

Увеличение пропускных и провозных способностей Восточного полигона с помощью использования передовых систем интервального регулирования движения поездов

Increasing the theoretical and practical capacity of the Eastern Operating Domain by means of advanced train separation systems

Дежков М.А.^{1*}, Тарасов К.А.², Чернин М.А.¹
Dezhkov M.A.^{1*}, Tarasov K.A.², Chernin M.A.¹

¹ Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (АО «НИИАС»), Российская Федерация, Москва

² Центральная дирекция управления движением – филиал ОАО «РЖД», Российская Федерация, Москва

¹ Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications in Railway Transportation (JSC NIIS), Russian Federation, Moscow

² Central Traffic Management Directorate, a branch of JSC RZD, Russian Federation, Moscow

*m.dejkov@vniias.ru



Дежков М.А.



Тарасов К.А.



Чернин М.А.

Резюме. Цель. В настоящее время сеть магистральных железных дорог не в полной мере обеспечивает потребностей рынка в пропускной и провозной способности, из-за чего ОАО «РЖД» вынуждено ежедневно отклонять 2-4% заявок на перевозку грузов, маршрут которых проходит по ограничивающим объектам железнодорожной инфраструктуры. Процесс увеличения пропускной и провозной способности железнодорожных направлений путем строительства дополнительных путей на станциях и перегонах неприемлемо длительный и требует колоссальных капитальных вложений. **Методы.** Предлагается решение данной проблемы за счет увеличения интенсивности использования железнодорожной инфраструктуры путем сокращения межпоездных и станционных интервалов в графике движения при внедрении технологий интервального регулирования движения поездов с подвижными блок-участками и технологией «виртуальная сцепка». Данный подход позволяет сократить капитальные вложения до 32 раз, сроки реализации проектов – до 8 раз при сопоставимых значениях увеличения пропускной и провозной способности. В статье подробно показаны функциональность средств интервального регулирования и их технические параметры. **Выводы.** Технология интервального регулирования движения поездов внедрена и используется на Дальневосточной, Забайкальской, Восточно-Сибирской и Красноярской железных дорогах – филиалах ОАО «РЖД», входящих в состав Восточного полигона сети железных дорог ОАО «РЖД». Общая протяженность участков внедрения технологии интервального регулирования составила к концу 2023 г. 5734 км. **Заключение.** В 2023 году по участкам Восточного полигона проведено почти 36 тысяч пар поездов с сокращенным межпоездным интервалом. Средства интервального регулирования движения поездов также позволяют повысить безопасность и уровень цифровизации перевозочного процесса.

Abstract. Aim. Currently, the mainline railway network does not fully meet the market's needs in terms of capacity, which is why every day JSC RZD is forced to reject 2 to 4% of applications for the transportation of goods across routes passing through limited-capacity railway infrastructure facilities. Increasing the practical capacity of railway lines by building additional tracks at stations and on open lines is unacceptably long and requires massive capital investments. **Methods.** It is proposed to solve the above problem by increasing the utilization of railway infrastructure by reducing the succession times and station operation times in the traffic schedule by deploying moving block and virtual coupling. This approach allows reducing capital investments up to 32 times and the duration of project implementation up to 8 times with a comparable capacity increase. The paper details the functionality of train separation technology and its technical parameters. **Conclusion.** The train separation technology has been deployed and is in operation on the Far Eastern, Trans-Baikal, East Siberian, and Krasnoyarsk Railways, branches of JSC RZD, that are part of the Eastern Operating Domain of JSC RZD network. By the end of 2023, the total length of track covered by the train separation solution was 5,734 km. **Conclusion.** In 2023, the lines of the Eastern Operating Domain handled almost 36 thousand pairs of trains with reduced spacing. The train separation technology also allows improving the safety and the level of digitalisation of the transportation process.

