

На правах рукописи



Батраев Владимир Владимирович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОПУСКНОЙ
СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ**

2.9.4. Управление процессами перевозок

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва - 2022

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ)).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Розенберг Ефим Наумович

Официальные оппоненты: **Долгий Игорь Давидович**
доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения», кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», заведующий кафедрой

Садчикова Валентина Анатольевна
кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения», кафедра «Управление эксплуатационной работой», доцент

Ведущая организация: Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», г. Москва

Защита состоится 12 октября 2022 г. в 14.00 на заседании диссертационного совета 40.2.002.02 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9, ауд. 2505.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте РУТ (МИИТ), www.miit.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Сидоренко Валентина Геннадьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Вопросы повышения эффективности использования пропускной способности, обеспечения безопасности движения, повышения надежности функционирования технических средств были и остаются важнейшими для железных дорог.

Безопасное функционирование железнодорожного транспорта, как сложной технико-технологической системы, требует обеспечения согласованной политики в области эксплуатации, разработки новых принципов построения, для совершенствования существующих локомотивных и стационарных технических средств обеспечения безопасности движения поездов, а также разработки новых нормативных технических документов с учетом минимизации влияния человеческого фактора на процесс организации движения поездов. Сбои и отказы технических средств и несовершенство алгоритмов обработки в бортовых системах сигналов локомотивной сигнализации (АЛС), их недостаточная функциональность, являются существенным ограничителем эффективного использования пропускной способности железнодорожных линий.

В связи с этим особенно важно сформировать новый комплекс научных и практических методов по организации движения и функционированию технических средств обеспечения безопасности, которые позволят качественно увеличить показатели использования пропускной способности линий при минимизации затрат в инфраструктуру.

Степень разработанности темы исследования. В основе предложенных методик и способов лежит развитие теории систем интервального регулирования, многоуровневой системы управления процессом движения поездов и теории надежности. Существенный вклад в исследования по данным тематикам внесли Абрамов В.В., Абрамов В.М., Баранов Л.А., Бестемьянов П.Ф., Брылеев А.М., Гавзов Д.В., Горелик А.В., Дмитриев В.С., Дмитренко И.Е., Долгий И.Д., Ерофеев Е.В., Козлов П.А., Кравцов Ю.А., Лисенков В.М., Никитин А.Б., Никифоров Б.Д., Розенберг Е.Н., Сапожников В.В., Сапожников Вл.В., Шалягин Д.В., Шаманов В.И., Шубинский И.Б., и др.

Для железных дорог задача эффективного использования пропускной способности является актуальной, несмотря на стремительное развитие бортовых и инфраструктурных систем управления и обеспечения безопасности движения поездов.

Относительно европейских стран, за счет сложности и высокой стоимости технических средств, внедрение системы ERTMS второго уровня не подтвердило заложенные в нее возможности по обеспечению максимальной эффективности использования пропускной способности, а более эффективная система ERTMS третьего уровня пока не нашла широкого применения. Связано это в первую очередь с сложностью доказательства ее безопасности.

Применительно к российским железным дорогам, повышение эффективности использования пропускной способности, с учетом критерия минимизации затрат в инфраструктуру и технические средства, может быть достигнуто путем

совершенствования алгоритмов работы устройств железнодорожной автоматики и методик обработки информации.

Объект исследования - автоматизированные системы управления и обеспечения безопасности движения поездов, методы организации движения поездов с применением технических средств с расширенными функциональными возможностями.

Предмет исследования - инфраструктурные и локомотивные технические средства обеспечения безопасности движения поездов, методики, алгоритмы и модели оценки рисков, способы и инструменты эффективного использования пропускной способности железнодорожных линий.

Цель и задачи. Целью работы является обеспечение надежного функционирования системы управления и обеспечения безопасности на основе технических и технологических решений в области эффективного использования пропускной способности железнодорожных линий.

В соответствии с этой целью были поставлены следующие теоретические и практические задачи:

— Анализ существующих технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов.

— Разработка методики 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 при ремонтах и отказах отдельных рельсовых цепей в системе автоблокировки.

– Разработка принципов повышения достоверности приема информации в канале передачи данных локомотивной сигнализации, обеспечивающей минимизацию времени принятия решения в системе обеспечения безопасности движения поездов и использование полученной информации из рельсовых цепей для решения задачи позиционирования подвижного состава.

— Разработка принципов повышения скорости проследования напольных сигналов в системе обеспечения безопасности движения поездов и разработка алгоритма, позволяющего их реализовать с требуемым уровнем интенсивности опасных отказов.

— Разработка методики выбора элементной базы с учетом функциональной полноты и импортнезависимости.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

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 гарантированной безопасности.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость исследования:

1. Обоснован новый способ эффективного использования пропускной способности, учитывающий локомотивные системы как дополнительный элемент диагностики и резервирования инфраструктурных систем обеспечения безопасности движения поездов.

2. Исследованы и предложены новые технико-технологические решения, позволяющие эффективно использовать пропускную способность в нештатных ситуациях, связанных с ремонтом инфраструктуры, обеспечивая необходимые межпоездные интервалы.

3. Сформулированы новые принципы и методика обработки фазоманипулированных сигналов с целью повышения достоверности и обеспечения минимизации времени принятия решения в системах обеспечения безопасности движения поездов, а также комплексные методы использования сигналов из рельсовых цепей.

Практическое значение результатов, полученных в ходе работы над диссертационным исследованием:

1. Разработанные технические и технологические решения были 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.

2. 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 были включены в отчеты АО «НИИАС» по соответствующим разделам при внедрении новых технических средств.

3. Предложенные технологические методы обработки сигналов из 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.

4. Практически подтверждены показатели надежности отечественной элементной базы для ее использования в ответственных системах.

Методология и методы исследования. Для получения результатов исследования использовались: экспериментальные исследования на полигонах ОАО «РЖД», теория надежности, методы частотного анализа, математический анализ, методы математического моделирования, теория связи.

Положения, выносимые на защиту:

1. Способ использования функционального резервирования систем обеспечения безопасности движения поездов при критерии минимизации затрат в инфраструктуру;

2. Методика повышения эффективности использования пропускной способности железнодорожных линий в нештатных ситуациях, отличающаяся от известных развитием функциональных возможностей систем интервального регулирования;

3. Способ приема сигналов из рельсовых цепей, отличающийся от стандартного декодирования установлением точки выборки по синхросигналу, формируемому изменением фазы.

4. Методика и программно-аппаратный комплекс позиционирования подвижного состава на основе информации из рельсовых цепей;

5. Алгоритм формирования кривой торможения, отличающийся от существующего переходом к ее упреждающему расчету вместо записанной в память кривой торможения для различных уклонов, обеспечивающий проследования подвижным составом напольного сигнала с большей скоростью.

Степень достоверности и апробация результатов подтверждается результатами их успешных испытаний на сети железных дорог, соответствием результатов эксплуатации технических средств обеспечения безопасности движения результатам, полученным в ходе теоретических исследований и имитационного моделирования, обоснованностью принятых допущений, корректностью использования математического аппарата. Полученные результаты не противоречат исследованиям других авторов.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на конференциях: XIV Научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов» 2013 г.; XV Научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов» 2014 г.; XVI Научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов» 2015 г.; НТС ОАО «РЖД» заседание секции «Комплексные проблемы транспорта» 2015г.; Заседание кафедры «Системы управления транспортной инфраструктурой» РУТ МИИТ 2016 г.; IX Международная Конференция «Системы безопасности на транспорте» г. Будва (Черногория) 2017; XIX Всемирный фестиваль молодежи и студентов. Международная научно-практическая конференция «XXI Век: Молодость интеллекта» 2017; XI Международная Конференция «Системы безопасности на транспорте» г. Любляна (Словения), 12-14 апреля 2018 г.; НТС АО «НИИАС» по теме «Задача применения сертифицированных операционных систем в продукции отделения СУ и ОБДП» 2018 г.; НТС ОАО «РЖД» заседание секции

«Автоматика и телемеханика» 2018 г.; XII Международная Конференция «Системы безопасности на транспорте» г. Блед (Словения); IV Международная научно-техническая конференция «Транспортное строительство в холодных регионах» (TRANSOILCOLD 2019), 20-23 мая 2019 г.; НТС ОАО «РЖД» по безопасности движения заседание секции «Локомотивное хозяйство» 2020 г.; НТС АО «НИИАС» по теме «Организация беспилотной системы управления движением поездов на Московском центральном кольце (МЦК)» 2020г.; X Национальная научно-техническая конференция Союза машиностроителей России 2020 г.; Заседание кафедры «Системы управления транспортной инфраструктурой» РУТ МИИТ 2021 г.

