

УДК 625.03

Автоматизированный контроль перемещения тормозных башмаков на железнодорожном транспорте: применение RFID-технологии при закреплении подвижного состава

Кагадий Ирина Геннадьевна — магистрант 2-го курса направления 09.04.02 «Информационные системы и технологии». E-mail: irina.kagadiy@mail.ru

Ермаков Сергей Геннадьевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные и вычислительные системы». E-mail: ermakov@pgups.ru

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Россия, Санкт-Петербург

Для цитирования: Кагадий И. Г., Ермаков С. Г. Автоматизированный контроль перемещения тормозных башмаков на железнодорожном транспорте: применение RFID-технологии при закреплении подвижного состава // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2024. № 2 (38). С. 77–83. DOI: 10.20295/2413-2527-2024-238-77-83

Аннотация. В статье рассматривается возможность внедрения RFID-технологии в работе железнодорожного транспорта как одного из аспектов цифровизации железной дороги. Описывается общий принцип работы данной технологии при закреплении подвижного состава. Проанализированы положительные стороны внедрения данной технологии.

Ключевые слова: RFID, контроль перемещения, закрепление состава, тормозные башмаки, цифровизация.

В данной статье применяются следующие термины, определения и сокращения:

- ОАО «РЖД» — открытое акционерное общество «Российские железные дороги»;
- АРМ ЖУТБ — автоматизированное рабочее место «Журнал учета тормозных башмаков»;
- ДСП — дежурный по станции;
- RFID — Radio Frequency Identification;
- МРМ — мобильное рабочее место;
- КП ЭДО — комплекс программных средств технологического электронного документооборота;
- ИСУЖТ НС — подсистема нормативного обеспечения планировщика работы железнодорожных станций для ПТК ИСУЖТ сетевого уровня;
- ТРА станции — техническо-распорядительные акты железнодорожной станции;
- ПЭП — простая электронная подпись;
- ЭД — документ, зафиксированный на электронном носителе (в виде набора символов, изображений) и предназначенный для передачи во времени и пространстве с использованием средств вычислительной техники и электросвязи с целью хранения и использования;
- КП ЭДО — комплекс Программных средств технологического электронного документооборота;
- ПО — программное обеспечение.

Введение

Анализ существующей системы контроля станционных тормозных башмаков на железнодорожной станции ОАО «РЖД» показал, что основной проблемой является слабая организация контроля в процессе их хранения и перемещения. Сотрудники визуально определяют местонахождение башмака и его номер. ДСП вводит данные о закреплении состава в АРМ ЖУТБ ручным способом по принятию информации о выполнении операции от составителя.

Также при хранении, выдаче и списывании тормозных башмаков фиксация информации производится в ручном режиме.

Таким образом, в рассматриваемой предметной области закрепления подвижного состава и сохранности инвентаря строгого учета (тормозных башмаков), где основным фактором является безопасность, объективно существует противоречие между необходимостью автоматизированного мониторинга сохранности инвентаря, факта выполнения норм ТРА и возможностью их выполнения с применением существующей системы контроля.

Нарушение безопасности движения подвижного состава, включая несанкционированное движение и сход вагонов, представляет серьезную угрозу с тяжелыми последствиями, такими как крушения и аварии. Главной причиной таких происшествий часто является неправильное выполнение процесса закрепления вагонов, связанное с человеческим фактором, а также отсутствие автоматизированных систем контроля станционных тормозных башмаков.

Для цифровизации процесса закрепления подвижного состава можно воспользоваться технологиями RFID, которые представляют собой автоматическую идентификацию объекта с помощью радиоприемника (считывателя) и радиопередатчика (метки).

Данные идентификации хранятся на RFID-метке, которая размещается на объекте. Эта информация передается считывателю при помощи радиочастотной связи. Основной задачей RFID-системы является хранение информации

об объекте с возможностью ее чтения и использования. На RFID-метке могут содержаться различные данные, такие как тип объекта, стоимость, вес, температура, логистическая информация и другие параметры, которые могут быть представлены в цифровом формате [1].

