

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ГРУЗОВОГО ДВИЖЕНИЯ**

Аспирант **Шкандыбин Д.Н.**  
(Институт управления и цифровых технологий РУТ - МИИТ)

**ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGIES  
FOR ORGANIZING HIGH-SPEED FREIGHT TRAFFIC**

Post-graduate **Shkandybin D.N.**  
(Institute of Management and Digital Technologies of RUT - MIIT)

*Железнодорожный транспорт, высокоскоростной транспорт, грузовые ж.-д. перевозки, автоматическое ведение поезда, интеллектуальные системы.*

*Railway transport, high-speed transport, railway freight transportation, automatic train guidance, intelligent systems.*

*Стратегией развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года определены основные задачи, стоящие перед транспортным комплексом. Среди них внедрение перспективных средств и технологий железнодорожной автоматики, разработка научно-обоснованных требований к увеличению пропускной способности и скоростных параметров инфраструктуры, а также научное обоснование резервов пропускной способности сети железных дорог по различным направлениям. Рассматриваются области исследований пропускной и провозной способностей, включающие вопросы расчета пропускной и провозной способностей железнодорожных станций и участков.*

*The Strategy for the Development of Railway Transport in the Russian Federation until 2030 define the main tasks facing the transport complex, including the introduction of advanced means and technologies of railway automation, development of scientifically substantiated requirements for increasing the capacity and speed parameters of infrastructure, as well as scientific substantiation of the creation of reserves for the capacity of the railway network in various directions [1, 2]. Areas of research of carrying capacity and carrying capacity include general issues of calculating the carrying capacity and carrying capacity of railway stations and sections.*

**Введение**

Стратегией развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года и Стратегией научно-технического развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и перспективу до 2025 года определены основные задачи, стоящие перед транспортным комплексом. Среди них внедрение перспективных средств и технологий железнодорожной автоматики, разработка научно-обоснованных требований к увеличению пропускной способности и скоростных параметров инфраструктуры, а также научное обоснование резервов пропускной способности сети железных дорог по различным направлениям [1-11].

Изменение инфраструктурных и эксплуатационных параметров железнодорожных линий и их влияние на пропускную и провозную способность рассмотрено в современных зарубежных исследованиях [12-14].

Эффективное функционирование железнодорожного транспорта играет исключительную роль в создании условий для модернизации, перехода на инновационный путь развития и устойчивого роста национальной экономики, способствует созданию условий для обеспечения лидерства России в мировой экономической системе. В настоящее время существует ряд проблем, в том числе и дефицит финансирования железнодорожной отрасли, которые снижают запланированные темпы развития. Отказ от стратегического развития железнодорожного транспорта может привести к негативным социально-экономическим последствиям.

Во всем мире растет интерес к высокоскоростным транспортным системам, например, вакуумным магнитолевитационным системам, создание которых позволят пересмотреть проблемы функционирования существующих наземных видов транспорта [10]. Недостаток финансирования, как в вопросах развития новых высокоскоростных транспортных систем, так и решение задач интенсификации существующих железнодорожных линий со смешанным пассажирским и грузовым движением, становятся не просто транспортной проблемой, но и проблемой стратегического развития страны.

**Интеллектуальные системы автоматического  
регулирования на железных дорогах**

На железнодорожном транспорте России к применяемым в настоящее время инновациям относятся: использование современных телекоммуникационных систем в управлении движением; автоматизация процессов управления; внедрение новых систем интервального регулирования движения поездов, например, автоблокировки (АБ) с подвижными блок-участками; системы автоматической локомотивной сигнализации (АЛСО) с подвижными блок-участками; технологии виртуальных сцепок (ВСЦ) [14].

В последнее десятилетие отмечается рост грузопотоков в российские порты, в результате ключевые транспортные направления функционируют в условиях ограниченных пропускных и провозных способностей. Потребовалось развитие инфраструктуры на подходах к

портам, а также изыскание внутренних резервов и внедрение инноваций, позволяющих интенсифицировать использование существующих железнодорожных линий. Исторически развитие систем железнодорожной автоматики определяло новые технологические решения в организации перевозок, способствовало повышению безопасности движения, эффективности использования транспортной инфраструктуры, в том числе за счет сокращения станционных и межпоездных интервалов на станциях и перегонах, ограничивающих пропускную способность участка. Среди других возможных решений – увеличение массы поездов на основе использования инновационных вагонов, современных поездных локомотивов, установки дополнительных тяговых подстанций на электрифицированных участках, повышение скорости грузовых поездов.