Результаты диссертации внедрены:

1. При разработке Технических требований к локомотивным устройствам безопасности нового поколения, утверждены Главным инженером ОАО «РЖД» Кобзевым С.А. распоряжением № 2995/р от 30.12.2020 и Концепции развития локомотивных устройств безопасности, утверждена Главным инженером ОАО «РЖД» Кобзевым С.А. распоряжением №123/р от 28.01.2020.

2. При разработке АО «НИИАС» принципов построения технических средств локомотивных устройств обеспечения безопасности движения с режимом автоведения («Виртуальная сцепка»).

3. При разработке АО «НИИАС» технических средств бортовых систем обеспечения безопасности, комплексов регистрации и диагностики автоматической локомотивной сигнализации, а также автоблокировки.

4. При внедрении АО «НИИАС» отечественных вычислителей в структуру бортовых приборов обеспечения безопасности и автоблокировки.

Акты внедрения приведены в приложении диссертационной работы.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем работы с приложениями – 263 страницы. Диссертация содержит 87 рисунков, 16 таблиц, 4 приложения и 160 источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении произведен аналитический обзор современных технологий организации движения поездов. Обоснована актуальность темы, определены основные направления исследований, их научная новизна, сформулированы цель и задачи диссертации.

В первой главе рассмотрены проблемы управления движением поездов и обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте. Предложен инновационный подход к управлению движением поездов, позволяющий объединить различные технологические приложения в рамках комплексной системы управления и обеспечения безопасности движения поездов.

Сформулированы цели внедрения инновационных технологий в управление перевозочным процессом. Рассмотрены методики повышения использования пропускной способности (подвижные блок-участки, многозначная АЛС с дублированием по радиоканалу) и ограничения, вызванные несовершенством существующей инфраструктуры (ограничение межпоездного интервала по

состоянию электроснабжения, при приеме поездов на станции и по числу приемоотправочных путей на станции).

Во второй главе рассматриваются способы интервального регулирования движения поездов с использованием автоблокировки на базе многозначной локомотивной сигнализации, а также локального радиоканала в сочетании с бортовыми приборами безопасности.

Разработана методика повышения отказоустойчивости железнодорожной автоматики и телемеханики путем локального замещения сигналов рельсовых цепей в случае отказа. Произведены расчеты на опытном полигоне Ангелинская – Величковка, позволившие произвести качественное сравнение пропускной способности при различных технологиях интервального регулирования движения поездов. За эталонное значение была принята пропускная способность при числовой кодовой 4-значной автоблокировке, что позволило получить следующие отношения для различных технологий: числовая кодовая 3-значная – 0,95, числовая кодовая 4-значная – 1, АБТЦ 3-значная – 0,9; АБТЦ 4-значная – 0,92; АЛСО в режиме АЛСН – 1,19; АЛСО в режиме АЛС-ЕН – 1,26, благодаря чему введено понятие коэффициента эффективности системы управления движением поездов.

Увеличение времени хода поездов при отказе одной рельсовой цепи, в случае ее функционального замещения, было сокращено с 20 мин. (рисунок 1) до 5 мин. (рисунок 2), что является существенным для интенсивного движения, в то время как аппаратное резервирование технических средств является дорогостоящим.

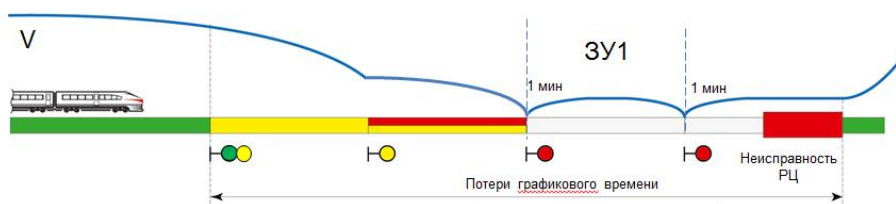


Рисунок 1–Существующий алгоритм движения поездов

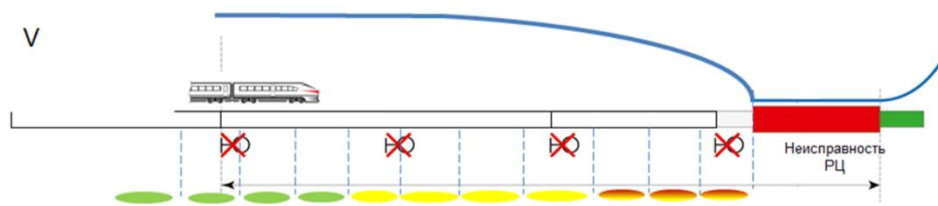


Рисунок 2–Перспективный алгоритм движения поездов при бессветофорной сигнализации и дублировании радиоканалом

Отмечено, что при использовании новых технологий интервального регулирования с использованием радиоканала, описанных в первой главе, критичным для использования пропускной способности является переход в неработоспособное состояние смежных рельсовых цепей, что требует возврата на существующий алгоритм движения. Выполнена оценка на примере виртуального полигона с неисправными рельсовыми цепями, расположенными случайным образом и независимо друг от друга (n - общее количество рельсовых цепей, k - неисправные рельсовые цепи, расположенные случайным образом и независимо друг от друга по

полигону с допуском $k < n$). Событие $A1$, смежное размещение неисправных рельсовых цепей:

$$A1 = n - k + 1 \quad (1)$$

Событие $A2$, когда неисправные рельсовые цепи попали в k , (через одну рельсовую цепь):

$$A2 = n - 2k + 1 \quad (2)$$

Проведем сопоставление двух результатов через коэффициент сопоставления C :

$$C = \frac{A1}{A2} = \frac{n-k+1}{n-2k+1} \quad (3)$$

Сформулировано утверждение, что при выходе из строя более одной рельсовой цепи на перегоне, наиболее вероятным вариантом становится неработоспособность двух подряд идущих рельсовых цепей, по сравнению с событием выхода из строя рельсовых цепей, расположенных через одну. Это позволяет сохранить алгоритм проследования поездом неработоспособного участка, представленный на рисунке 2.

В работе развита методика двухблочного разграничения попутно следующих поездов с учетом применения бортовых систем. При двухблочном разграничении поездов допустимым считается движение подвижного состава на огонь проходного светофора с показанием «желтый». При этом расстояние между поездами (между локомотивами, следующими в головах поездов) расчетной пары равно сумме длин двух последовательно занимаемых блок-участков:

$$L_{p.2} = l_{бл.I} + l_{бл.II} \quad (4)$$

Данное условие справедливо для случая, когда длина поезда не превышает длины самого короткого блок-участка на рассматриваемом направлении, при этом расчетное расстояние между хвостом впереди идущего поезда и локомотивом следующего за ним будет равно:

$$L_{p.2}^{XГ} = l_{бл.I} + l_{бл.II} - l'_{п} \quad (5)$$

Расчеты показали, что при двухблочном разграничении расчетной пары поездов межпоездной интервал сокращается примерно на 25%. В отличии от действующих инструкций, предлагается при расчете наличной пропускной способности использовать двухблочное разграничение с использованием технических средств обеспечения безопасности с расширенными функциональными возможностями.

