

При научной и методической обоснованности и ценности основных положений диссертационной работы, ее новизне, достоверности и практической значимости необходимо высказать отдельные замечания и пожелания.

1. В первой главе диссертации, при анализе проблем европейской системы ERTMS, автору следовало более подробно описать уровни системы и ее недостатки на каждом из них при качественном сравнении с отечественными системами управления движением.

2. В пункте 2.5, при описании методики функционального замещения, указывается на сокращение времени проследования неисправной рельсовой цепи. Было бы целесообразно дополнительно привести экономические расчеты, как качественного показателя времени задержки для конкретного участка.



3. В пункте 3.1 не дано описание опыта эксплуатации бортовых комплексов регистрации сигналов автоматической локомотивной сигнализации, например, в части сокращения времени расследования сбоев, а также не отражена тенденция развития класса данных устройств.

4. В пункте 3.3 при рассмотрении метода приема и синхронизации сигналов автоматической локомотивной сигнализации не отражен вариант работы подхода для перспективного варианта реализации АЛС-ЕН (более высокой частоты работы).

5. В пункте 4.2.2 следовало подробнее отразить опыт отечественных производителей электроники в области создания вычислителей, а также тенденции и перспективы развития технологий.

6. В автореферате, при описании четвертой главы, следовало отразить возможность применения нового алгоритма не только в устройстве безопасности КЛУБ-У, но и в других современных бортовых комплексах обеспечения безопасности.

Отмеченные недостатки не снижают теоретической и практической значимости выполненного исследования.

#### **11. Заключение по диссертации о соответствии её требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» по пунктам 9 и 10**

В соответствии с п. 10 Положения о присуждении ученых степеней диссертация Батраева Владимира Владимировича написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, которые выдвинуты для публичной защиты и свидетельствуют о личном научном вкладе автора в диссертацию. В диссертационной работе приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов, а также рекомендации по применению научных выводов. Предложенные и полученные автором решения аргументированы и качественно отличаются от существующих решений.

Диссертация Батраева Владимира Владимировича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.4. Управление процессами перевозок.


Заключение рассмотрено на НТС научного центра «Цифровые модели перевозок и технологии энергосбережения» акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» 25 августа 2022 года (протокол №3 25.08.22).

Заключение составлено:

Мехедов Михаил Иванович, кандидат технических наук по специальности 05.22.08 – Управление процессами перевозок, заместитель Генерального директора – директор научного центра «Цифровые модели перевозок и технологии энергосбережения» (НЦ «ЦМПЭ») акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»)

  
М.И.Мехедов

Сотников Евгений Александрович, доктор технических наук (2.9.4. Управление процессами перевозок), профессор, главный научный сотрудник научного центра «Цифровые модели перевозок и технологии энергосбережения» акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта»

  
Е.А.Сотников

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»),  
Фактический адрес: 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10,  
Тел: +7 (499) 602-41-11,  
Электронная почта: [info@vniizht.ru](mailto:info@vniizht.ru)

  
Начальник отдела управления персоналом АО «ВНИИЖТ»  
Темирбсков Р.Р.

  
АО «ВНИИЖТ»  
3-я Мытищинская ул., дом 10 ОГРН 1077758910906  
МОСКВА