

## *Системы и устройства автоматики и телемеханики*

УДК 656.257

**М. Г. Яшин, канд. техн. наук,  
Р. А. Пантелеев**

Кафедра «Восстановление автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах»,  
Военный институт (железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии  
материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва

### **РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА НАПОЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА СТАНЦИИ**

Разрушение станционных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики может быть вызвано различными причинами, такими как затопления, сход лавин и оползней, различные чрезвычайные ситуации техногенного характера, а также теракты и ведение боевых действий. Результатами таких разрушений являются нарушение нормального функционирования железнодорожной магистрали, вынужденный перерыв в движении и, как следствие, невыполнение графика движения поездов. Перерыв может быть от нескольких часов до нескольких суток.

В статье рассматриваются вопросы оптимального расчета необходимого количества напольного оборудования железнодорожной автоматики и телемеханики, которое потребуется для восстановления регулирования движения поездов на станции при ее скорейшем восстановлении с выполнением требований обеспечения безопасности движения поездов. Восстановление централизации на станции предполагается с использованием транспортабельных модулей УВК-ШЧ-ТМ, смонтированных на базе кузовов-фургонов контейнеров постоянного и переменного объема, доставляемых на разрушенную станцию, как обеспечивающих наибольшие темпы восстановления прерванного движения. Для полноценного восстановления организации движения поездов на станции с использованием электрической централизации необходимо произвести расчет количества требуемых стрелочных электроприводов для восстановления управления движения поездов на станции; потребного числа станционных устройств контроля свободного состояния участков; количества напольных сигнальных устройств. В качестве устройств контроля пути, стрелочных и бесстрелочных участков предлагается использовать устройства счета осей подвижного состава. В качестве сигнальных устройств – светофоры упрощенной конструкции, с уменьшенной значностью и использованием светодиодных систем и возможностью использования RGB-диодов для организации двух сигнальных показаний в одной сигнальной головке светофора. Основным исходным значением для расчета всех напольных устройств является количество восстанавливаемых путей на разрушенной станции.

восстановление регулирования движения поездов; пропускная и провозная способность; система восстановления устройств СЦБ; унифицированный восстановительный комплекс; транспортабельный модуль; блок-контейнер; электрическая централизация; напольные станционные устройства ЖАТ; станционный напольный восстановительный комплект СЦБ

## Введение

Железнодорожный транспорт в России имеет особое стратегическое значение. Он является связующим звеном единой экономической системы, обеспечивает стабильную деятельность промышленных предприятий, своевременный подвоз жизненно важных грузов в самые отдаленные уголки страны, а также является самым доступным транспортом для миллионов граждан. Эксплуатационная протяженность сети железных дорог общего пользования составляет 85,2 тыс. км. Доля в грузообороте транспортной системы России – 45,3 % [1].

Важнейшим условием эксплуатации железных дорог является безопасность движения поездов при заданной пропускной и провозной способности. Данное условие достигается применением устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ). Устройства ЖАТ управляют интервальным регулированием движения поездов и обеспечивают безопасность движения, кроме того, современные системы ЖАТ позволяют повысить производительность и культуру труда [2–5].

Однако технические системы могут выйти из строя, и если в устройствах ЖАТ заложен алгоритм предотвращения опасных ситуаций и состояний на этапе проектирования, то этого нельзя сказать про остальные составляющие железнодорожного транспорта. Но даже системы и устройства ЖАТ не могут противодействовать и сохранять свое рабочее состояние в случае разрушений и механических повреждений, а такое может быть вызвано различными причинами: затопления, сход лавин и оползней, различные чрезвычайные ситуации техногенного характера, а также теракты и ведение боевых действий. И в этом случае потребность в перевозке грузов и пассажиров не исчезнет, а если говорить про военное время, то еще и возрастет.

