

А. Ю. Быков^{1, 2}, В. Ф. Ковальский¹, В. И. Зорин²

¹ Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II (МИИТ), Москва, Россия

² Научно-исследовательский испытательный центр специальной техники железнодорожных войск, Москва, Россия

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

В статье приведен краткий обзор современного комплекса технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов, применяемых на российских железных дорогах, указаны реализованные в них принципы, выделены проблемы использования этих технических средств в чрезвычайных ситуациях. Также в статье отражены проблемы, которые должны стать одними из первоочередных задач, определяющих перспективу дальнейшего развития комплекса технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов на железных дорогах Российской Федерации.

Ключевые слова: диспетчерская централизация, станционная централизация, автоблокировка, полуавтоблокировка, переездная сигнализация, радиосвязь, рельсовая цепь, поездной светофор.

Для цитирования: Быков А. Ю., Ковальский В. Ф., Зорин В. И. Обзор современного комплекса технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов // Радиопромышленность. 2017. № 3. С. 74–78.

A. Yu. Bykov^{1, 2}, V. F. Kovalskiy¹, V. I. Zorin²

¹ Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia

² Research and Testing Center for Special Equipment of Railway Troops, Moscow, Russia

OVERVIEW OF ADVANCED SET OF COMPONENTS SET FOR TRAFFIC CONTROL AND SAFETY OF TRAINS

The article gives a brief overview of the advanced set of equipment for traffic control and safety of trains, used on Russian railways, principles implemented in such equipment have been identified, the problems associated with the use of such equipment in emergencies have been identified. The article also deals with problems that should be included in the key priority tasks to determine the future development of the set of equipment for control and safety of trains traffic on the railways of the Russian Federation.

Keywords: centralized traffic control system, station traffic control system, automatic block system, semi-automatic block system, level crossing signaling system, radio communication, rail track circuit, semaphore.

For citation: Bykov A. Yu., Kovalskiy V. F., Zorin V. I. Overview of advanced set of components set for traffic control and safety of trains. Radiopromyshlennost, 2017, no. 3, pp. 74–78 (In Russian).

DOI 10.21778/2413-9599-2017-3-74-78

Одновременно с развитием железных дорог создавались и совершенствовались технические средства управления и обеспечения безопасности движения поездов. В зависимости от решаемых задач на железных дорогах России эти технические средства разделяются на станционные, перегонные, локомотивные, диспетчерского управления, диспетчерского контроля, а также стационарные средства диагностики (мониторинга) подвижного состава. Эти технические средства также нередко называют техническими средствами железнодорожной автоматики и телемеханики или средствами сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). Целью является обзор современного комплекса технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов. На рис. 1 представлен комплекс технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов.

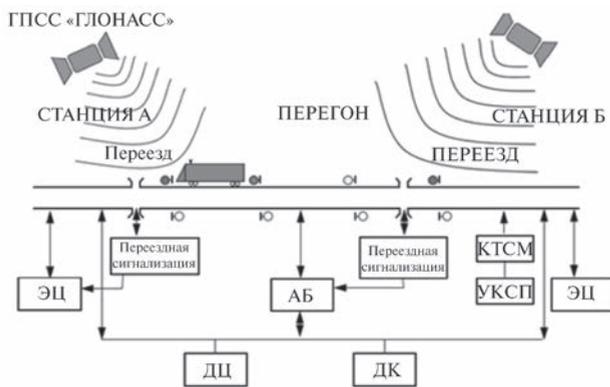


Рисунок 1. Комплекс технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов: АБ – автоблокировка; ДЦ – диспетчерская централизация; ДК – диспетчерский контроль; ГПСС «ГЛОНАСС» – глобальная навигационная спутниковая система; КТСМ – комплекс технических средств мониторинга подвижного состава; УКСП – устройство контроля схода подвижного состава; ЭЦ – электрическая централизация

Основной функцией станционных технических средств является управление маршрутами движения железнодорожных подвижных составов с целью изменения пути и направления их следования, а также передвижения локомотивов и вагонов с одного пути на другой для формирования или расформирования поездов.

Для технической реализации этой функции используются стрелочные переводы. Команды управления машинистам локомотивов, моторвагонных подвижных составов и специальных самоходных подвижных составов на станции передаются сигналами

станционных поездных и маневровых светофоров. Эти команды также дублируются голосом по открытым каналам поездной радиосвязи [1].

Поездные светофоры (входные, маршрутные и выходные) передают команды управления поездам, следующим по станции, а маневровые светофоры передают команды управления движением маневровым составом.

Первоначально управление стрелочными переводами производилось вручную, но в настоящее время большинство стрелочных переводов на железных дорогах общего пользования имеет дистанционное электрическое управление. Это позволяет централизовать управление всеми стрелками, а также всеми светофорами станции.