Учитывая масштабное применение технологии ремонта с закрытием одного из путей перегона, разработана методика повышения использования пропускной способности в условиях ремонта. Интервальное регулирование может иметь высокую эффективность при организации пропуска поездов по временно однопутному перегону. Одним из главных мероприятий, направленных на повышение наличной пропускной способности временно однопутного перегона, является пакетный пропуск грузовых поездов.

График на рисунке 3 показывает зависимости как времени хода, так и количества поездов в пакете, что в целом для однопутных перегонов требует комплексного анализа. Рост числа поездов, пропускаемых в пакете, несмотря на

повышение наличной пропускной способности временно однопутного перегона, ведет к снижению участковой скорости грузовых поездов. Суммарные поездо-минуты простоя поездов на один пакет:

$$t_{\text{ож}} = \frac{I+I \cdot (K-1)}{2} \cdot K, \text{ поездо-мин.} \quad (6)$$

Предлагается ввести двухблочное разграничение не как временный, а как базовый принцип организации движения на новых технических средствах. Применение известного способа пакетного пропуска на базе новых технологий, таких как «виртуальная сцепка» (осуществление движения поездов в режиме автоведения под управлением ведущего поезда ведомым на минимальном безопасном расстоянии между ними (движением ведомого поезда на сигнал с показанием «желтый»)), позволит уменьшить межпоездной интервал.

Двухблочное разграничение при пропуске через временно однопутный перегон позволяет повысить его наличную пропускную способность, примерно на 50%, а при четырехблочном – в 2 раза. Использование технологии «виртуальная сцепка» предполагает стандартную архитектуру рельсовых цепей, где длина рельсовой цепи составляет до 2,6 км. При такой системе автоблокировки, в условиях устойчивого графика движения, поезда должны следовать друг за другом по сигналам напольных светофоров и АЛС с «зеленого» показания на «зеленый», а расстояние между ними должно составлять, как правило, 3 блок-участка. Применительно к Восточному полигону ОАО "РЖД" возможно добавить не более 10% пар поездов от существующего графика путем их сближения по технологии «виртуальная сцепка», так как в существующих системах АБ длины блок-участков остаются неизменными, являясь главным ограничивающим фактором для увеличения количества пар поездов.

В работе рассмотрен наиболее эффективный способ режима АЛСО с подвижным блок-участком. Система АЛСО с подвижными блок-участками позволяет обеспечить необходимую пропускную способность при закрытии одного из путей перегона при капитальном ремонте. Данная технология, при организации пакетного пропуска поездов (из 5-6 поездов в пакете), в большинстве случаев позволяет сохранить до 80-90%, а в ряде случаев и до 100% нормативного количества поездов, заложенного в графике движения.

В работе также показано, что при оборудовании главных путей станции технологией подвижных блок-участков и внедрении дифференцированных участков удаления обеспечивается выравнивание перегонных и станционных интервалов при проследовании станции и появляется возможность сократить станционные интервалы отправления поездов с боковых приемо-отправочных путей при обязательном применении систем локомотивной сигнализации и повышении скорости проследования станционного сигнала "желтый".

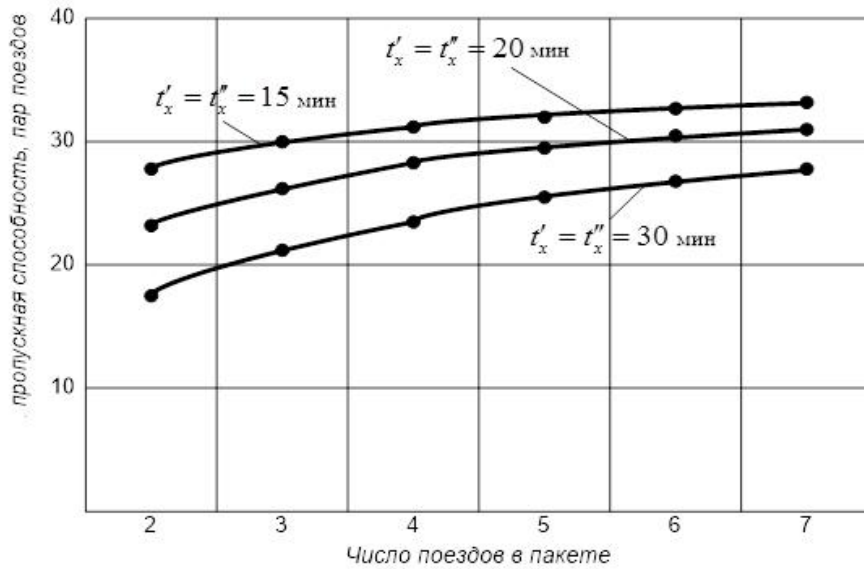


Рисунок 3 -График изменения пропускной способности временно однопутного перегона в зависимости от числа поездов в пакете

В третьей главе содержатся результаты моделирования принципов повышения достоверности приема кодов АЛС-ЕН на борту локомотива, а также практические результаты работы метода повышения точности позиционирования границ блокучастков на базе сигналов АЛС. В работе показано, что надежность работы локомотивной сигнализации является определяющей для внедрения технологии движения поездов АЛСО.

Автором разработан способ повышения достоверности приема сигналов из рельсовых цепей бортовыми устройствами. Благодаря разработанному в ходе работ комплексу регистрации сигналов АЛС, получены развернутые данные для анализа. Рассчитаны зависимости отклонения несущей частоты сигнала многозначной сигнализации (АЛС-ЕН) при смене его фазы. Графики рассчитанных зависимостей представлены на рисунке 4 и рисунке 5. Из них следует, что переходный процесс всегда сопровождается как падением амплитуды выходного сигнала и имеет достаточную продолжительность, так и отклонением частоты. Получены выражения, описывающие характер модуля огибающей и медленно меняющейся фазы выходного процесса:

$$A(t) = A_0 \sqrt{1 - 4 \cdot e^{-at} \cdot (1 - e^{-at}) \sin^2 \psi} \quad (7)$$

$$\theta(t) = a \tan((1 - 2 \cdot e^{-at}) \cdot \tan \psi) \quad (8)$$

а производные этих выражений имеют вид:

$$\frac{dA(t)}{dt} = \frac{2 \cdot (\alpha \cdot e^{-at} - 2 \cdot \alpha \cdot e^{-2at}) \cdot \sin^2 \psi}{\sqrt{1 - 4 \cdot e^{-at} \cdot (1 - e^{-at}) \sin^2 \psi}} \quad (8)$$

$$\frac{d\theta(t)}{dt} = \frac{\alpha \cdot \sin 2\psi \cdot e^{-at}}{1 - 4 \cdot e^{-at} \cdot (1 - e^{-at}) \sin^2 \psi} \quad (9)$$