## 1 Унифицированный восстановительный комплекс

В случаях повреждений средств управления движением поездов на отдельных пунктах при землетрясениях, взрывах, пожарах, затоплениях, других катаклизмах (чрезвычайных ситуациях – ЧС), а также при совершении террористических актов и ведении боевых действий потери пропускной способности промежуточных и участковых станций могут составлять 10–12 %,

а сортировочных – 6–8% [6]. Для разрешения этой задачи существуют различные восстановительные системы: ЭЦ-К, ЭЦ-ТМ, МК ЭЦ-ИН, ЭЦ-МПК-М, ЩЦ-1-ДСК, ВП СЦБС и др. На кафедре «Восстановление автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах» Военного института ведется разработка унифицированного восстановительного комплекса (УВК-ЩЧ-ТМ), ядром которого является релейно-процессорная централизация [7, 8]; данная разработка представляется нам наиболее перспективной.

УВК-ЩЧ-ТМ, смонтированный на базе кузовов-фургонов контейнеров постоянного и переменного объема с использованием дизельных электроагрегатов, должен включать в себя не только постовое, но и напольное оборудование ЭЦ [8].

Напольное оборудование комплектуется мачтовыми и карликовыми светофорами, стрелочными приводами с коммутацией для стрелки и устройствами контроля свободного состояния участков. Количество напольного оборудования, включаемого в возимый комплект комплекса, зависит от количества восстанавливаемых путей на станции.

При ведении боевых действий, совершении террористических актов, различных ЧС для быстрого восстановления движения поездов на железнодорожных станциях применяются разные методики. Однако до настоящего времени расчет напольных устройств ЖАТ, зависящих от количества восстанавливаемых железнодорожных станционных путей, не производился. Тем не менее в различного рода нормативно-технической документации по восстановлению движения поездов в военное время присутствуют нормы на количество восстанавливаемых путей на станциях; хотя в мирное время таковые требования отсутствуют, можно предположить, что будет восстановлена минимальная путность для обеспечения скрещения и скорейшего открытия движения.

## **2 Количество стрелочных электроприводов, необходимых для восстановления управления движения поездов на станции**

Восстановление стрелочного перевода – сложный технологический процесс как для путевых служб, так и для службы автоматики. Одиночные обыкновенные стрелочные переводы более просты в строительстве, монтаже и эксплуатации по сравнению с двойными и перекрестными стрелочными переводами. Поэтому они восстанавливаются в первую очередь. Такие стрелочные переводы имеют один электропривод, вследствие чего количество стрелочных электроприводов (СЭП) для восстановления управления движения поездов на станции будет пропорционально количеству восстанавливаемых стрелок. В таком случае можно считать, что минимальное количество восстанови-

тельных СЭП ( $n_{\text{СЭП}}$ ) необходимо рассчитывать в зависимости от количества восстанавливаемых станционных путей ( $n_{\text{п}}$ ) и путей специального назначения (тупики, подъездные пути) ( $n_{\text{т}}$ ), исключая главный путь. Отсюда получаем следующее выражение:

$$n_{\text{СЭП}} = 2n_{\text{п}} + n_{\text{т}}. \quad (1)$$

### 3 Расчет потребного числа станционных устройств контроля свободного состояния участков

Согласно [9] перевод стрелок должен осуществляться с проверкой свободного состояния стрелочных изолированных участков [10]. В качестве датчиков информации о свободности или занятости участков пути, как правило, используются рельсовые цепи (РЦ). Однако есть и альтернативы, в частности системы счета осей (СО). РЦ по сравнению с СО имеют одно неоспоримое преимущество – возможность контроля целостности рельсовой нити, однако при восстановлении, когда более важен временной фактор, на первое место выходят системы СО, так как они менее трудоемки и более просты в монтаже. Это подтверждается и тем, что РЦ являются наименее живучими элементами в военное время, математическое ожидание трудоемкости восстановления их составляет 25,3 чел.-дн. [11]. На наш взгляд, применение РЦ менее эффективно по сравнению с системами СО.