RFID-технология обладает широким спектром применения и имеет значительный потенциал для улучшения операций и процессов в различных отраслях благодаря своей высокой эффективности, точности и автоматизации идентификации объектов.

Такая система может помочь улучшить управление логистикой, обеспечить требуемый уровень безопасности станционных транспортных процессов, повысить эффективность погрузочно-разгрузочных операций и сократить количество ошибок и задержек.

Учитывая все вышесказанное, использование RFID-технологии для контроля местоположения тормозных башмаков на станционных путях представляется целесообразным. Преимущества применения RFID-меток в данном контексте включают в себя следующие технические характеристики:

- большой рабочий диапазон температур и устойчивость к их изменению (от -40 до $+70$ °C), что обеспечивает надежную работу меток в различных условиях;

- влагостойкость, что позволяет использовать RFID-метки даже в условиях повышенной влажности;

- отсутствие негативного влияния внешних электромагнитных полей на работоспособность меток;

- маленькие размеры меток, которые позволяют удобно размещать их на опорной колодке тормозного башмака без закрытия его номера с минимизацией механических повреждений;

- высокая автономность работы меток, обеспечивающая их долгосрочное функционирование (до 10 лет);

- высокая дальность приема-передачи сигнала меток на антенну, что обеспечивает эффективное отслеживание и контроль за местоположением тормозных башмаков на дистанции до 300 м.

Эти характеристики делают применение RFID-технологии в качестве средства контроля тормозных башмаков на станционных путях эффективным и надежным решением.

Внедрение данной системы позволит:

1. Снизить риск несанкционированного движения вагонов.
2. Обеспечить контроль корректности установки тормозных башмаков исполнителем.
3. Следить за перемещениями тормозных башмаков по территории.
4. Производить удаленный мониторинг операций в любое время из любого места.
5. Ускорить поиск и идентификацию тормозных башмаков.
6. Обеспечить быструю идентификацию и учет.
7. Исключить утерю тормозных башмаков.

Состав RFID-системы

Автоматизированная RFID-система контроля хранения и перемещения тормозных башмаков включает в себя следующие взаимодействующие функциональные компоненты:

1. *RFID-метки, установленные на станционные тормозные башмаки* (рис. 1).

Для установки на тормозные башмаки рекомендуется использовать пассивные, прочные RFID-метки в корпусе, с рабочей частотой UHF (865–868 МГц), устойчивые к воздействию окружающей среды и адаптированные для использования на металле.

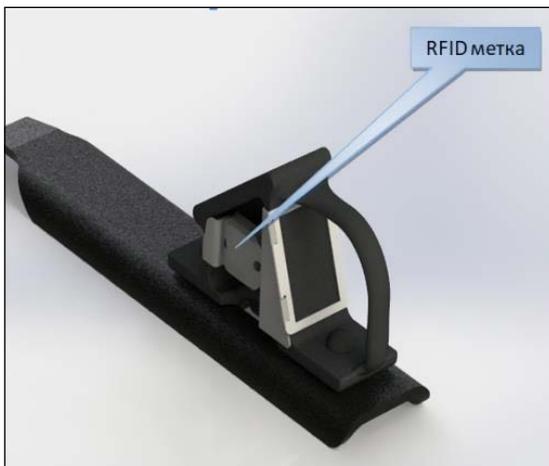


Рис. 1. Место установки RFID-метки на станционном тормозном башмаке

2. RFID-ридеры:

- в зоне стоек хранения устанавливаются стационарные считыватели с антеннами, диапазон считывания UHF (865–868 МГц);
- портативный RFID-считыватель — планшет составителя (рис. 2).



Рис. 2. RFID-планшет

Для полной автоматизации закрепления подвижного состава на планшет составителя необходимо установить программное обеспечение «Мобильное рабочее место» с доступом к функционалу закрепления подвижного состава. После проверки рассчитанных норм, ДСП из АРМ ЖУТБ на планшет составителя с ПО МРМ будет отправлять наряд-задание на установку закрепления состава.