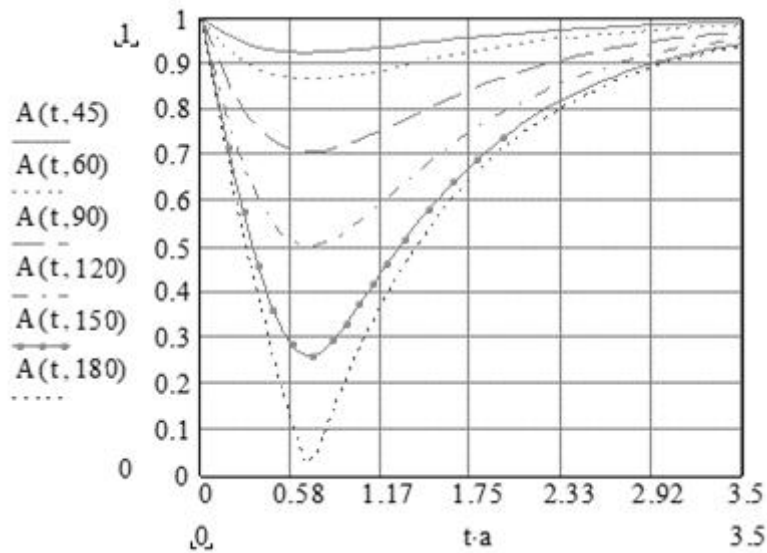


Рисунок 4 - Изменение амплитуды, огибающей результирующего колебания при скачке фазы входного сигнала на угол $Q = 2\psi$

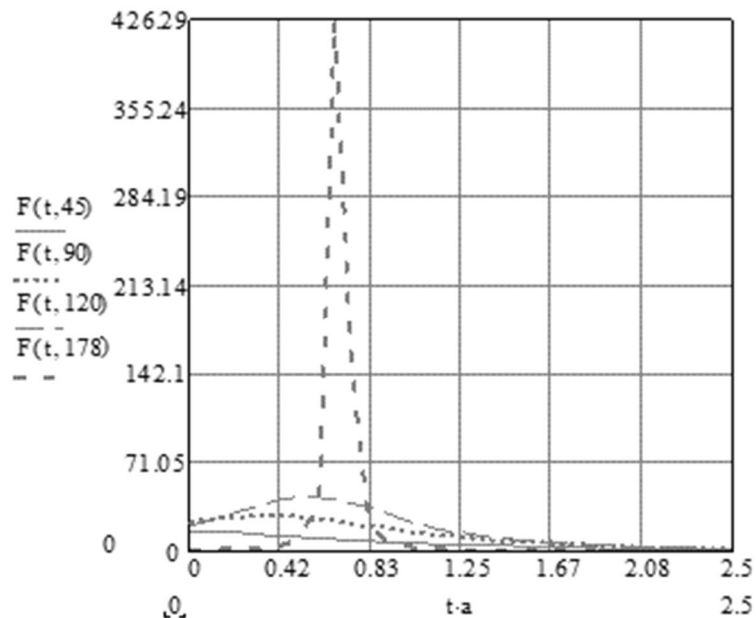


Рисунок 5 - Изменение частоты при изменении фазы входного сигнала на угол $Q = 2\psi$.

Проведено моделирование в среде Simulink (Mathlab) на базе реальных сигналов, записанных блоком БРС-АЛСН на электропоезде «Сапсан» (ЭВС1-9; №766; поездка 08 марта 2019 года; время 15:14), где наблюдался сбой приема сигналов АЛС-ЕН. Фрагмент “потерянной” локомотивным устройством безопасности послышки представлен на рисунке 6.

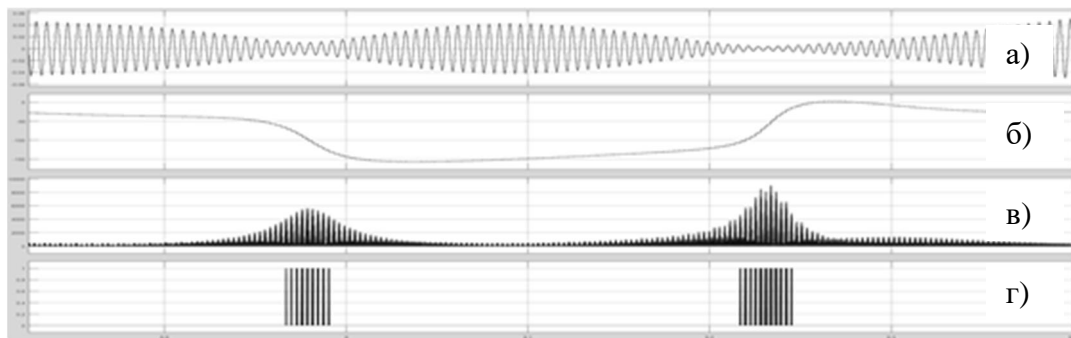


Рисунок 6 -Переходной процесс сбойного сигнала АЛС-ЕН в среде Matlab с применением методов синхронизации; В окне а) показан исходный сигнал с локомотивных катушек, отфильтрованный полосным фильтром на 175 Гц; В окне б) отображается фаза сигнала; В окне в) продифференцированный сигнал; В окне г) продифференцированный сигнал с детектором амплитуды, с целью отображения синхроимпульсов момента изменения частоты.

Проблема надежного приема сигналов АЛС-ЕН существующим алгоритмом обработки заключается в потере синхронизации во время приема кодов обрабатываемым процессором. После определения величины угла фазы текущего принимаемого сигнала, управляющий контроллер осуществляет поиск значения после 16 периодов несущей, таким образом, при воздействии помехи в момент выборки или при некорректном определении предыдущего значения, весь блок данных может быть потерян. Рассмотрев изменение частоты при изменении фазы входного сигнала (рисунок 5), формулируется вывод, что применение дифференциатора позволяет определять момент смены фазы сигнала без учета контроля его амплитуды. При этом текущее значение амплитуды в зависимости от величины угла определяется:

$$A(T_A) = A_0 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \psi} \quad (10)$$

Сформирован принцип приема кодов сигналов АЛС-ЕН не существующим способом «накопления», когда приемник осуществляет накопление сигнала за определенный период времени, а по синхросигналу, формируемому сменой фазы. Приемник может достоверно оценить изменение сигнала и сформировать «точку выборки» текущего цифрового кода, что позволит улучшить характеристики приема, сократить количество сбоев, а также повысить скорость принятия решения до 3 раз, по сравнению с существующим алгоритмом приема.

Для отработки безопасного режима торможения при повышении скорости проследования напольных сигналов важным является точка фиксации границы блок-участка. Сформулирована методика определения местоположения локомотива по границам рельсовых цепей. Анализ результатов комплекса регистрации и диагностики сигналов АЛСН и АЛС-ЕН показал, что имеется возможность четкой фиксации границ рельсовых цепей ячейкой обработчика сигналов АЛС локомотивного устройства безопасности.

Испытания на участке Московского центрального кольца (МЦК) показали, что погрешность определения границ рельсовых цепей составляет менее 1 метра. Таким образом, при комбинировании ранее использованных и предложенных автором

методов, экспериментально показано не только повышение надежности приема кодов, но и улучшение позиционирования подвижного состава. При интеграции данных алгоритмов в электронную карту бортовых устройств и модернизации методов приема кодов АЛС возможно качественно повысить точность навигации и достоверность приема кодов, что отразится на надежности работы систем интервального регулирования в целом.

В четвертой главе формулируется алгоритм повышения скорости проследования светофора с показанием «желтый» для устройств обеспечения безопасности КЛУБ-У. Рассматриваются проблемы обеспечения надежной работы устройств при реализации требований импортонезависимости программно-аппаратных средств.

Новый алгоритм бортового устройства безопасности заключается в следующем: кривая автостопного торможения строится к следующему по ходу движения светофору после светофора с сигналом «желтый» (рисунок 7).