На рис. 2 представлена станционная централизация. Более 5050 станций оборудованы электрической централизацией (130 000 стрелочных переводов). В настоящее время на железных дорогах РЖД около 160 станций (5079 стрелочных переводов) имеют ручное управление стрелочными переводами [1].

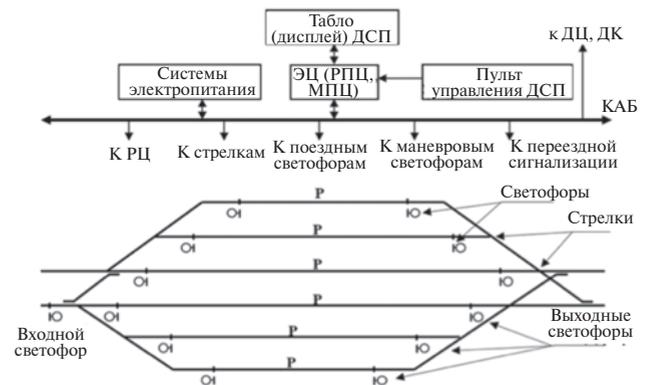


Рисунок 2. Станционная централизация

Основными опасностями для движения поездов на станции является возможность столкновения поездов в попутном движении, во встречных и секущих маршрутах, а также возможность превышения допустимой скорости в местах ее ограничения. Для обеспечения безопасности движения поездов в устройствах электрической централизации реализуются функции предотвращения движения на занятый путь, а также исключения встречных и секущих маршрутов.

Все алгоритмы управления движением поездов и маневровых составов на станциях, в том числе функции по предотвращению движения на занятый путь (кроме передвижения маневровых составов) и исключения встречных и секущих маршрутов, в соответствии с технико-распорядительными актами (ТРА) станций в настоящее время реализуются релейными, релейно-процессорными или микропроцессорными централизациями. Во всех типах централизаций, при-

меняемых в России, местоположение поезда определяется с помощью рельсовых цепей, иногда (на промышленном транспорте) – с помощью счетчиков осей. Применение рельсовых цепей обосновывается тем, что они в какой-то степени контролируют целостность рельсовых линий. Трещины и изломы в рельсах могут нарушить электрическую цепь рельсовой цепи, что приведет к нарушению пути сигнального тока, данная рельсовая цепь будет определяться как занятая и на светофоре, ограждающем данный участок станционного пути, включится запрещающий движение сигнал (красный). Несмотря на то, что в рельсовых линиях есть неконтролируемые таким способом зоны (например, зоны стыков, зашунтированные стыковыми соединителями), функция контроля целостности рельсовых линий продолжает оставаться обязательной для рельсовых цепей станционных систем централизации.

На железных дорогах России большинство аппаратуры эксплуатируемых станционных (электрических) централизаций полностью реализовано на электромагнитных реле. Большинство из них морально и физически устарело. Целый ряд предприятий разрабатывает и производит современные микропроцессорные централизации [2].

У всех выпускаемых микропроцессорных централизаций различная аппаратная часть, используются различные операционные системы и программное обеспечение, различные решения по выполнению требований надежности и безопасности, но есть и общее: управление стрелками и светофорами производится электромагнитными реле первого класса надежности, на которых выполнены все необходимые безопасные блокировки. Микропроцессорная часть аппаратуры централизации реализует остальные функции: формирование поездных или маневровых маршрутов, отображения положения и движения поездов и маневровых составов, диагностики, а также непрерывного архивирования работы централизации [3].

Некоторые типы микропроцессорных централизаций «интегрируют» в себе управляющие функции автоблокировок прилегающих к данной станции перегонов.

Основной функцией перегонных технических средств является обеспечение необходимого по требованиям безопасности интервала между попутно следующими поездами, то есть функция интервального регулирования движения поездов.

На участках железных дорог с малоинтенсивным движением поездов (не более одного поезда на перегоне) эта функция реализуется обычно полуавтоблокировкой, которой в РЖД оборудовано 22 463,7 км [1]. На рис. 3 представлена полуавтоблокировка, дополненная счетчиками осей на выходе на перегон и

входе на следующую станцию. При совпадении количества осей, вышедших на перегон и пришедших с перегона на следующую станцию, перегон считается свободным, что дает возможность отправить на него следующий поезд, как в том же, так и во встречном направлении.