3. Антенны.

Для считывания данных RFID-меток на станции должны быть установлены специальные антенны. Целесообразно применять анизотропные антенны с круговой поляризацией, адаптированные к российскому климату и приспособленные для работы с частотами UHF, которые выделены для применения в Российской Федерации. Это полоса частот 865–868 МГц.

Серверное аппаратное и программное обеспечение

В базу данных на сервере вносится информация о каждом пути станции, где может производиться закрепление согласно ТРА станции (диапазон координат широты и долготы), номерах чипированных башмаков.

Собранные данные, сгенерированные RFID и хранящиеся на сервере, должны интегрироваться в существующий и эксплуатируемый на всей сети дорог АРМ ЖУТБ.

Принцип работы RFID-технологии мониторинга тормозных башмаков

На рис. 3 представлена диаграмма компонентов эксплуатации тормозных башмаков на железнодорожной станции с применением RFID-системы:

1. Получение башмака с центрального склада ДМТО с установленной RFID-меткой (скани-

рование кладовщиком RFID-метки башмака для автоматического заполнения электронных форм отчетности).

2. Передача башмака на станцию и его распределение на пункты эксплуатации с автоматическим заполнением электронных форм отчетности с помощью RFID-системы.

3. Изъятие башмака на замену или обновление окраса (ремонт).

4. Оформление башмака, вышедшего из строя, в металлолом с помощью RFID-системы для заполнения электронных форм.