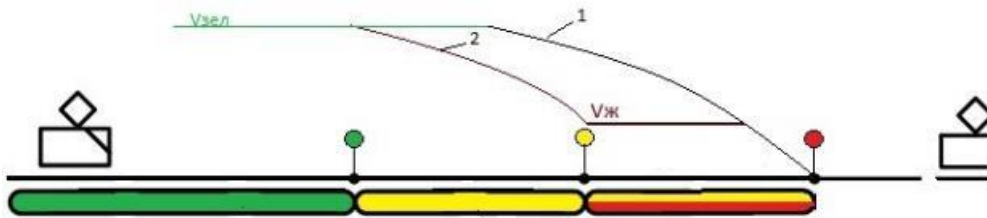


Рисунок 7 - Формирование кривой допустимой скорости КЛУБ-У; 1 – кривая торможения, формируемая устройством КЛУБ-У по новому алгоритму; 2 – кривая торможения, формируемая устройством КЛУБ-У по существующему алгоритму

Допустимый уровень риска по причине введения в алгоритм локомотивного устройства безопасности КЛУБ-У функции «Повышение скорости проследования светофора с желтым показанием» оценивается по принципу ГАМАВ (в соответствии с международным стандартом EN50126: (Globalement Au Moins Aussi Bon, в целом не хуже) "Все новые управляемые транспортные системы должны в целом иметь степень риска, по крайней мере, такую же, что и равнозначная существующая система"). Расчет выполнен для нескольких сценариев изменения сигнализации от «желтый с красным» до разрешающего сигнала. Сравнение тормозных путей проведено для систем с обновленным алгоритмом в части отмены ограничения скорости проследования светофора с показанием «желтый» и систем, отработывающих ограничение скорости проследования сигнала светофора «желтый». Полный расчетный тормозной путь является суммой действительного тормозного пути и тормозного пути при подготовке тормозов. В анализе был применен качественный подход к оценке риска. Расчетные значения были подтверждены эксплуатационными испытаниями и сформулированы выводы, что степень риска, связанная с функциональной безопасностью системы КЛУБ-У при введении нового алгоритма, не хуже, чем у системы со старым алгоритмом. Блок-схема инициализации алгоритма приведена на рисунке 8.

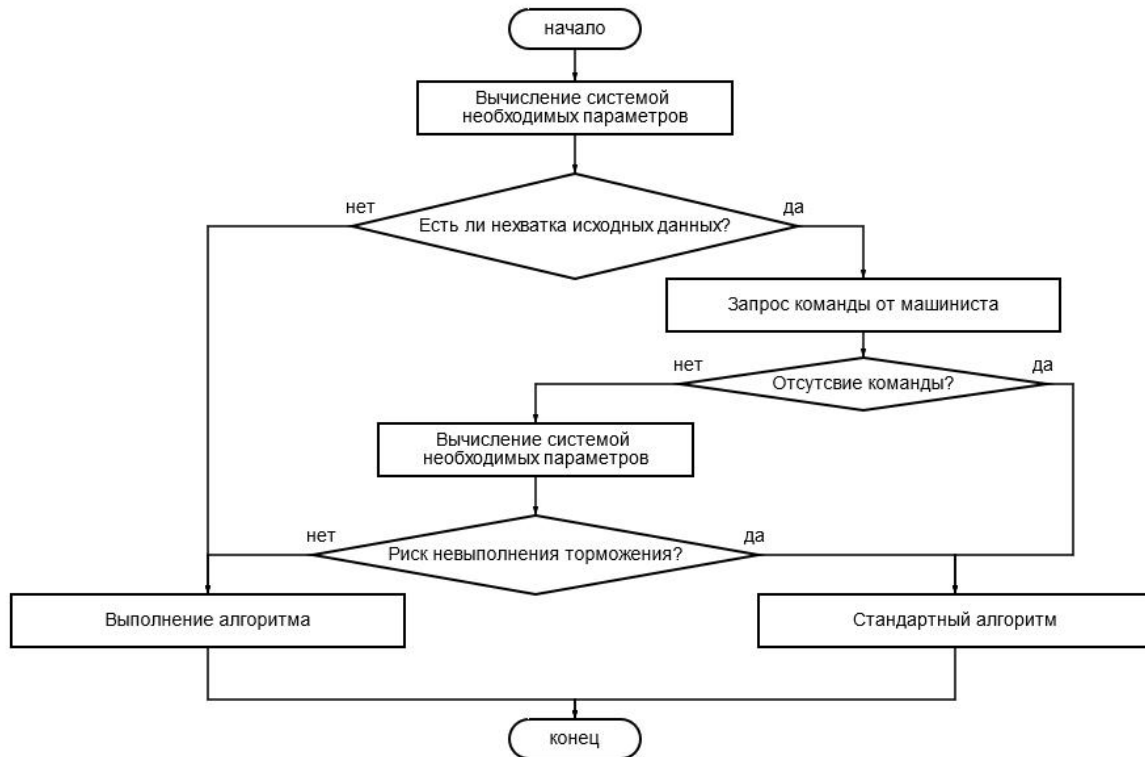


Рисунок 8 – Блок-схема инициализации алгоритма торможения

Отдельно сформулированы принципы импортонезависимости технических средств бортовых и стационарных систем обеспечения безопасности. Вопросы обеспечения импортонезависимости во многом имеют ключевое значение для ОАО «РЖД», поскольку обеспечение безопасного перевозочного процесса на основе отечественных технологий и элементной базы является стратегической задачей, определяющей гарантии безопасности.

На примере бортовых устройств была выполнена интеграция систем управления и обеспечения безопасности движения на базе отечественной разработанной платформы. На примере использования контроллеров фирмы «Миландр» (K1986BE92QI) на бортовом оборудовании производства НПО «САУТ» был выполнен анализ (в период 01.01.2016-25.03.2020) надежности устройств, построенных на данном вычислительном ядре, подтверждающий возможность использования отечественных решений для решения задач безопасности и управления на железной дороге. Сравнение было выполнено с импортным функциональным аналогом данной вычислительной платформы. Для микроконтроллера K1986BE92QI интенсивность отказов составила $\lambda=5,2 \times 10^{-9}(1/ч)$. Значение интенсивности отказов импортного аналога, микроконтроллера ATSAM3A8CA фирмы Atmel, получено из оценки надежности, проводимой формой каждый квартал для подтверждения показателей квалифицированных изделий и составляет $\lambda=16 \times 10^{-9}$. Произведен расчет стоимостных показателей систем с повышенной надежностью и сформулировано доказательство, показывающее возможность применения отечественных вычислительных средств в ответственных системах. В работе впервые определены допустимые показатели увеличения

стоимости технических средств при расширении функционала безопасности (Таблица 1).

Таблица 1 - Относительная стоимость систем

Затраты	Уровень полноты безопасности		
	SIL2	SIL3	SIL4
Затраты на разработку изделия в единицах стоимости изделия уровня SIL2	1	1,69	4,3
Затраты на аппаратную составляющую в единицах стоимости аппаратной части изделия уровня SIL2	1	2,7	4
Затраты на программную составляющую в единицах стоимости программной части изделия уровня SIL2	1	2,37	2,75

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен анализ существующих технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов, показавший возможность повышения эффективности использования пропускной способности и позволивший использовать полученные результаты при формировании технических требований и разработке технических решений для вновь создаваемых систем управления и обеспечения безопасности.

2. Разработана методика эффективного использования пропускной способности при функциональном резервировании систем обеспечения безопасности движения поездов, позволившая обеспечить повышение эффективности использования пропускной способности при применении современных технических средств обеспечения безопасности движения поездов.

3. Проведен анализ эффективности использования пропускной способности в нештатных ситуациях. Результаты позволяют сформулировать новые принципы для режимов работы технологии «виртуальная сцепка» без изменения структуры существующей автоблокировки.

4. Предложена методика повышения достоверности приема информации при комплексном взаимодействии бортовых и стационарных устройств обеспечения безопасности, позволяющая улучшить алгоритмы обработки сигналов из рельсовых цепей локомотивными комплексами обеспечения безопасности, при учете изменений фазы принимаемого сигнала многозначной сигнализации и сократить время принятия решения до 3 раз. Разработан и экспериментально подтвержден принцип определения границ рельсовых цепей, обеспечивающий более точное позиционирование подвижного состава на железнодорожном полотне, в том числе и на МЦК.