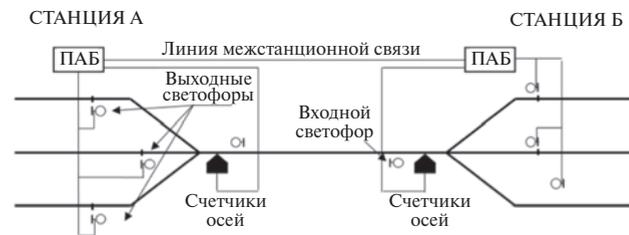


Рисунок 3. Полуавтоблокировка

На участках железных дорог с более высокой интенсивностью движения поездов целесообразно применение автоблокировки, которой в РЖД оборудовано 62 055 км [4]. При трехзначной автоблокировке перегон разбивается на блок-участки, длина каждого из которых равна наибольшему тормозному пути поездов, обращающихся по данному перегону, при торможении темпом полного служебного или экстренного торможения от скорости 80 км/ч для грузового поезда и 120 км/ч для пассажирского поезда, с учетом продольного профиля пути [5]. На рис. 4 представлена трехзначная автоблокировка.

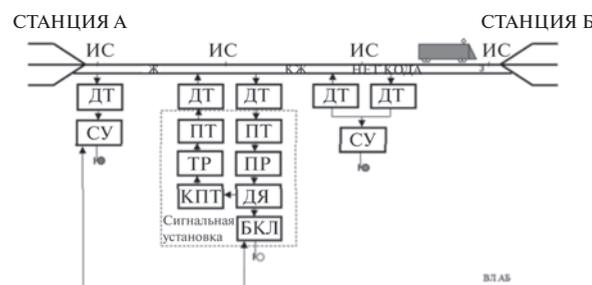


Рисунок 4. Автоблокировка: БКЛ – блок управления и контроля лампы светофора; ВЛ АВ – высоковольтная линия автоблокировки; ДТ – дроссель-трансформатор; ДЯ – дешифраторная ячейка; Ж – код желтого сигнала; З – код зеленого сигнала; ИС – изолирующий стык; КЖ – код красно-желтого сигнала; КПТ – кодовый путевой трансформатор; ПР – путевое реле; ПТ – путевой трансформатор; СУ – сигнальная установка; ТР – трансмиттерное реле

Попутно следующие поезда разделяются не менее чем двумя блок-участками. При применении автоблокировки на перегоне возможна организация одновременного движения двух и более поездов, что повышает пропускную способность перегона соответственно в два и более раз.

Для еще большего увеличения пропускной способности перегонов при движении моторвагонных подвижных составов, имеющих более короткий тормозной путь, применяют четырехзначную автоблокировку. В четырехзначной автоблокировке блокировки в два раза короче, чем в трехзначной, что позволяет уменьшить интервал попутного следования и, следовательно, увеличить пропускную способность [4].

Во всех типах автоблокировок, применяемых на железных дорогах России, местоположение поезда на перегонах, как и на станциях, определяется с помощью рельсовых цепей. Так же как и на станциях, применение рельсовых цепей обосновывается тем, что они в какой-то степени контролируют целостность рельсовых линий. На перегонах, так же как и на станциях, в рельсовых линиях есть неконтролируемые таким способом зоны (например, зоны стыков, зашунтированные стыковыми соединителями), тем не менее функция контроля целостности рельсовых линий продолжает оставаться обязательной и для рельсовых цепей автоблокировок.

Управление движением поездов целесообразней и эффективней производить на участках железных дорог значительной протяженности. Для этого используются технические средства диспетчерской централизации, с помощью которых поездной диспетчер контролирует движение всех поездов на станциях и перегонах своего диспетчерского участка (круга), а также непосредственно управляет движением на станциях, переведенных на диспетчерское управление.

Технические средства диспетчерского контроля непрерывно осуществляют мониторинг текущего состояния технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов.

Основным назначением переездной сигнализации является то, что при получении сигнала от автоблокировки (на перегоне) или электрической централизации (на станции) о приближении поезда она автоматически включает запрещающие звуковые и световые сигналы для автотранспорта и пешеходов, а на охраняемых переездах опускает шлагбаум и поднимает устройства ограждения.

В комплекс технических средств управления и обеспечения безопасности движения входят и специальные технические средства, устанавливаемые на локомотивы, моторвагонные поезда и специальный самоходный подвижной состав. Они через рельсовые цепи получают сигналы о показаниях путевых светофоров, информируют о них машинистов,

контролируют допустимую скорость движения и бдительность машиниста.

К сожалению, при создании технических средств, входящих в этот комплекс, ни со стороны РЖД, ни со стороны Министерства обороны не предъявлялось и не предъявляется до сих пор никаких специальных требований по обеспечению их работоспособности при воздействии внешних поражающих факторов, включая применение средств радиоэлектронной борьбы, диверсий в системах электроснабжения, линиях передачи информации и кабельных линиях управления рельсовыми цепями, стрелочными переводами, светофорами и переездной сигнализацией.

До недавнего времени единственным требованием на период боевых действий было требование наличия на путевых светофорах режима ДСН (двойного снижения напряжения) для обеспечения светомаскировки, но в настоящее время и это требование в РЖД не применяется.