Ключевые слова: интервальное регулирование движения поездов, технология «виртуальной сцепки», безопасность движения, автоведение, локомотивные устройства безопасности; имитационное моделирование, пропускная способность железнодорожных участков.

Keywords: train separation, virtual coupling, traffic safety, automatic train operation, onboard train protection devices, simulation, rail line capacity

Для цитирования: Дежков М.А., Тарасов К.А., Чернин М.А. Увеличение пропускных и провозных способностей Восточного полигона с помощью использования передовых систем интервального регулирования движения поездов // Надежность. 2024. №3. С. 3-9. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2024-24-3-3-9>

For citation: Dezhkov M.A., Tarasov K.A., Chernin M.A. Increasing the theoretical and practical capacity of the Eastern Operating Domain by means of advanced train separation systems. Dependability 2024;3:3-9. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2024-24-3-3-9>

Поступила: 29.02.2024 / **После доработки:** 16.05.2024 / **К печати:** 09.09.2024

Received on: 29.02.2024 / **Revised on:** 16.05.2024 / **For printing:** 09.09.2024

Введение

Переориентация рынков сбыта в Азиатско-Тихоокеанском направлении значительно увеличила нагрузку на железнодорожную магистраль Восточного полигона сети железных дорог. Сегодня ОАО «РЖД» реализует комплекс технических и технологических мероприятий по обновлению и модернизации железнодорожной инфраструктуры этого полигона, направленных на выполнение целевых показателей по пропуску заданных объемов перевозок на перспективу, установленных Правительством Российской Федерации.

Согласно данным Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД», около 25% грузооборота проходит по направлениям, имеющим дефицит пропускных способностей. На таких направлениях наблюдается замедление пропуска вагонопотоков из-за высокого значения коэффициента использования пропускной способности (более 0,9), что приводит к ухудшению эксплуатационных и экономических показателей работы магистрального железнодорожного транспорта, усложняет процесс содержания верхнего строения пути. Также ОАО «РЖД» вынуждено отклонять от 2 до 4% заявок на перевозку грузов через данные направления.

Для увеличения пропускной и провозной способности железнодорожных направлений ОАО «РЖД» реализует комплекс мероприятий по строительству дополнительных путей на станциях и перегонах, а также увеличения интенсивности использования существующей железнодорожной инфраструктуры с помощью средств интервального регулирования движения поездов. При этом внедрение средств интервального регулирования позволяет сократить капитальные вложения до 32 раз, сроки реализации проектов до 8 раз при сопоставимых значениях увеличения пропускной и провозной способности.

Средства интервального регулирования движения поездов делятся на два основных направления:

1) использование микропроцессорной автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и централи-

зованным размещением аппаратуры с подвижными блок-участками (АБТЦ-М (Ш));

2) технология «виртуальная сцепка» (ВСЦ).

В условиях Восточного полигона сети железных дорог ОАО «РЖД» широко используется ВСЦ – соединение локомотивов последовательно следующих поездов по радиоканалу. При этом ведение второго («ведомого») поезда осуществляется с учетом информации, непрерывно получаемой с первого («ведущего») поезда по цифровому радиоканалу.

За счет использования средств интервального регулирования удалось сократить межпоездной интервал для грузовых поездов с 12-15 минут до 8-10 минут. Технология интервального регулирования движения поездов внедрена и используется на Дальневосточной, Забайкальской, Восточно-Сибирской и Красноярской железных дорогах – филиалах ОАО «РЖД», входящих в состав Восточного полигона сети железных дорог ОАО «РЖД».

1. Особенности разработки систем интервального регулирования движения поездов

Одним из эффективных решений по созданию условий проведения намеченных широкомасштабных работ по развитию инфраструктуры и приведению состояния путевой инфраструктуры к нормативным требованиям, охватывающих основные технологические процессы перевозок и создающих дополнительные возможности их наращивания, является внедрение технологий интервального регулирования с подвижными блок-участками и ВСЦ. При этом масштабная работа по модернизации железнодорожных систем автоматики и телемеханики, связанная с внедрением систем интервального регулирования с подвижными блок-участками, требует значительных материальных средств и времени для проектирования и проведения строительно-монтажных работ. Поэтому приоритет в реализации указанных технологий был отдан технологии ВСЦ, реализуемой бортовыми устройствами магистральных локомотивов.