5. Разработан алгоритм проследования подвижным составом напольных сигналов с повышенной скоростью. Использование алгоритма позволяет локомотивным устройствам безопасности разрешать движение подвижного состава с большей допустимой скоростью на сигнал светофора «желтый» и сократить расстояние между попутно следующими поездами.

6. Выполнен анализ возможности применения отечественной элементной базы в бортовых приборах обеспечения безопасности и системах интервального

регулирования. Получена доказательная база и обеспечено внедрение отечественной элементной базы в комплекс технических средств, разрабатываемых АО «НИИАС» по заданию ОАО «РЖД».

7. Рекомендуются применение разработанных методик и способов в качестве постоянного функционала бортовых и инфраструктурных систем управления и обеспечения безопасности. Благодаря модульности, описанные технологии могут быть внедрены независимо и в минимальные сроки.

8. Перспективой дальнейшей разработки темы исследования является развитие технологий автоматического контроля полносоставности поезда бортовыми средствами и развитие систем АЛС, с учетом помех от асинхронных двигателей, а также контролем безопасности локомотивной сигнализации для высокоскоростных составов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

а) публикации в рецензируемых научных изданиях:

1. Розенберг, Е.Н. Необходим комплексный подход / Е.Н. Розенберг, А.А. Абрамов, В.В. Батраев // Железнодорожный транспорт. - 2014. - № 9. - С. 23-27.

2. Коровин, А.С. Интеллектуализация управления железнодорожным транспортом / А.С.Коровин, В.В. Батраев, В.В.Висков // Автоматизация в промышленности. - 2014. - № 3. - С. 18-21.

3. Коровин, А.С. Тенденция развития средств локомотивной автоматики / А.С. Коровин, В.В. Батраев, О.Ю. Куприенко // Автоматизация в промышленности. - 2015. - № 2. - С. 24-27.

4. Розенберг, Е.Н. Подходы к импортозамещению / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев // Автоматика, связь, информатика (АСИ). - 2015. - № 8. - С. 2-4.

5. Розенберг, Е.Н. Интервальное регулирование движения поездов / Е.Н. Розенберг, А.А. Абрамов, В.В. Батраев // Железнодорожный транспорт. - 2017. - № 9. - С. 19-24.

6. Розенберг, Е.Н. О направлениях развития цифровой железной дороги / Е.Н. Розенберг, Ю.В. Дзюба, В.В. Батраев // Автоматика, связь, информатика. - 2018. - № 1. - С. 9-13.

7. Розенберг, Е.Н. Инновационное развитие систем интервального регулирования / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев // Автоматика, связь, информатика. - 2018. - № 7. - С. 5-9.

8. Батраев, В.В. Об импортозамещении в современных условиях / В.В. Батраев // Железнодорожный транспорт. - 2021. - № 6. - С. 4-5.

9. Батраев, В.В. Методы повышения надежности систем приема и синхронизации сигналов автоматической локомотивной сигнализации / В.В. Батраев // Автоматика на транспорте. - 2021. - № 2. - С. 175-188.

б) публикации в изданиях, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science:

10. Rozenberg, E.N. Intelligent onboard train protection system for the northern territories / Rozenberg E.N., Batraev V. // Lecture Notes in Civil Engineering 49. – 2020. - P. 243-238.

в) зарегистрированные объекты интеллектуальной собственности, патенты на изобретение:

11. Пат. № 2753988 Российская Федерация. МПК В61L 27/00 (2006.01). Система управления движением поездов / Батраев В.В., Куваев С.И., Кузьмин А.И., Марков А.В., Панферов И.А., Розенберг Е.Н., Хатламаджиян А.Е., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2021108211, заявл. 26.03.2021, опубл. 25.08.2021, Бюл. № 24.

12. Пат. № 2534084 Российская Федерация. МПК В61L 3/00 (2006.01) В61L 27/04 (2006.01). Система интервального регулирования движения поездов на перегоне / Батраев В.В., Киселева С.В., Кисельгоф Г.К., Красовицкий Д.М., Миронов В.С., Розенберг Е.Н., Стальнова И.В., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2013128434/11, заявл. 24.06.2013, опубл. 27.11.2014, Бюл. № 33.

13. Пат. № 2546750 Российская Федерация. МПК В61L 23/16 (2006.01). Устройство контроля соблюдения маршрута локомотивом / Батраев В.В., Висков В.В., Гришаев С.Ю., Гурьянов А.В., Коровин А.С., Миронов В.С., Раков В.В., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2013154684/11, заявл. 10.12.2013, опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

14. Пат. № 2499713 Российская Федерация. МПК В61L 25/00 (2006.01). Устройство контроля за управлением поезда и бдительностью машиниста / Батраев В.В., Висков В.В., Гурьянов А.В., Киселева С.В., Кисельгоф Г.К., Красовицкий Д.М., Миронов В.С., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2011153853/11, заявл. 29.12.2011, опубл. 27.11.2013 Бюл. № 33.

15. Пат. № 2725575 Российская Федерация. МПК В61L 3/00 (2006.01). Комплексная система управления маневровыми локомотивами / Батраев В.В., Долганюк С.И., Калинин А.В., Карабанов Ю.С., Корбаков А.И., Миронов В.С., Попов П.А., Розенберг Е.Н., Уманский В.И., Шубинский И.Б.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2019145097, заявл. 30.12.2019, опубл. 02.07.2020, Бюл. № 19.

16. Пат. № 2591551 Российская Федерация. МПК В61L 21/06 (2006.01). Система управления движением поездов на перегоне / Батраев В.В., Гурьянов А.В., Киселева С.В., Кисельгоф Г.К., Раков В.В., Розенберг Е.Н., Румянцев С.В., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2015120023/11, заявл. 28.05.2015, опубл. 20.07.2016, Бюл. № 20.

17. Пат. № 2678915 Российская Федерация. МПК В61L 27/00 (2006.01). Система обмена данными локомотивных систем с диспетчерским центром контроля и управления / Батраев В.В., Воронин В.А., Гапанович В.А., Кононенко А.С., Лобанова В.С., Панферов И.А., Красовицкий Д.М., Миронов В.С., Розенберг Е.Н., Черников А.А.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2018113188, заявл. 12.04.2018, опубл. 04.02.2019, Бюл. № 4.

18. Пат. № 2709293 Российская Федерация. МПК В61L 23/16 (2006.01). Устройство автоблокировки / Батраев В.В., Воронин В.А., Гордон Б.М., Красовицкий Д.М., Куваев С.И., Марков А.В., Миронов В.С., Панферов И.А., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2019114170, заявл. 13.05.2019, опубл. 17.12.2019, Бюл. № 35.

19. Пат. № 2578491 Российская Федерация. МПК В61L 21/06 (2006.01), В61L 1/16 (2006.01). Устройство для контроля прибытия поезда на станцию в полном составе / Батраев В.В., Воронин В.А., Гордон Б.М., Миронов В.С., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2014150248/11, заявл. 12.12.2014, опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9.

20. Пат. № 2693357 Российская Федерация. МПК В61L 27/00 (2006.01) В61L 21/10 (2006.01). Способ интервального регулирования движения поездов и система для его реализации / Батраев В.В., Воронин В.А., Киселева С.В., Кононенко А.С., Красовицкий Д.М., Панферов И.А., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель АО «НИИАС» - № 2018126656, заявл. 19.07.2018, опубл. 02.07.2019, Бюл. № 19.

21. Пат. № 2611445 Российская Федерация. МПК В61L 25/00 (2006.01). Система автоматического торможения подвижного состава по данным высокоточной системы координат / Батраев В.В., Гапанович В.А., Ермаков В.М., Кисельгоф Г.К., Розенберг Е.Н., Уманский В.И., Шустов Д.В., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2015154774, заявл. 21.12.2015, опубл. 22.02.2017, Бюл. № 6.