Одним из решений по увеличению пропускных и провозных способностей является сокращение межпоездного интервала движения грузовых поездов попутного направления. Внедрение современной технологии интервального регулирования движения поездов с подвижными границами блок-участков обеспечивает авто-

матическую локомотивную сигнализацию, применяемую как самостоятельное средство сигнализации и связи, с подвижными блок-участками на базе аппаратуры АБТЦ-МШ. Она позволяет сократить межпоездные интервалы до 4-х минут для пассажирского движения и до 6-ти минут для грузового движения [3].

### Интеллектуальные системы автоматического ведения поезда

Для решения задачи сокращения межпоездных интервалов ООО «АВП Технология» разработало и серийно производит Интеллектуальные системы автоматического ведения поезда с распределенной тягой (ИСАВП-РТ-М), реализующие вождение грузовых поездов по технологии «Виртуальная сцепка», которые позволяют реализовать грузовое движение на высокоскоростных магистралях. Сокращение межпоездного интервала происходит за счет обеспечения непрерывного обмена информацией по радиоканалу между локомотивами и оценки режимов движения впереди идущего поезда системой ИСАВП-РТ-М (рис. 1).

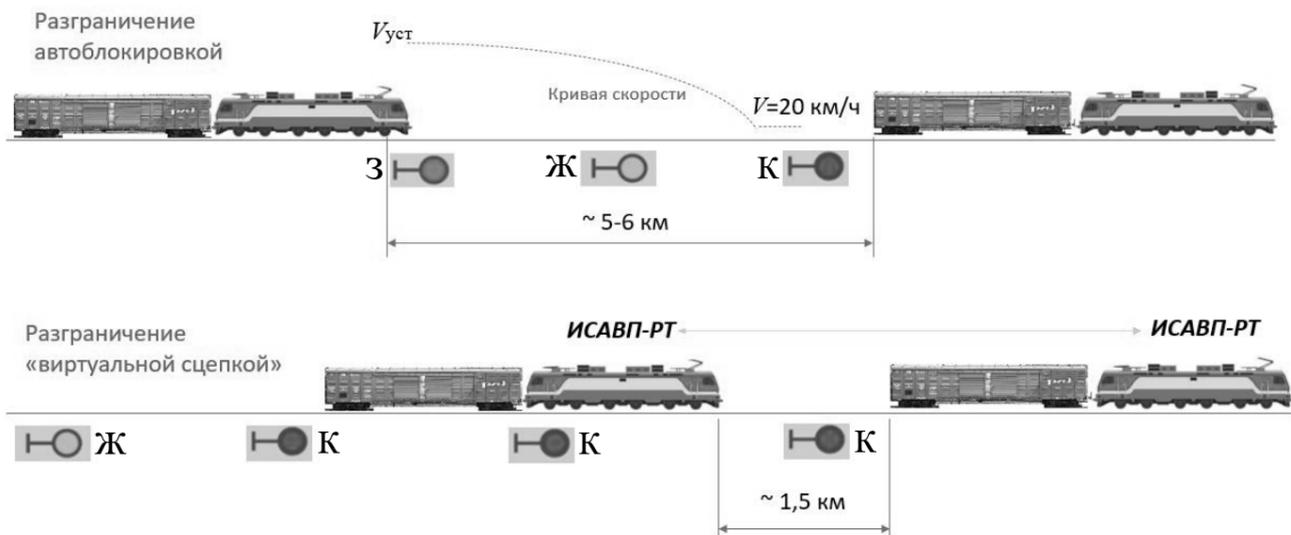


Рис. 1. Сокращение межпоездного интервала при использовании системы ИСАВП-РТ-М. Цвет светофора обозначен буквами з - зеленый, ж - желтый, к - красный

Ведение «виртуально соединенных» грузовых поездов системой ИСАВП-РТ-М производится в безопасном автоматизированном режиме. При существующей технологии пропуска грузовых поездов интервал движения поездов при трехзначной автоблокировке составляет 10–15 мин. Для сокращения интервалов между грузовыми поездами локомотивы оборудуют-

ся системой ИСАВП-РТ-М. При организации пропуска грузовых поездов по технологии «Виртуальная сцепка» можно также сократить межпоездной интервал до 5-8 мин (рис. 2). При этом локомотивы непрерывно поддерживают обмен данными по радиоканалу, передавая местоположение составов, параметры движения, текущий и перспективный режим работы [5].