Для решения важнейших научно-технических задач по повышению пропускных способностей, наряду с научно-конструкторскими подразделениями АО «НИИАС», к работе по реализации технологии интервального регулирования движения поездов ВСЦ привлечены следующие подразделения:

- ООО «НПО САУТ» для создания инновационной продукции в области развития систем управления подвижным составом и систем обеспечения безопасности движения поездов;

- ООО «АВП Технология» для разработки инновационных систем управления и регистрации подвижного состава, беспроводной передачи данных о работе и техническом состоянии подвижного состава и создания современных информационно-управляющих технологий;

- ООО «Апогей» и ООО «Пульсар-Телеком» для создания бортовых радиотехнических комплексов, обеспечивающих передачу информации между локомотивами.

Для реализации технологии ВСЦ в качестве модернизируемого подвижного состава выбран наиболее массовый электровоз, задействованный в грузовом движении на Восточном полигоне, – ЗЭС5К «Ермак».

Были разработаны и поставлены на производство: отечественные бортовые интеллектуальные системы автоматизированного вождения поездов повышенной массы и длины с распределенной тягой с новыми принципами и алгоритмами управления локомотивами (ИСАВП-РТ-М); устройства безопасности движения поездов (модернизированные КЛУБ-У, БЛОК) с новым программным обеспечением и обновленными базами электронных карт; новые радиомодемы (М-ЛИНК), обеспечивающие надежную связь между локомотивами на расстояниях до 10-12 км.

Управление ведущим и ведомым локомотивами может осуществляться как в режиме автоведения (система ИСАВП-РТ-М), так и в ручном режиме машинистом (режим «Советчик»). Для расчета режима ведения ведомого поезда используется информация о координате, режиме ведения (разгон, выбег, торможение), скорости и показаниях локомотивного светофора ведущего поезда, а также данные собственной электронной карты, графика движения и других показаний. Необходимо отметить, что местоположение поездов определяется на основе спутниковых данных и электронной карты с точностью до нескольких десятков метров, что обеспечивает безопасность выполнения режимов ведения.

Повышенная дальность связи между двумя локомотивами в диапазоне 160 МГц обеспечивается за счет приема и передачи пакетов данных с использованием помехозащищенных турбокодов с применением векторного вида модуляции CQPSK. При необходимости дальнейшее наращивание возможностей радиомодема осуществляется заменой программного обеспечения. При этом особое внимание разработчиками уделено парированию высокоэнергетических импульсных помех, которые преобладают в системах железнодорожной радиосвязи. В сочетании с использованием перемежающихся турбо-кодов Ридда-

Майлера, которые позволяют восстановить до 13% выбитой в кодограмме информации, обеспечена как большая чувствительность приемника, так и, соответственно, большая дальность связи. При этом обеспечивается:

- вероятность неприема пакета данных при уровне входного сигнала 1 мкВ – не более 10^{-6} ;

- вероятность неприема пакета данных при работе в протоколе CQPSK при уровне входного сигнала 0,2 мкВ – не более 10^{-6} ;

- вероятность трансформации кодовой посылки – не более 10^{-13} .

Бортовые системы управления локомотивом, безопасности, связи и автоведения, обеспечивающие реализацию технологии, разработаны с использованием отечественного кросс-платформенного программного обеспечения, что позволяет для их внедрения использовать импортонезависимые операционные системы и системы управления базами данных. В вычислителях применяются алгоритмы управления, процессоры функционируют с рабочей тактовой частотой 800 МГц, с объемом памяти 32 Гбайт (при необходимости легко расширяемые до 128 Гбайт).