22. Пат. № 2538498 Российская Федерация. МПК В61L 25/04 (2006.01). Система для управления рельсовым транспортным средством и для определения его позиции на рельсовом пути / Батраев В.В., Миронов В.С., Розенберг Е.Н., Стальнова И.В., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2013131403/11, заявл. 09.07.2013, опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1.

23. Пат. № 2517357 Российская Федерация. МПК Н03К 19/003 (2006.01), В61L 13/04 (2006.01). Блок переключения / Батраев В.В., Гордон Б.М., Красовицкий Д.М., Миронов В.С., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2013120923/08, заявл. 08.05.2013, опубл. 27.05.2014, Бюл. № 15.

24. Пат. № 2681455 Российская Федерация. МПК В61L 25/04 (2006.01), В61L 27/04 (2006.01). Система для управления движением поездов по каналам диспетчерской поездной радиосвязи / Батраев В.В., Гринфельд И.Н., Кисельгоф Г.К., Коровин А.С., Красовицкий Д.М., Куприенко О.Ю., Миронов В.С., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2018121045, заявл. 07.06.2018, опубл. 06.03.2019, Бюл. № 7.

25. Пат. № 2550377 Российская Федерация. МПК В61L 23/16 (2006.01). Система для интервального регулирования движения поездов / Батраев В.В., Кирпус О.М., Кисельгоф Г.К., Красовицкий Д.М., Миронов В.С., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2014125175/11, заявл. 23.06.2014, опубл. 10.05.2015, Бюл. № 13.

26. Пат. № 2577936 Российская Федерация. МПК В61L 25/00 (2006.01). Комплексное устройство безопасного информационного обмена и контроля локомотивных и стационарных устройств безопасности на железнодорожном транспорте / Батраев В.В., Куприенко О.Ю., Масалов Г.Д., Пронин А.А., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2014146879/11, заявл. 21.11.2014, опубл. 20.03.2016, Бюл. № 8.

27. Пат. № 2600175 Российская Федерация. МПК В61L 21/06 (2006.01) В61L 1/06 (2006.01). Система для определения свободности участков пути от подвижного

состава / Батраев В.В., Баклажков Р.В., Воронин В.А., Кисельгоф Г.К., Красовицкий Д.М., Марков А.В., Раков В.В., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «НИИАС» - № 2015126254/11, заявл. 01.07.2015, опубл. 20.03.2016, Бюл. № 29.

28. Пат. № 2702370 Российская Федерация. МПК В61L 25/00 (2006.01). Устройство для контроля проследования поезда в полном составе / Баранов А.Г., Батраев В.В., Воронин В.А., Гордон Б.М., Кисельгоф Г.К., Кононенко А.С., Раков В.В., Яковлев Г.В.; заявитель и патентообладатель АО «НИИАС» - № 2019104049, заявл. 13.02.2019, опубл. 08.10.2019, Бюл. № 28.

29. Пат. № 2726243 Российская Федерация. МПК В61L 27/04 (2006.01) G06F 11/00 (2006.01). Двухканальная система для регулирования движения железнодорожных транспортных средств / Батраев В.В., Кудряшов С.В., Попов П.А., Розенберг Е.Н., Розенберг И.Н., Шухина Е.Е., Шубинский И.Б.; заявитель и патентообладатель Розенберг Ефим Наумович - № 2020105409, заявл. 05.02.2020, опубл. 10.07.2020, Бюл. № 19.

30. Пат. № 2531661 Российская Федерация. МПК В61L 21/06 (2006.01), В61L 1/16 (2006.01). Система полуавтоматической блокировки / Батраев В.В., Гордон Б.М., Раков В.В., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е., Яшин А.И.; заявитель и патентообладатель АО «НИИАС» - № 2013120921/11, заявл. 08.05.2013, опубл. 27.10.2014, Бюл. № 30.

31. Пат. № 2519325 Российская Федерация. МПК В61L 3/02 (2006.01). Система управления движением поездов / Батраев В.В., Вихрова Н.Ю., Раков В.В., Розенберг Е.Н., Коровин А.С., Киселева С.В., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель АО «НИИАС» - № 2012152571/11, заявл. 07.12.2012, опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.

32. Пат. № 2536990 Российская Федерация. МПК В61L 25/04 (2006.01), G05B 15/00 (2006.01). Система управления движением поездов / Батраев В.В., Юдин С.С.; заявитель и патентообладатель "НПЦ Устройства безопасности движения" - № 2013123428/11, заявл. 22.05.2013, опубл. 27.12.2014, Бюл. № 36.

33. Пат. № 2519323 Российская Федерация. МПК В61L 3/12 (2006.01), В61L 25/00 (2006.01). Комплексное устройство безопасного информационного обмена и контроля локомотивных и стационарных устройств безопасности на железнодорожном транспорте / Баклажков Р.В., Батраев В.В., Вихрова Н.Ю., Миронов С.А., Мурин С.А., Попов П.А., Розенберг Е.Н., Розенберг И.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель АО «НИИАС» - № 2012152569/11, заявл. 07.12.2012, опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.

34. Пат. № 2572284 Российская Федерация. МПК В61L 25/00 (2006.01). Система обмена данными локомотивных систем с сервером ответственной информации с использованием электронной подписи / Батраев В.В., Куприенко О.Ю., Пронин А.А., Масалов Г.Д., Розенберг Е.Н., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2014146882/11, заявл. 21.11.2014, опубл. 10.01.2016, Бюл. № 1.

г) зарегистрированные объекты интеллектуальной собственности, патенты на полезную модель:

35. Пат. 118935 Российская Федерация. МПК В61L 25/00 (2006.01). Устройство регистрации сигналов автоматической локомотивной сигнализации и

комплекс контроля кодирования сигналов автоматической системы сигнализации. / Батраев В.В., Кисельгоф Г.К., Куприенко О.Ю., Маршов С.В., Мурин С.А., Старостин А.В., Чертков В.Е., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2011153815/11, заявл. 28.12.2011, опубл. 10.08.2012, Бюл. № 22.

36. Пат. 190653 Российская Федерация. МПК В61L 25/00 118935 Устройство регистрации сигналов автоматической локомотивной сигнализации / Батраев В.В., Гринфельд И.Н.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2019103394, заявл. 07.02.2019, опубл. 08.07.2019, Бюл. № 19.

37. Пат. 115594 Российская Федерация. МПК Н04 12/40 (2006.01). Регистратор сообщений информационного обмена устройств по протоколу CAN, устройство регистрации CAN-сообщений информационного обмена локомотивных устройств системы обеспечения безопасности движения поезда и комплексная система для контроля и анализа параметров движения поезда. / Батраев В.В., Елагин А.Ю., Кисельгоф Г.К., Куприенко О.Ю., Окупник Э.В., Чертков В.Е., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2011153821/08, заявл. 28.12.2011, опубл. 27.04.2012, Бюл. № 12.

38. Пат. 128747 Российская Федерация. МПК G06F 17/40 (2006.01), G06Q 50/30 (2012.01). Устройство для сбора данных путевых объектов и установленных скоростей движения для систем автоведения и безопасности / Батраев В.В., Гринфельд И.Н., Низовский Н.В., Шухина Е.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2012156359/08, заявл. 25.12.2012, опубл. 27.05.2013, Бюл. № 15.

39. Пат. 133799 Российская Федерация. МПК В61L 25/04 (2006.01). Устройство контроля за управлением локомотивом и бдительностью машиниста / Батраев В.В., Магдалев А.А.; // заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2013123430/11, заявл. 22.05.2013, опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30.