Также не предъявляются требования по обеспечению возможности быстрого восстановления при возникновении разрушений в результате боевых действий или техногенных аварий. В программно-аппаратных технических средствах не предусматривается возможность их работы по альтернативным вариантам каналов связи, обходным алгоритмам и при использовании альтернативных средств электроснабжения, хотя в современных программно-аппаратных технических средствах такие требования могли бы быть реализованы [4].

Особой проблемой является применение в ряде технических средств аппаратуры и программного обеспечения зарубежного производства. Большинство зарубежных компаний не раскрывает ОАО «РЖД» свое программное обеспечение и не передает конструкторскую документацию [1]. Тем самым не исключается возможность появления на железных дорогах России технических средств управления и обеспечения безопасности движения, применение которых в условиях чрезвычайных ситуаций может быть потенциально опасным для нашей страны.

Вывод

Очевидно, что названные выше проблемы должны стать одними из первоочередных задач, определяющих перспективу дальнейшего развития комплекса технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов на железных дорогах Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зорин В. И., Рамбовская И. В. Обзор технических средств управления и обеспечения безопасности движения поездов, используемых в Российской Федерации на железных дорогах общего пользования, и проблемы их восстановления // Сб. научн. статей. М.: НИИЦ СТ ЖДВ 3 ЦНИИ Минобороны России. 2015. Вып. 18. С. 92–106.
2. Шашанов В. В. Станционно-перегонная система сигнализации, централизации и блокировки для управления движением поездов на восстанавливаемом железнодорожном участке по радио // Сб. научн. трудов. М.: 61 НИИИ ЖДВ. 2002. Вып. 7. С. 35–38.
3. Быков А. Ю., Ковальский В. Ф., Зорин В. И. Бескабельная система интервального регулирования движения поездов на перегоне // Радиопромышленность. 2017. № 1. С. 104–109.
4. Шайдуллин Ш. Н. Безопасность движения поездов // Труды XVI Научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». М.: МИИТ, 2015. С. 145–149.
5. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Москва, 2012.

REFERENCES

1. Zorin V. I., Rambovskaya I. V. Overview of equipment used for rail traffic control and rail traffic safety control in the Russian Federation on public railways and the issues associated with their recovery. *Sbornik nauchnyh statej*. Moscow, NIIC ST ZhDV 3 CNII Minoborony Rossii, 2015, iss. 18, pp. 92–106 (In Russian).
2. Shashanov V. V. Station and wayside signaling, route control and blocking system for radio rail traffic control on a repaired section. *Sbornik nauchnyh trudov*. Moscow, 61 NIIC ZhDV, 2002, iss. 7, pp. 35–38 (In Russian).
3. Bykov A. Yu., Kovalskiy V. F., Zorin V. I. Cable-free system for separation of trains traffic on haul. *Radiopromyshlennost*, 2017, no. 1, pp. 104–109 (In Russian).
4. Shaydullin Sh. N. Rail traffic control. *Trudy XVI Nauchno-prakticheskoi konferentsii «Bezopasnost' dvizheniya poezdov»*. Moscow, MIIT, 2015, pp. 145–149 (In Russian).
5. *Pravila tehnicheckoj jekspluatacii zheleznih dorog Rossijskoj Federacii* [Rules of Technical Operation of Railways of the Russian Federation Railways]. Moscow, 2012 (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Быков Андрей Юрьевич, аспирант, Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 127018, Москва, ул. Образцова, д. 9, тел.: 8 (916) 610-16-14, e-mail: andrei_18bykov@mail.ru.

Ковальский Виктор Федорович, д. т. н., профессор, Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 127018, Москва, ул. Образцова, д. 9, тел.: 8 (916) 956-84-65, e-mail: viktor-kovalckiy@mail.ru.

Зорин Василий Иванович, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский испытательный центр специальной техники железнодорожных войск, 129344, Москва, ул. Енисейская, д. 7, тел.: 8 (910) 458-88-69, e-mail: zorin_v_i@mail.ru.

AUTHORS

Bykov Andrey, postgraduate student, Moscow State University of Railway Engineering MIIT, 9, ulitsa Obratsova, Moscow, 127018, Russian Federation, tel.: +7 (916) 610-16-14, e-mail: andrei_18bykov@mail.ru.

Kovalskiy Viktor, Dr., professor, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), 9, ulitsa Obratsova, Moscow, 127018, Russian Federation, tel.: +7 (916) 956-84-65, e-mail: viktor-kovalckiy@mail.ru.

Zorin Vasilii, senior researcher, Research test center special equipment Railway Troops, 7, Yeniseiskaya ulitsa, Moscow, 129344, Russian Federation, tel.: +7 (910) 458-88-69, e-mail: zorin_v_i@mail.ru.