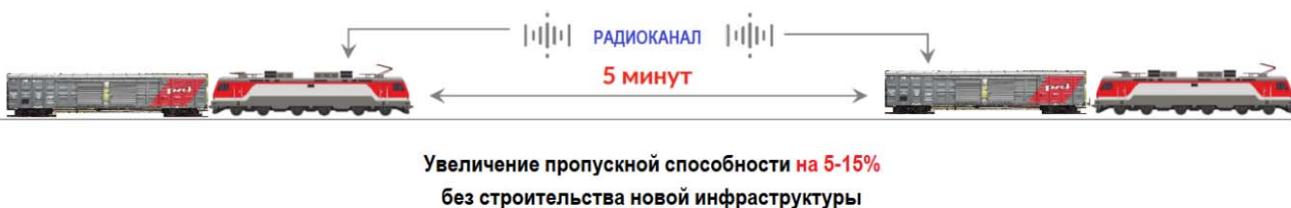


Рис. 2. Перенос функций управления на бортовые устройства для реализации технологии «Виртуальной сцепки»

Система обеспечивает наименьшее безопасное расстояние между грузовыми поездами в попутном следовании, непрерывно производит оценку эффективности систем торможения для обеспечения постоянной готовности произвести безопасную остановку грузового поезда. Также наблюдаются и другие положительные эффекты внедрения технологии (рис. 3) [7].



Рис. 3. Положительные эффекты внедрения технологии ВСЦ [6]

Технические и инновационные решения системы ИСАВП-РТ-М позволят в ближайшем будущем водить пакеты от двух до пяти грузовых поездов по технологии «Виртуальная сцепка», что позволит увеличивать пропускную способность существующей инфраструктуры, выполнять мониторинг локомотивов и поездов, осуществляющих движение (рис. 4).

Обмен данными с интеллектуальной системой управления движением ОАО «РЖД» даст возможность организовать управление движением поездов в едином информационном пространстве. Данная система широко применяется на Транссибирской магистрали, Южно-Уральской, Западно-Сибирской, Дальневосточной, Восточно-Сибирской, Московской дорогах [8].

Рассмотрим более подробно технологию применения системы ИСАВП-РТ-М (рис. 4 а-г). На рис. 4а представлен стандартный участок с разграничением автоблокировкой, с десятью светофорами. Один состав движется на зеленый свет, за ним – красный и желтый светофоры, затем движется еще один состав на зеленый свет и т.д. На таком участке помещается три поезда с межпоездным интервалом от 8 до 12 мин, и имеется некая кривая подъезда к запрещающему сигналу. На рис. 4б видно, как с помощью технологии ИСАВП-РТ можно оптимизировать этот участок. В частности, имеется первый поезд, а второй поезд соединен с первым [9].

Далее, выдерживая межпоездной интервал от 4 до 6 мин, движется следующая пара соединенных поездов. По такой технологии следует до 18 пар в сутки по Транссибирской магистрали. И на этом разграниченном блок-участке следуют уже 4 поезда, и ожидается появление следующей пары.