2. Функциональные возможности

Функциональные возможности ИСАВП-РТ-М позволили обеспечить:

- совместимость и невмешательство в работу системы автоведения при осуществлении ведения локомотива в режиме одиночного поезда;

- автоматическую передачу управления системе автоведения при длительном отсутствии обмена данными по радиоканалу между локомотивами, идущими друг за другом в попутном следовании, для обеспечения безопасного ведения локомотива в режиме одиночного поезда по сигналам АЛСН;

- работу в режиме ведения поездов по технологии ВСЦ в режимах ведущий и ведомый на безопасном расстоянии между поездами;

- непрерывную оценку эффективности работы тормозной системы ведущего и ведомого поездов;

- ведение базы данных на борту локомотива зон распространения радиосигнала при работе в режиме ВСЦ для безопасного переключения режимов работы между унифицированной системой автоматизированного ведения поездов (УСАВП) и ИСАВП-РТ-М в зонах отсутствия устойчивой радиосвязи;

- автоматизированное управление тягой и электродинамическим тормозом локомотива путем передачи в микропроцессорную систему управления и диагностики оборудования электровозов (МСУД-Н) команд управления, а также управление пневматическими тормозами состава поезда;

- автоматизированное управление пневматическим и электродинамическим тормозами локомотива и поезда при подъезде к местам ограничения скорости и светофорам, ограничивающим скорость движения, остановку у светофора с запрещающим показанием служебным тор-

можением в соответствии с «Правилами технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава»;

- ведение поезда по главным путям станции со скоростями, заданными системой автоматического управления торможением поездов (САУТ-ЦМ) (при наличии напольных устройств);

- ведение поезда со скоростями, не превышающими разрешенные устройствами безопасности и действующими нормативными документами;

- два режима работы: «Советчик» и «Автоведение». В режиме «Советчик» управление локомотивом осуществляется машинистом, а система выдает на блок индикации рекомендуемые (расчетные) значения параметров движения, не воздействуя на цепи управления локомотива. В режиме «Автоведение» управление локомотивом осуществляется системой. Переход из одного режима в другой должен осуществляться по команде машиниста;

- автоматический переход в режим «Советчик» с выдачей речевого сообщения в случае обнаружения сбоев или отказов в системе;

- прибытие поезда на кодированные боковые пути станций в режиме «Автоведение» (при наличии напольных устройств САУТ-ЦМ);

- переход в режим «виртуальная сцепка» на стоянке и в движении автоматически (при восстановлении связи) или по команде машиниста;

- адаптацию управления к текущему сопротивлению движения, напряжению в контактной сети, тяговым и тормозным характеристикам локомотива и поезда;

- автоматический выход из режима тяги при подъезде к нейтральной вставке в режиме «Автоведение» не менее чем за 100 м;

- автоматический (по данным с сервера системы взаимодействия с локомотивом по технической радиосвязи (СВЛ ТР) и ручной (машинистом) ввод и корректировку необходимой для автоведения информации:

- табельный номер машиниста;
- количество вагонов в составе поезда и его массу;
- места (координаты начала и конца) и величины временных ограничений скорости с учетом нарушения линейного изменения километража и пикетов нестандартной длины (не равных 100 м);

- выдачу на блок индикации микропроцессорной системы управления и диагностики электрооборудования электровоза (БИ МСУД) графической и текстовой информации согласно документу «Основные требования к экрану графического интерфейса системы информирования машиниста», утвержденному ОАО «РЖД»;

- автоматический перезапуск системы в случае программного сбоя с восстановлением работоспособности в течение 20 сек. с сохранением введенной ранее информации, необходимой для автоведения;

- вычисление и вывод на БИ МСУД текущей железнодорожной координаты с учетом нарушения линейного изменения километража и пикетов нестандартной длины (не равных 100 м);