Однако при восстановлении контроля занятости путевых участков с использованием РЦ их количество может быть рассчитано по выражению:

$$n_{\text{РЦ}} = n_{\text{п}} + n_{\text{СЭП}} + n_{\text{т}} + 4. \quad (2)$$

Необходимо также отметить, что система контроля свободного состояния участков методом счета осей позволяет заменить РЦ, в этом случае реализуются типовые алгоритмы блокировочных зависимостей и управления светофорами в соответствии с условиями безопасности движения поездов [12].

Внедрение СО позволяет не только исключить такую дорогостоящую аппаратуру рельсовых цепей, как дроссель-трансформаторы, тяговые перемишки, изолирующие стыки и т. д., но и дает возможность снизить энергопотребление, что немаловажно, когда требуется скорейшее открытие движения, ведь устройства энергоснабжения также подвержены поражениям и разрушениям, как и устройства ЖАТ, а системы СО адаптированы к работе в условиях неустойчивого энергоснабжения (для защиты от сбоев при аварийном отключении питания 220 В (переключение фидеров и прочие перебои в электропитании) применяется источник бесперебойного питания (ИБП)). СО не тре-

бовательна к качеству линий связи, стыкуется посредством стандартных интерфейсов с компьютером на платформе подвижного состава и имеет программное обеспечение для отображения поездной ситуации [12, 13]. В связи с этим нет надобности использовать специальные типы кабеля.

Необходимое количество систем СО ( $n_{CO}$ ) определяется по выражению:

$$n_{CO} = 2n_{\Pi} + n_{T} + 4. \quad (3)$$

#### 4 Расчет напольных сигнальных устройств в зависимости от количества восстанавливаемых станционных путей

Результатом работы устройств ЖАТ (АБ или ПАБ, ЭЦ или ДЦ, а также других средств), обеспечивающих регулирование и безопасность движения поездов, является формирование сигналов напольных и локомотивных светофоров. Именно они служат источником информации для машинистов локомотивов, указывают локомотивной бригаде на возможность отправления с места стоянки, направление и разрешенную скорость или требуют остановиться у закрытого светофора [14].

В нестандартной ситуации, когда вышли из строя и были разрушены устройства ЖАТ и требуется скорейшее восстановление движения поездов на участке, на наш взгляд, возможны некоторые допущения и отклонения от существующих требований по значности сигнальных показаний и применению типов светофоров упрощенных конструкций, монтажу и светодиодным системам, как потребляющим меньше энергии. Значность же светофоров может быть снижена до двух цветов, разрешающих и запрещающих движение. Применение светодиодов типа RGB значительно увеличит темпы восстановления и снизит количество возимого комплекта оборудования в УВК-ШЧ-ТМ, необходимого для восстановления движения поездов.

Восстанавливаемая станция может быть оборудована следующим образом: входные светофоры и выходные по одному главному пути – мачтовые, остальные – карликовые, по которым допускается как поездная работа по приему и отправлению поездов, так и маневровые передвижения по станции.

Исходя из вышесказанного, количество мачтовых светофоров ( $n_{CMЧ}$ ) можно определить по формуле

$$n_{CMЧ} = n_{CBX} + n_{CBД}, \quad (4)$$

где  $n_{CBX}$  – количество входных светофоров;  $n_{CBД}$  – количество выходных светофоров на главном пути.

Количество карликовых светофоров ( $n_{CK}$ ) надо рассчитывать в зависимости от количества восстанавливаемых станционных путей. Каждый восстанавли-

ваемый путь (кроме главного) будет ограждаться с двух сторон карликовыми светофорами. На главном пути необходимо установить два мачтовых светофора. Кроме того, необходимо учесть число путей специального назначения (тупиков, подъездные пути):

$$n_{\text{СК}} = 2n_{\text{п}} + n_{\text{т}} + 2. \quad (5)$$

Так, например, для промежуточной станции, где восстанавливаются 4 пути (кроме главного) и 1 тупик, количество карликовых светофоров будет:

$$n_{\text{СК}} = 2 \cdot 4 + 1 + 2 = 11.$$

Количество светофоров на станции может быть и больше представленных в расчете (из-за спецификации станции). Данный расчет количества сигнальных устройств является минимальным для восстановления безопасного управления движения поездов на станции.