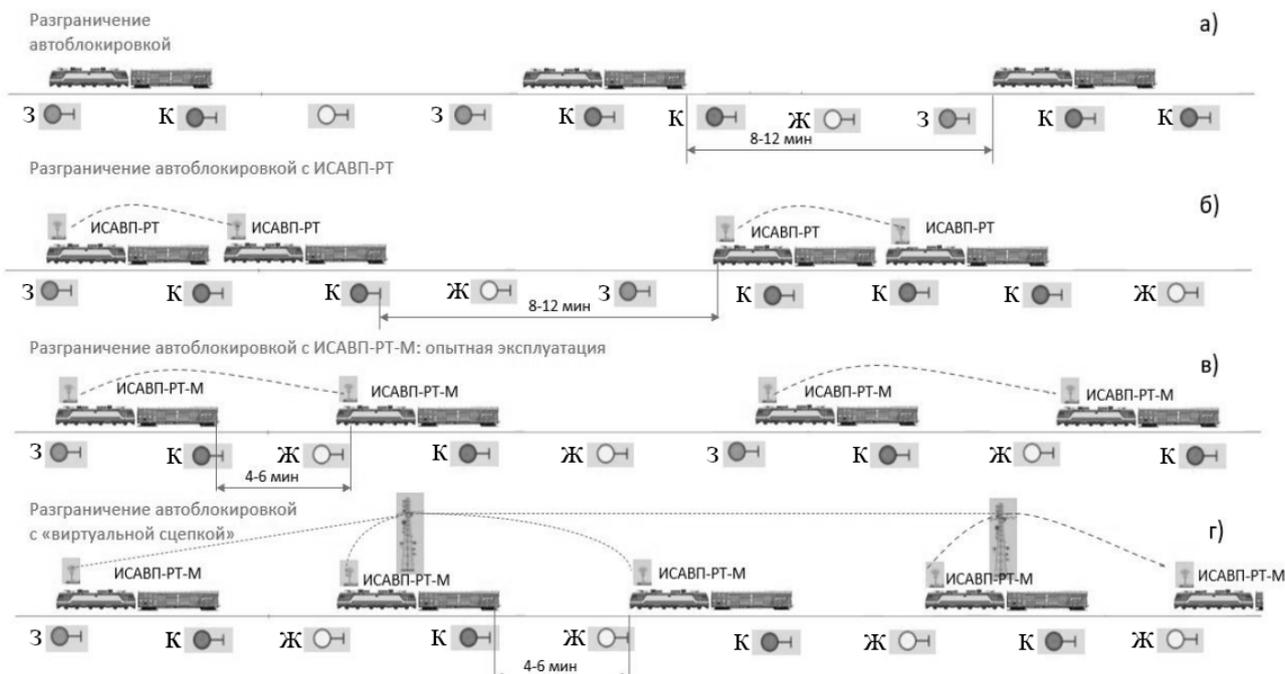


Рис. 4. Технология применения системы ИСАВП-РТ-М.  
Цвет светофора обозначен буквами з - зеленый, ж - желтый, к - красный

На рис. 4в представлена опытная эксплуатация, которая проходит на Дальневосточной дороге. На этом участке разграничение проведено модернизированной автоблокировкой ИСАВП-РТ-М, когда к радиомодемам добавляется дополнительное оборудование, позволяющее реализовать движение по измененной технологии.

Движущиеся друг за другом поезда не соединены: вначале отправляется один поезд, а следом (через 4-6 мин) отправляется второй. Имея один сетевой адрес, этой паре поездов присваивается единый номер поезда, а за ним отправляется следующая пара.

На этом же блок-участке на рис.4г присутствует четыре поезда, и здесь мы выигрываем во времени соединения поездов, привязываясь не к длине блок-участка, а ко времени. Следом появляется следующая пара.

Основные возможности ИСАВП-РТ-М	Автоматическая диагностика электронных систем локомотива
	Выявить на борту локомотива предотказные состояния основных узлов и агрегатов
	Вести пакеты поездов с учетом существующего энергоснабжения участка
	Применить данную систему для любых серий магистральных локомотивов

Рис. 5 – Некоторые возможности системы ИСАВП-РТ-М [13]

### Заключение

Перспектива развития этой технологии состоит в том, что в дальнейшем, после успешных испытаний, возможно отправление пакетных поездов, и пакет поездов может состоять не из двух локомотивов, а из трех, четырех, пяти.

В данном случае имеется перспектива развития пропускной способности этого же участка с этой же автоблокировкой с пакетом виртуально соединенных поездов с единым сетевым адресом. При вождении поездов по технологии «Виртуальная сцепка» между локомотивами по радиоканалу устанавливается соединение, осуществляется непрерывный обмен данными между локомотивами. Ведомый локомотив, идущий в попутном следовании, обрабатывая информацию с впереди идущего локомотива (ведущий) выбирает наиболее оптимальный режим работы.