д) зарегистрированные объекты интеллектуальной собственности, свидетельства на программу ЭВМ:

40. Свид. № 2014613621. Комплекс БЛОК для ЭС1 «Ласточка». Программное обеспечение блока индикации. / Батраев В.В., Гринфельд И.Н., Коровин А.С., Чертков В.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2014611243, заявл. 19.02.2014, рег. 20.04.2014.

41. Свид. № 2015617461. Программа бортового устройства сопряжения с локальным радиоканалом. / Батраев В.В., Сулоев А.В., Куприенко О.Ю.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2015614508, заявл. 29.05.2015, рег. 20.08.2015.

42. Свид. № 2015617462. Комплексная электронная система актуализации данных о действующих предупреждениях на базе цифрового радиоканала. Куприенко О.Ю., Гурьянов А.В., Батраев В.В.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2015614509, заявл. 29.05.2015, рег. 20.08.2015.

43. Свид. № 2014612112. Комплекс БЛОК для ЭС1 «Ласточка». Программное обеспечение ячейки электронной карты и приемника спутниковой навигационной системы. / Батраев В.В., Гринфельд И.Н., Киселева С.В., Чертков В.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2013661958, заявл. 20.12.2013, рег. 19.02.2014.

44. Свид. № 2014612119. Комплекс БЛОК для ЭС1 «Ласточка». Программное обеспечение модуля центрального процессора / Батраев В.В., Гринфельд И.Н.,

Красовицкий Д.М., Чертков В.Е.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2013661973, заявл. 20.12.2013, рег. 19.02.2014.

45. Свид. № 2016610740. Программа для передачи по цифровому радиоканалу временных предупреждений в бортовые приборы безопасности / Батраев В.В., Гурьянов А.В., Висков В.В.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2015661237, заявл. 20.11.2015, рег. 28.02.2016.

46. Свид. № 2019612430. Программа для регистрации и диагностики сигналов АЛСН и АЛС-ЕН / Батраев В.В., Гринфельд И.Н.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД» - № 2019611100, заявл. 07.02.2019, рег. 19.02.2019.

е) в других научных изданиях и материалах конференций:

47. Розенберг, Е.Н. Информационные системы железнодорожного транспорта: современные подходы к импортозамещению / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев // Стандарты и качество. - 2018. - № 9. - С. 62-64.

48. Розенберг, Е.Н. О развитии бортовых и напольных систем контроля безопасности, минимизирующих влияние человеческого фактора/ Е.Н. Розенберг, А.С. Коровин, В.В. Батраев // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. - 2013. - № 5. - С. 24-35.

49. Розенберг, Е.Н. Современные методы и технологии повышения пропускной и провозной способности железнодорожных участков в периоды проведения ремонтно-путевых работ / Е.Н. Розенберг, А.А. Абрамов, В.В. Батраев // Научное обеспечение инновационного развития и повышения эффективности деятельности железнодорожного транспорта: коллективная монография членов и научных партнеров Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» под ред. Б.М. Лapidуса. – М.: Mittel Press, 2014 – 288с. – С 140-149.

50. Розенберг, Е.Н. Подходы к импортозамещению с учетом обеспечения информационной и функциональной безопасности / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев // Научное обеспечение инновационного развития и повышения эффективности деятельности железнодорожного транспорта: коллективная монография членов и научных партнеров Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». под ред. Б.М. Лapidуса. // Объединенный ученый совет ОАО "РЖД". Ногинск, - 2015. 252с. - С. 245-247.

51. Розенберг, Е.Н. Интеллектуальная система управления и обеспечения безопасности движения на ВСМ / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев// Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. - 2017. - № 1. - С. 10-22.

52. Розенберг, Е.Н. Разработка перспективных систем управления и обеспечения безопасности движения поездов / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. - 2017. - № 4. - С. 43-51.

53. Розенберг, Е.Н. О стратегии развития цифровой железной дороги / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. - 2018. - № 1. - С. 9-27.

54. Батраев, В.П. Оценка характеристик импульсного сигнала при передаче по цепям с распределенными и сосредоточенными параметрами / В.П. Батраев, В.В. Батраев // - М: Труды НИИАС 10-й выпуск -2014. - С. 132-144.

55. Куприенко, О.Ю. Комплекс регистрации параметров автоматической локомотивной сигнализации / О.Ю. Куприенко, В.В. Батраев // - М: Труды НИИАС 10-й выпуск. – 2014. - С. 154-163.
56. Батраев, В.В. Методы построения интегрированных систем обеспечения безопасности / В.В. Батраев // Материалы XIV научно-практической конференции «Безопасность движения поездов– 2013». – М.: МИИТ. – 2013. – С. VII - 28.
57. Батраев, В.В. Универсальный дешифратор индуктивных каналов / В.В. Батраев // Материалы XIV научно-практической конференции «Безопасность движения поездов – 2013». – М.: МИИТ. – 2013. – С. VII - 29.
58. Батраев, В.В. Система КСАДП как комплексное развитие системы АСУВОП-2 в части передачи по локальному цифровому радиоканалу временных предупреждений в бортовые приборы безопасности / В.В. Батраев, А.С. Коровин, О.Ю. Куприенко // Материалы XV научно-практической конференции «Безопасность движения поездов– 2014». – М.: МИИТ. – 2014. – С. I - 1.
59. Батраев, В.В. Импортозамещение в современных системах управления / В.В. Батраев, А.С. Коровин // Материалы XV научно-практической конференции «Безопасность движения поездов– 2014». – М.: МИИТ. – 2014. – С. I - 2.
60. Батраев, В.В. SCADE – комплекс модельно-ориентированных средств для разработки критических железнодорожных систем / В.В. Батраев, А.С. Коровин // Материалы XV научно-практической конференции «Безопасность движения поездов – 2013». – М.: МИИТ. – 2014. – С. I - 2.
61. Батраев, В.В. Развитие современных систем обеспечения безопасности движения / В.В. Батраев // Материалы XV научно-практической конференции «Безопасность движения поездов – 2014». – М.: МИИТ. – 2014. – С. I – 3-4.
62. Батраев, В.В. Тенденция развития бортовых систем контроля безопасности, минимизирующих влияние человеческого фактора / В.В. Батраев, А.С. Коровин, О.Ю. Куприенко // Материалы XVI научно-практической конференции «Безопасность движения поездов – 2015». – М.: МИИТ. – 2015. – С. VII – 59-60.
63. Батраев, В.В. Оценка методов определения положения локомотива на железнодорожном полотне / В.В. Батраев, А.С. Коровин // Материалы XVI научно-практической конференции «Безопасность движения поездов– 2015». – М.: МИИТ. – 2015. – С. VII – 56.
64. Батраев, В.В. Локомотивные устройства обеспечения безопасности и импортозамещение элементной базы / В.В. Батраев // Материалы Международной научно-технической конференции «XII век: Молодость интеллекта». – XIX Всемирный фестиваль молодежи и студентов. – 2017. – С. 22 – 23.
65. Rozenberg, E. Intelligent onboard train protection system for the northern territories / E. Rozenberg, V. Batraev // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Транспортное строительство в холодных регионах» (TRANSOILCOLD 2019). – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС. – 2019. – С. 91 – 92.
66. Батраев, В.В. Единая масштабируемая система управления и обеспечения безопасности движения / В.В. Батраев // Сборник научных трудов X Национальной научно-технической конференции. – М.: Союз машиностроителей России. – 2021. – С. 9 – 15.

Батраев Владимир Владимирович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОПУСКНОЙ
СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ**

2.9.4. Управление процессами перевозок

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать _____ 2022 г. Заказ № _____ Формат 60x90^{1/16}

Объем 1,5 усл.п.л. Тираж 80 экз.

127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, дом 9, стр.9,
Типография Юридического института РУТ (МИИТ)