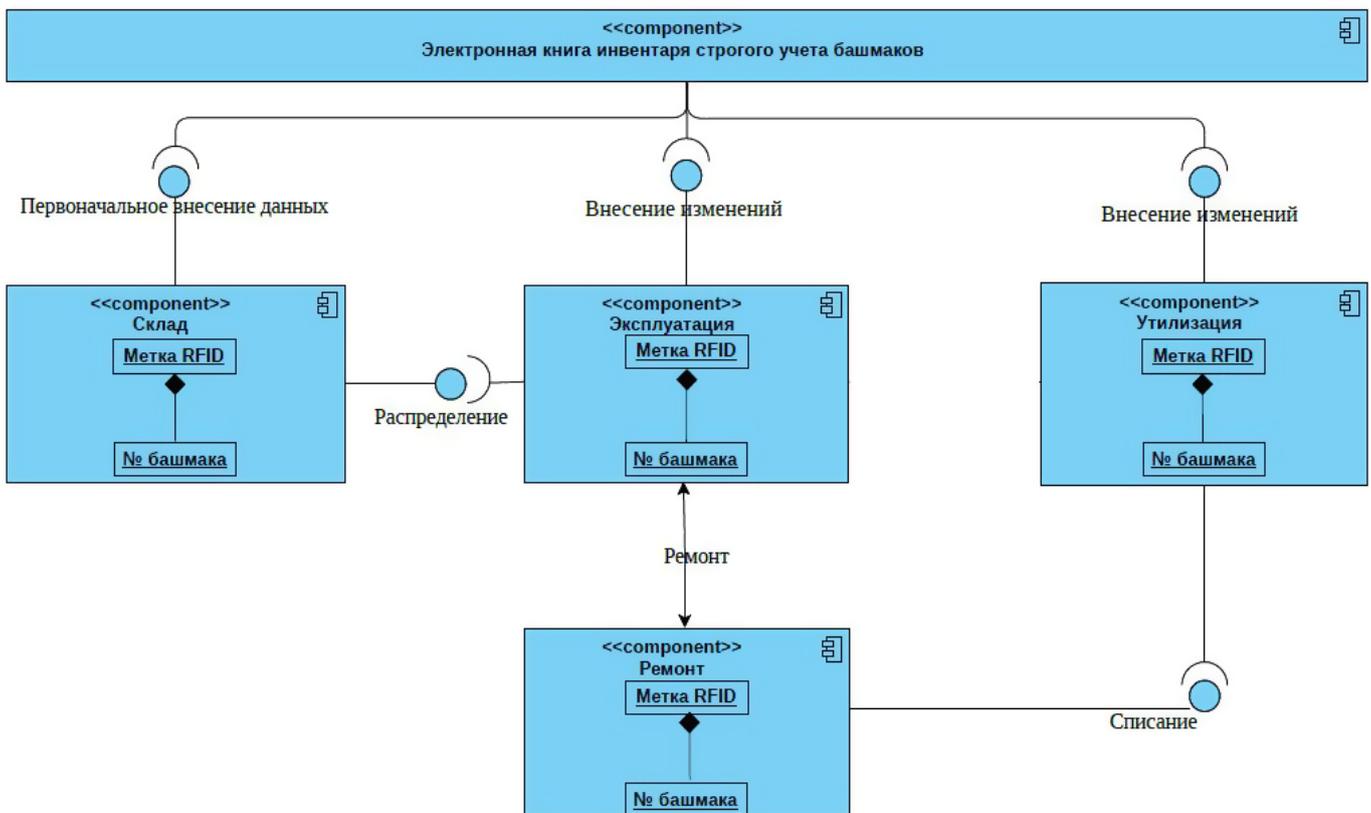


Рис. 3. Диаграмма компонентов эксплуатации тормозного башмака на железнодорожной станции

На рис. 4 рассмотрим диаграмму алгоритма действия ДСП и составителя при закреплении подвижного состава на железнодорожной станции с применением RFID-технологии.

В АРМ ЖУТБ по регламенту из АСОУП поступает информация о фактическом местоположении поездов и группы вагонов на железнодорожной станции; выполняется автоматический расчет необходимого количества тормозных башмаков на основании данных, получаемых из ТРА ИСУЖТ НС

в зависимости от порядка закрепления (группа вагонов, состав поезда, место установки подвижного состава). ДСП выполняет контроль рассчитанной нормы закрепления с четной и нечетной стороны и передает команду о закреплении состава на планшет составителя. Далее составитель подтверждает полученную команду и выполняет операцию закрепления состава. Считывает RFID-метку с установленного башмака с помощью RFID-ридера и подтверждает операцию о закреплении состава.