С помощью Унифицированной системы автоматизированного ведения поездов (УСАВП) с установленной системой ИСАВП-РТ-М ведомого поезда, с учетом информации, поступающей от ведущего локомотива, производится расчет момента изменения сигнала светофора с «желтого» на «зеленый» или с «красно-желтого» на «желтый». Тем самым соблюдается наименьшее безопасное расстояние между ведущим и ведомым поездами с расчетом эффективности работы системы торможения.

Эксплуатационные испытания новой технологии интервального регулирования движения поездов (ИРДП) по типу «виртуальная сцепка» успешно прошли на Дальневосточной железной дороге в 2019 г. Предполагается, что технология ИРДП будет использоваться, прежде всего, на тех полигонах железных дорог, где имеется интенсивное движение поездов с грузонапряженностью более 50 млн. т\*км брутто.

### Литература

1. Стратегия научно-технического развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и перспективу до 2025 года. «Белая книга». 2015 г. [Strategiya nauchno-tekhnicheskogo razvitiya kholdinga "Rossiyskiye zheleznyye dorogi" na period do 2020 goda i perspektivu do 2025 goda. "Belaya kniga". 2015 g. (In Russ)].
2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года: утверждена Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р. Режим

доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010> Дата обращения: 04.02.2021. [Strategiya razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda: utv. Rasporyazheniyem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 17.06.2008 g. № 877-р. Availablefrom: <https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010>

3. Зайцев А.А. Магнитолевитационный транспорт: ответ на вызовы времени // Транспортные системы и технологии. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 5–13. [Zaitsev A.A. Magnitolevitatsionnyy transport: otvet na vyzovy vremeni. Transportation Systems and Technology. 2017;3(1):5-13. (In Russ., in Engl.)]. Doi: 10.17816/transsyst2017315-13

4. Зайцев А.А. Магнитолевитационный транспорт в единой транспортной системе страны: монография. – СПб: Типография НП-Принт, 2015. – 140 с.

5. Смирнов С.А., Смирнова О.Ю. Роль грузового магнитолевитационного транспорта в мировой экономике // Транспортные системы и технологии. – 2019. – Т. 5. – № 2.

6. Розенберг Е.Н. Стратегия повышения эффективности перевозочного процесса // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 6. – С. 2–4.

7. Воронин В.А., Малахин Н.Б. О современных системах интервального регулирования в пределах станции // Автоматика, связь, информатика. – 2014. – № 3. – С. 12–14.

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

9. Zubkov VN, Ryazanova EV, Chebotareva EA. Capacity and Traffic Management on a Heavy-Traffic Railway Line. TransSiberia. Springer International Publishing. 2019; 2:934-949. Doi: 10.1007/978-3-030-37919-3

10. Куренков П.В., Солоп И.А., Чеботарёва Е.А. Подвижные блок-участки и виртуальные сцепки как инновационные составляющие транспортно-логистической инфраструктуры // Логистика. – 2021. – № 1 (170). – С. 30–34.

11. Воронин В.А., Филипченко С.А., Куренков П.В., и др. Инновационные элементы инфраструктуры железнодорожного комплекса: оценка технологий и показателей эксплуатационной работы // Транспорт: наука, техника, управление. – 2021. – № 3. – С. 18–22. DOI: 10.365350236-1914-2021-03-3

12. Rosella F, Codina E. A model that assesses proposals for infrastructure improvement and capacity expansion on a mixed railway network. Transportation Research Procedia. 2020; (47):441-448. Doi: 10.1016/j.trpro.2020.03.119

13. Zitrický V, Černá L, Abramovič B. The Proposal for the Allocation of Capacity for International Railway Transport Procedia Engineering. 2017. Doi: 10.1016/j.proeng.2017.06.171

14. Kendra M, Babin M, Barta D. Changes of the Infrastructure and Operation Parameters of a Railway Line and Their Impact to the Track Capacity and the Volume of Transported Goods. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2012. pp. 743-752. Doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.1052.

### Сведения об авторе

**Шкандыбин Дмитрий Николаевич**, аспирант, ИУЦТ РУТ (МИИТ)

Телефон: 8-903-292-28-29

e-mail: dmitriy10-87@mail.ru.