## Заключение

В статье проанализированы вопросы восстановления систем ЖАТ с использованием транспортабельных модулей УВК-ШЧ-ТМ, смонтированных на базе кузовов-фургонов, которые можно доставить на разрушенную станцию различными видами транспорта. Они обеспечивают наибольшие темпы восстановления, прерванного движения поездов и тем самым высокий уровень живучести железнодорожных линий и направлений.

Решен вопрос о расчете потребного минимального напольного оборудования, необходимого для скорейшего открытия движения поездов на восстанавливаемой станции. Представленный расчет может быть основанием для формирования станционного напольного восстановительного комплекта СЦБ (СНВК-СЦБ). Такими комплектами необходимо оснастить УВК-ШЧ-ТМ; кроме того, СНВК-СЦБ можно использовать как самостоятельный элемент для восстановления регулирования движения поездов на станции при условии сохранности поста ЭЦ либо минимальных ресурсных и временных затрат на его восстановление, а также при использовании другой мобильной восстановительной системы ЖАТ. Основным исходным значением для расчета количества напольных устройств является количество восстанавливаемых путей на разрушенной станции, которое также нуждается в уточнении и методике расчета, в зависимости от необходимой пропускной способности участка в целом.

Результаты этой работы станут частью методики расчета потребного (необходимого) количества сил и средств вариантов восстановления станционных

устройств ЖАТ. В перспективе это позволит оптимизировать и рационально распределять ограниченный ресурс времени, материалов, человеческих сил, необходимых для восстановления прерванного движения в различных условиях.

## Библиографический список

1. Официальный сайт компании ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=628](http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=628).
2. Микропроцессорные системы централизации : учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / Вл. В. Сапожников, В. А. Кононов, С. А. Куренков, А. А. Лыков, О. А. Наседкин, А. Б. Никитин, А. А. Прокофьев, М. С. Трясов ; под ред. Вл. В. Сапожникова. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 398 с.
3. Ефанов Д. В. Обеспечение безопасности движения за счет технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Ефанов, П. А. Плеханов // Транспорт Урала. – 2011. – № 3. – С. 44–48.
4. Станционные системы автоматики и телемеханики : учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл. В. Сапожников, Б. Н. Ёлкин, И. М. Кокурин, Л. Ф. Кондратенко, В. А. Кононов ; под ред. Вл. В. Сапожникова. – М. : Транспорт, 1997. – 432 с.
5. Сапожников Вал. В. Применение кодов с суммированием при синтезе систем железнодорожной автоматики и телемеханики на программируемых логических интегральных схемах / Вал. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, Д. В. Ефанов // Автоматика на транспорте. – 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 84–107.
6. Низов А. С. Организация восстановления железных дорог : учебник / А. С. Низов, Д. И. Попов, Г. А. Ложечников. – СПб. : ВАМТО, 2014. – 304 с.
7. Никитин А. Б. Транспортабельные модули электрической централизации как средство восстановления систем управления движения поездов / А. Б. Никитин, М. Г. Яшин, Р. А. Пантелеев // Автоматика на транспорте. – 2015. – Т. 1. – № 2. – С. 127–142.
8. Пантелеев Р. А. Современный подход к восстановлению регулирования движения поездов на отдельных пунктах / Р. А. Пантелеев // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации : сб. науч. тр. ; под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. В. С. Ивановского. – СПб. : Изд-во Политехнического ун-та, 2015. – С. 332–341.
9. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. – М. : ООО «Техинформ» ; ООО Центр «Транспорт», 2012. – 520 с. : ил.
10. Нормы технологического проектирования устройств автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте НТП-СЦБ/МПС-99 : утв. указанием МПС РФ от 24.06.199 г. № А-1113. – СПб. : Гипротрансигналсвязь, 1999. – 76 с.
11. Яшин М. Г. Система интервального регулирования движения поездов на железных дорогах фронта на основе счета осей подвижного состава : дис. ... канд.