- автоматическую и ручную (с клавиатуры) коррекцию текущей железнодорожной координаты;

- прием от системы САУТ-ЦМ данных по маршруту приема на станцию;

- прием от системы КЛУБ-У данных по маршруту приема на станцию, получаемых по каналу автоматической локомотивной сигнализации АЛС-ЕН (при их наличии), и их отработку в режиме автоведения;

- прием от системы КЛУБ-У значений фактической, целевой и допустимой скоростей;

- прием от системы КЛУБ-У вида цели, расстояния до цели, астрономического времени и даты, номера пути;

- обмен данными, необходимыми для ведения «виртуальной сцепки» между ведущим и ведомым локомотивом по цифровому радиоканалу диапазона МВ (150-160 МГц), и/или LTE (при наличии устойчивого покрытия сигналом базовых станций на участках движения поездов);

- передачу данных между локомотивами со следующей периодичностью:

- 1 раз в 1 секунду при работе на основном канале;
- не реже чем 1 раз в 2 секунды при работе на резервном канале;

- передачу команд с задержкой не более 1 сек.

Надежность бортовых систем безопасности, автоведения и связи для реализации технологии ВСЦ доказана в период проведения подконтрольной эксплуатации и прошла все необходимые стадии постановки продукции на производство в соответствии с ГОСТ 15.902-2014 «Система разработки и постановки продукции на производство. Железнодорожный подвижной состав. Порядок разработки и постановки на производство».

Безопасность ведения поезда системой ИСАВП-РТ-М обеспечивается установленными на локомотиве устройствами безопасности (КЛУБ-У, САУТ-ЦМ/485). Качество и наличие/отсутствие радиосвязи между поездами, идущими друг за другом в попутном следовании, не влияло на безопасность движения.

При отказах технических средств системы на виртуально соединенном поезде, в том числе программных средств, бортовые системы переходили в режим ведения одиночного поезда, не превышая разрешенные устройствами безопасности и нормативными документами скорости, что предусмотрено инструкцией по эксплуатации системы.

При пропадании канала радиосвязи режим ВСЦ ведомого поезда отключается и движение продолжается в штатном режиме по показаниям автоматической локомотивной сигнализации.

Результаты работы бортовых систем безопасности и автоведения, проанализированные через системы «КОВ-ЧЕГ» и автоматизированную систему учета и анализа нарушений безопасности движения поездов по результатам автоматической расшифровки кассет регистрации локомотивных устройств (АСУТ НБД-2), позволяют сделать вывод об устойчивости работы бортовых систем и обеспечении требуемого уровня надежности.

ОАО «РЖД», входящих в состав Восточного полигона сети железных дорог ОАО «РЖД». Общая протяженность участков внедрения технологии ВСЦ на Восточном полигоне в период с 2019 по 2024 г. составила к концу 2023 г. 5734 км (участок Мариинск–Тайшет–Находка–Восточная).

В 2023 году по участкам Восточного полигона в данном режиме проведено почти 36 тысяч пар поездов (71 726 поездов) с увеличением их количества по сравнению с 2022 годом в 2,9 раз (2022 год – 12 226 поездов) (рис. 3).

Решениями протокола заседания Научно-технического совета ОАО «РЖД» были определены основные направления развития технологии – это организация пакетного пропуска ВСЦ, движения по неправильному пути в режиме ВСЦ, прибытия и отправления на станции поездов в режиме автоведения. При выполнении этих задач на Восточном полигоне были организованы испытания, подтвердившие техническую возможность реализации всех заявленных функций.

На станции Красноярск-Восточный Красноярской железной дороги проведены испытания функции передачи на локомотив данных о маршруте приема и прибытия на станцию в автоматизированном режиме, в рамках которых подтверждена возможность реализации передачи по радиоканалу информации от станционной аппаратуры о маршруте приема поезда, для обеспечения прибытия поезда на станцию в режиме автоведения, в том числе на боковые пути.