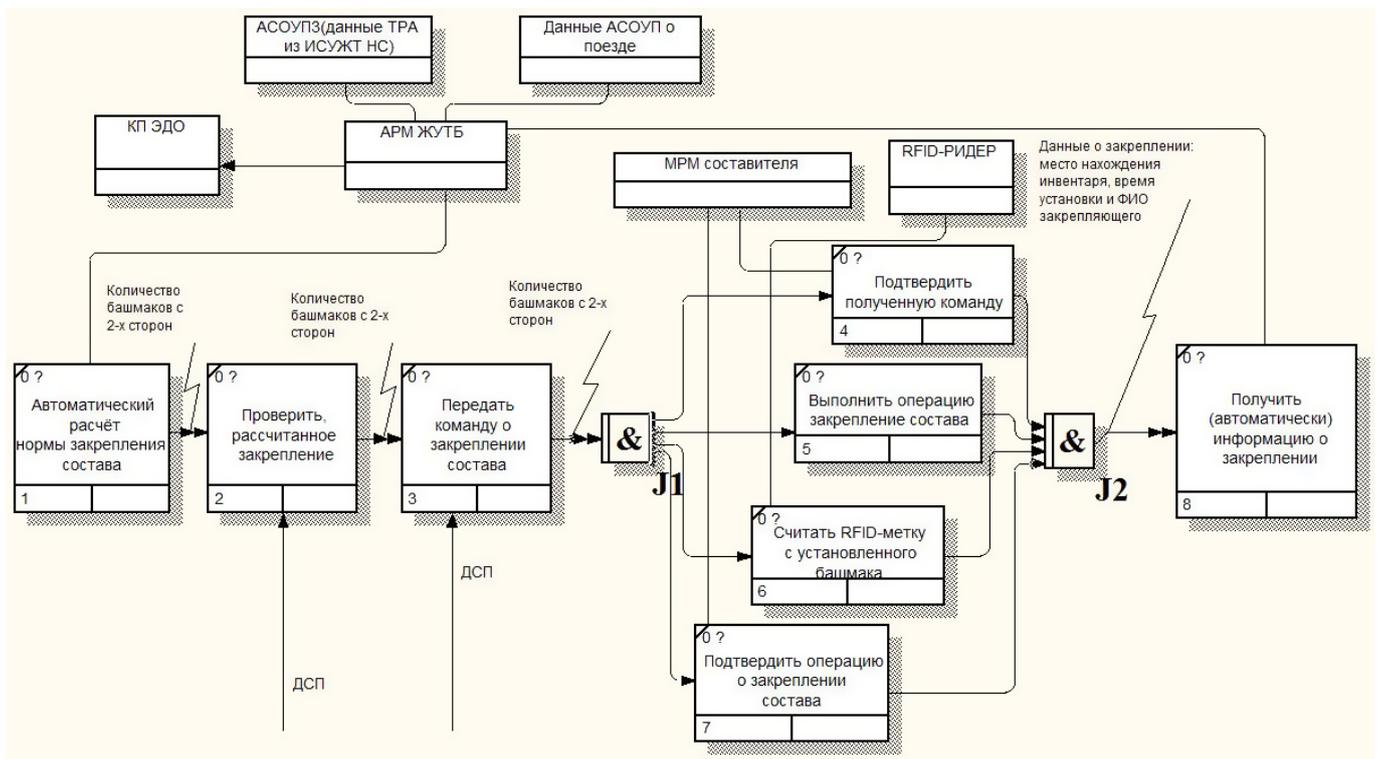


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции действия «Закрепление подвижного состава на железнодорожной станции с применением RFID-технологии» в нотации IDEF3

В АРМ ЖУТБ по регламенту из АСОУП поступает информация о фактическом местоположении поездов и группы вагонов на железнодорожной станции; выполняется автоматический расчет необходимого количества тормозных башмаков на основании данных, получаемых из ТРА ИСУЖТ НС в зависимости от порядка закрепления (группа вагонов, состав поезда, место установки подвижного состава). ДСП выполняет контроль рассчитанной нормы закрепления с четной и нечетной стороны и передает команду о закреплении состава на планшет составителя. Далее составитель подтверждает полученную команду и выполняет операцию закрепление состава. Считывает RFID-метку с установленного башмака с помощью RFID-ридера и подтверждает операцию о закреплении состава.

Таким образом, в АРМ ЖУТБ автоматически поступает информация о закреплении (место нахождения инвентаря, время установки и ФИО закрепляющего); статус установленных башмаков в ПО меняется на «занят». В конце смены формируется электронный документ ЖУТБ; его под-

писывают принимающий смену ДСП и сдающий с применением ПЭП. Далее ЭД поступает на хранение в КП ЭДО.

Заключение

Внедрение RFID-технологий полностью автоматизирует процесс контроля хранения и перемещения станционных тормозных башмаков.

Задачи, решаемые при внедрении RFID-системы контроля хранения и перемещения станционных тормозных башмаков:

- автоматизация и цифровизация станционных технологических процессов;
- обеспечение требуемого уровня безопасности движения поездов;
- предотвращение и выявление прецедентов нарушения порядка и норм закрепления вагонов;
- обеспечение контроля сохранности инвентаря строгого учета;
- снижение трудозатрат и накладных расходов;
- снижение риска несанкционированного движения вагонов;
- оперативность передачи информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев П. В. Особенности технологии RFID и ее применение // Молодой ученый. 2016. № 11 (115). С. 317–322 [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/115/30692/> (дата обращения: 12.03.2024).
2. Гудин М., Зайцев В. Технология RFID: реалии и перспективы // Компоненты и технологии. 2003. № 4. С. 42–44.
3. Бхуптани М., Морадпур Ш. RFID-технологии на службе вашего бизнеса // Альпина Диджитал, 2011. 350 с.
4. Финкенцеллер К. RFID-технологии. М.: ДМК Пресс, Додэка XXI, Hanser Publishers, 2016. 490 с.
5. Власов М. RFID: 1 технология – 1000 решений. Практические примеры использования RFID в различных областях. М.: Альпина Паблшер, 2015. 218 с.
6. RFID – радиочастотная идентификация // ДатаКрат [Электронный ресурс]. URL: <http://www.datakrat.ru/technology/7942.html> (дата обращения: 11.01.2024).
7. Распоряжение ОАО «РЖД» от 06.06.2020 № 1440-р «Об утверждении Порядка по оформлению и подписанию Журнала учета тормозных башмаков, применяемых для закрепления железнодорожного подвижного состава, подписанных электронной подписью». Утверждено зам. генерального директора Р. Ф. Сайбаталовым. 6 с.

Дата поступления: 20.03.2024

Решение о публикации: 03.06.2024

Automated Control of the Movement of Brake Shoes in Railway Transport: the Use of RFID Technology in Securing Rolling Stock

Irina G. Kagady — Master's Degree Student.
E-mail: irina.kagadiy74@mail.ru

Sergey G. Ermakov — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department Information and Computing Systems.
E-mail: ermakov@pgups.ru

Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russia

For citation: Kagady I. G., Ermakov S. G. Automated control of the movement of brake shoes in railway transport: the use of RFID technology in securing rolling stock // Intelligent technologies on transport. 2024. No. 2 (38). P. 77–83. (In Russian). DOI: 10.20295/2413-2527-2024-238-77-83

Abstract. *The possibility of introducing RFID technology in the work of railway transport is considered as one of the aspects of digitalization of the railway. The general principle of operation of this technology in securing rolling stock is described. The positive aspects of the introduction of this technology are analyzed.*

Keywords: *RFID, movement control, composition fixation, brake shoes, digitalization.*

REFERENCES

1. Grigor'ev P. V. Osobennosti tehnologii RFID i ee primenenie // Molodoj uchenyj. 2016. № 11 (115). S. 317–322 [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://moluch.ru/archive/115/30692/> (data obrashhenija: 12.03.2024). (In Russian)
2. Gudin M., Zajcev V. Tehnologija RFID: realii i perspektivy // Komponenty i tehnologii. 2003. № 4. S. 42–44. (In Russian)
3. Bhuptani M., Moradpur Sh. RFID-tehnologii na sluzhbe vashego biznesa // Al'pina Didzhital, 2011. 350 s. (In Russian)
4. Finkenceller K. RFID-tehnologii. M.: DMK Press, Dodjeka XXI, Hanser Publishers, 2016. 490 c. (In Russian)
5. Vlasov M. RFID: 1 tehnologija – 1000 reshenij. Prakticheskie primery ispol'zovanija RFID v razlichnyh oblastjah. M.: Al'pina Pablsher, 2015. 218 c. (In Russian)
6. RFID – radiochastotnaja identifikacija // DataKrat [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.datakrat.ru/technology/7942.html> (data obrashhenija: 11.01.2024). (In Russian)
7. Rasporjazhenie OAO "RZhD" ot 06.06.2020 № 1440-r "Ob utverzhenii Porjadka po oformleniju i podpisaniu Zhurnala ucheta tormoznyh bashmakov, primenjaemyh dlja zakreplenija zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava, podpisannyh jelektronnoj podpis'ju". Utverzhdeno zam. general'nogo direktora R. F. Sajbatalovym. 6 s. (In Russian)

Received: 20.03.2024

Accepted: 03.06.2024