- тех. наук : 20.01.08 : защищена 17.10.2008 : утв. 26.12.2008 / Яшин М. Г. – Петродворец : ВТУ ЖДВ РФ, 2008. – 148 с.
12. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / Вал. В. Сапожников, А. А. Лыков, В. П. Молодцов ; под. ред. Вал. В. Сапожникова. – М. : ФБГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 288 с.
  13. Научно-производственный центр «Промэлектроника». Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.prcprom.ru>.
  14. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики : учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл. В. Сапожников, И. М. Кокурин, В. А. Кононов, А. А. Лыков, А. Б. Никитин ; под ред. проф. Вл. В. Сапожникова. – М. : Маршрут, 2006. – 247 с.

*Yashin Mikhail G., Roman A. Panteleev*  
«Restoration of automation, remote control and communication  
on railway transport» department Military institute  
(Railway troops and military communications)

### **Calculating of the trackside assets of railway automation and remote control required for recovery of the train traffic control at the station**

Destruction of the station devices of railway automation and remote control can be the result of the variety of reasons, such as: floods, avalanches and land-slides, different man-caused emergencies, and also terrorist attacks and warfighting. The result of these destructions is the functional failure of railway main line, forced interruption of the train traffic, and thereby disruption of train traffic. This interruption can go on from several hours up to few days. The article examines the problems of optimum calculating of the trackside assets of railway automation and remote control required for early recovery of the train traffic control at the station meeting all safety considerations for train traffic. Recovery of station interlocking system is supposed to be done using transportable modules UVK-SchCh-TM, made on the box-body bases of containers with permanent and variable volume, shipped to the destroyed station, as they provide the highest speed of interrupted train traffic recovery. For full recovery of the train traffic organisation at the station, using electric interlocking, it is necessary to calculate: the required number of electric switch mechanisms for train traffic control recovery at the station; required number of station facilities for sections free-state control; the number of trackside signal devices. In the capacity of control devices for track, switch sections and sections without switches it is offered to use train axle counting devices. In the capacity of signalling devices – the simplified traffic lights, with decreased meanings and using of LED systems, and the possibility of using the RGB-diodes for arrangement of two-signal indications in one signal head of the light. The key input data for calculation of all trackside assets is the number of recovered tracks at the destroyed station.

recovery of the train traffic control; carriage and traffic capacity; system of signalling, centralization and blocking devices recovery; unified recovery complex; portable module; container-unit; electrical centralization; ZhAT station trackside assets, station floor-mounted signalling, centralization and blocking set for recovery