На участках Красноярск-Восточный – Мариинск Красноярской железной дороги и Хабаровск II – Ружино Дальневосточной железной дороги проведены опытные поездки и подтверждена возможность реализации автоматического соединения поездов в пакет на перегоне с применением контроллеров логики радиоканальных КЛР.1 и радиомодемов передачи данных М-ЛИНК.

16 ноября 2023 года впервые в России на участке Хабаровск II – Ружино протяженностью 396 км с межпоездным интервалом 8 минут проследовал виртуальный сцеп из 5 составов общей массой 26 663 тонны. Полученные результаты подтвердили адаптивность системы интервального регулирования при формировании пакетов из поездов различной массы и длины, а также возможность устойчиво выдерживать интервал движения поездов в фактических условиях энергоснабжения.

При проведении испытаний на полигоне Забайкальской железной дороги подтверждена возможность движения поездов в режиме «Автоведение» при следовании по неправильному пути.

Достигнутое в результате внедрения ВСЦ сокращение межпоездного интервала позволяет повысить эксплуатационную надежность графика движения поездов, возможность его восстановления после сбойных ситуаций, что обеспечивает повышение стабильности перевозочного процесса.

4. Перспективы развития

Несмотря на значительное развитие технологии ВСЦ, на сегодняшний день по-прежнему имеются резервы, реализация которых может значительно повысить ее эффективность. Остановливаясь на перспективах развития проекта стоит отметить:

- разработку методологии управления поездопотоками с применением технологии ВСЦ с учетом возможностей действующей инфраструктуры тягового электроснабжения;
- совершенствование технологий работы технических станций формирования приема и обработки пакетов, а также безостановочного пропуска ВСЦ поездов по диспетчерским участкам;
- выполнение имитационного моделирования для разработки вариантных графиков с применением технологии ВСЦ для повышения пропускной способности участков при организации ремонтных и строительных работ с закрытием перегонов;
- актуализацию бортовой базы автоведения на участках, где при проведении ремонтных работ проведена укладка блок-постов, временных диспетчерских съездов, перенос нейтральных вставок и др.;
- автоматизацию процессов учета выполняемой работы по технологии ВСЦ в рамках разрабатываемой технологии графика исполненного движения нового поколения (ГИД НП);
- разработку технологии автоматической передачи предупреждений на грузовые локомотивы с системой автоведения;
- автоматическое соединение поездов как на станциях, так и на перегонах, за счет реализации функций взаимного обмена данными по радиоканалу между локомотивами;
- разработку технологии интеграционного взаимодействия между ГИД и устройствами безопасности по передаче данных о фактическом маршруте следования и маршрутах в электронной карте;
- доработку мотивационной составляющей для эксплуатационных служб с целью повышения удельной протяженности поездок в режиме ВСЦ.

Заключение

Технология интервального регулирования движения поездов позволяет решить проблему дефицита провозной способности железнодорожных направлений в сжатые сроки с относительно невысокими капитальными вложениями. Ведется интенсивная работа по внедрению средств интервального регулирования движения поездов, а также по повышению эффективности ее применения.

Библиографический список:

1. Андреев В.Е., Пронкин А.В., Долгий А.И. и др. Развитие технологий интервального регулирования движения поездов: итоги и перспективы // Транспорт Российской Федерации. 2023. № 1-2. С. 6-12.

2. Долгий А.И. Концептуальный подход к построению современной платформы управления перевозочным процессом в ОАО «РЖД» // Труды АО «НИИАС»: Сборник статей. М.: Типография АО «Т 8 Издательские Технологии». 2021. Т. 1. Вып. 11. С. 9-31.

3. Кобзев С.А., Розенберг Е.Н., Воронин В.А. и др. Комплексная технология интервального регулирования движения поездов // М.: АО «Т 8 Издательские технологии», 2023. С. 216.

4. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. 3-е изд., испр. и доп. М.: ИНФРА-М, 2022. 622 с.

References

1. Andreev V.E., Pronkin A.V., Dolgiy A.I., Rosenberg E.N. Development of integrated train traffic control technologies: results and prospects. *Transport of the Russian Federation* 2023;1-2:6-12. (in Russ.)

2. Dolgiy A.I. [Conceptual approach to the construction of JSC RZD's advanced traffic management platform]. In: [Transactions of JSC NIIAS: collected articles]. Moscow: T8 Izdatelskiye Tekhnologii; 2021. Vol. 1. Issue 11. Pp. 9-31. (in Russ.)

3. Kobzev S.A., Rozenberg E.N., Voronin V.A. et al. [Comprehensive train separation process]. Moscow: T8 Izdatelskiye Tekhnologii; 2023. P. 216. (in Russ.)

4. [Rules of operation and maintenance of railways of the Russian Federation. 3rd ed., revised and extended]. Moscow: INFRA-M; 2022. (in Russ.)

Сведения об авторах

Дежков Михаил Александрович – заместитель начальника департамента научных исследований, аналитики и совершенствования научно-технической деятельности, Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), Нижегородская улица, дом 27, строение 1, г. Москва, Российская Федерация, 109029. Почетное звание АЭН РФ «Доктор электротехники», член-корреспондент АЭН РФ. e-mail: m.dejkov@vniias.ru

Тарасов Кирилл Александрович – Главный инженер Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД» (ЦД). Каланчевская улица, дом 35, г. Москва, Российская Федерация, 129090. e-mail: tarasovka@center.rzd

Чернин Марк Абрамович – Начальник центра научно-технологических экспертиз, Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»),

Нижегородская улица, дом 27, строение 1, г. Москва, Российская Федерация, 109029. Ученое звание: нет. Почетное звание: знак «Почетному железнодорожнику» (2003 г), звание «Новатор ОАО «РЖД» (2015 г), знак «За безупречный труд на железнодорожном транспорте 40 лет», Лауреат премии им. Черепановых. e-mail: m.chernin@vniias.ru

About the authors

Mikhail A. Dezhkov, Deputy Head of the Department for Scientific Research, Analytics, and Improvement of Research and Engineering Activities, Joint Stock Company Research and Design Institute for Information Technology, Signalling, and Telecommunications in Railway Transportation (JSC NIIAS), 27, bldg 1 Nizhegorodskaya St., Moscow, 109029, Russian Federation. Honorary Doctor of Electrical Engineering of the Academy of Electrical Engineering of the Russian Federation. E-mail: m.dejkov@vniias.ru

Kirill A. Tarasov, Chief Engineer, Central Traffic Management Directorate, a branch of JSC RZD. 35 Kalanchiovskaya St., Moscow, 129090, Russian Federation, e-mail: tarasovka@center.rzd.

Mark A. Chernin, Head of the Centre for Scientific and Technical Evaluation, Joint Stock Company Research and Design Institute for Information Technology, Signalling, and Telecommunications in Railway Transportation (JSC NIIAS), 27, bldg 1 Nizhegorodskaya St., Moscow, 109029, Russian Federation. Scientific degree: none. Honorary degrees: Honorary Railwayman badge (2003), Innovator of JSC RZD (2015), badge For Impeccable Performance in Railway Transportation 40 Years, Cherepanov Prize m.chernin@vniias.ru

Вклад авторов в статью

Чернин М.А. – формирование структуры статьи, целей и задач научного исследования по применению технологии интервального регулирования движения поездов «виртуальная сцепка».

Дежков М.А. – исследование функциональных возможностей и надежности бортовых систем автоведения и цифровой связи для реализации технологии «виртуальная сцепка»

Тарасов К.А. – исследование влияния применения новых бортовых технических средств по объединению попутно следующих грузовых поездов в единый пакет для повышения пропускных способностей Восточного полигона

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.