### References

1. Official webpage JSC «RZhD», [http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=628](http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=628).
2. Sapozhnikov V.I., Kononov V.A., Kurenkov S.A., Lykov A.A., Nasedkin O.A., Nikitin A.B., Prokof'ev A.A., Tryasov M.S. Mikroprocessornye sistemy centralizatsii: Uchebnik dlya tekhnikumov i kolledzhej zheleznodorozhnogo transporta [Microprocessor interlocking system]: Textbook. Moscow, 2008. – 398 p.
3. Efanov D.V., Plekhanov P.A. Obespecheniye bezopasnosti dvizheniya za schet tekhnicheskogo diagnostirovaniya i monitoringa ustroystv zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemekhaniki [Traffic safety protection by technical diagnostics and monitoring of railway automation and remote control devices]//Ural Transport (Transport Urala), 2011, N 3. – Pp. 44–48.
4. Sapozhnikov V.I., YOlkin B.N., Kokurin I.M., Kondratenko L.F., Kononov V.A. Stacionnyye sistemy avtomatiki i telemekhaniki [Interlocking systems]: Textbook. Moscow, 1997. – 432 p.
5. Sapozhnikov Val.V., Sapozhnikov V.I., Efanov D.V. Primeneniye kodov s summirovaniem pri sinteze sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemekhaniki na programiruemykh logicheskikh integral'nykh skhemakh [Application of sum codes for synthesis of railway automation and remote control at programmable logic integrated circuits], Transport automatics (Avtomatika na transporte), 2015, vol. 1, N 1. – Pp. 84–107.
6. Nizov A.S., Popov D.I., Lozhechnikov G.A. Organizatsiya vosstanovleniya zheleznykh dorog [Organization of railways reconstruction]: Textbook. St. Petersburg, VAMTO, 2014. – 304 p.
7. Nikitin A.B., Yashin M.G., Panteleev R.A. Transportabel'nyye moduli elektricheskoy tsentralizatsii kak sredstvo vosstanovleniya sistem upravleniya dvizheniya poyezdov [Mobile modules of electrical centralization as measures for train traffic control system reconstruction]. Transport automatics (Avtomatika na transporte), 2015, vol. 1, N 2. – Pp. 127–142.
8. Panteleev R.A. Sovremennyy podkhod k vosstanovleniyu regulirovaniya dvizheniya poyezdov na razdel'nykh punktakh [Modern approach for reconstruction of train traffic regulation at separate stations]. Nauchnyye problemy material'no-tekhnicheskogo obespecheniya Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii [Scientific problems of materiel support of Armed Forces of the Russian Federation]. Collection of scientific papers/under the general editorship of professor V.S. Ivanovsky, Dr.Sc. (Econ). St. Petersburg, Publishing house of St. Petersburg Polytechnic University, 2015. – Pp. 332–341.
9. Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii zheleznykh dorog Rossiyskoy Federatsii [Rules for operation of the Russian Federation railways]. Moscow, OOO «Tekhinform»; OOO Centre «Transport», 2012. – 520 p.
10. Normy tekhnologicheskogo proyektirovaniya ustroystv avtomatiki i telemekhaniki na zheleznodorozhnom transporte NTP – STSB/MPS-99 [Norms for technological design

of railway transport automation and remote control devices NTP – STSB/MPS-99]. Approved by directive of MPS RF dd. 24.06.1999 N A-1113. St. Petersburg, Giprottrans-signalsvyaz', 1999. – 76 p.

11. Yashin M. G. Sistema interval'nogo regulirovaniya dvizheniya poyezdov na zheleznykh dorogakh fronta na osnove scheta osej podvizhnogo sostava [System of train traffic separation at fighting line railways, based on calculation of rolling stock axes], thesis of Cand. (Eng.): 20.01.08. Defence on 17.10.2008, approved 26.12.2008. – Petrodvorets, VTU ZhDV RF, 2008. – 148 p.

12. Saposhnikov Val. V., Lykov A. A., Molodsov V. P. Avtomatika i telemekhanika na zheleznodorozhnom transporte [Railway transport automation and remote control]. Textbook. Edited by Val. V. Saposhnikov. Moscow, FBGOU «Training and methodological centre for railway transport education», 2011. – 288 p.

13. Research and production centre Promelectronica. Official webpage [electronic resource], <http://www.npcprom.ru>.

14. Saposhnikov VI. V., Kokurin I. M., Kononov V. A., Lykov A. A., Nikitin A. V. Eksploatatsionnyye osnovy avtomatiki i telemekhaniki [Operational fundamentals of automation and remote control], textbook for railway universities. Edited by Prof. VI. V. Saposhnikov. Moscow, Marshrut, 2006. – 247 p.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии А. Б. Никитиным  
Поступила в редакцию 25.01.2016, принята к публикации 24.02.2016*

*ЯШИН Михаил Геннадьевич* – кандидат технических наук, докторант Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва.  
e-mail: [mikl771@rambler.ru](mailto:mikl771@rambler.ru)

*ПАНТЕЛЕЕВ Роман Анатольевич* – преподаватель кафедры «Восстановление автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах» Военного института (железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва.  
e-mail: [pantel98@mail.ru](mailto:pantel98@mail.ru)

© Яшин М. Г., Пантелеев Р. А., 2016