

*А.А. Савельева<sup>1</sup>, Ю.О. Гуд<sup>1</sup>, Н.П. Асташков<sup>1</sup>, Н.П. Шустов<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация*

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ Поездов ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ СЧЕТА ОСЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

**Аннотация.** *Повышение достоверности контроля целостности подвижного состава на малодеятельных участках дорог, на которых применение систем интервального регулирования нецелесообразно, является предпосылкой рассмотрения существующих технических решений для оценки возможности и целесообразности их совершенствования.*

*Обоснованием использования полуавтоматической автоблокировки на малодеятельных участках является отказ от напольной аппаратуры, что в свою очередь не позволяет решить задачи, связанные с определением местоположения и целостности подвижного состава, реализацией контроля целостности рельсовых нитей.*

*Существующие методы повышения надежности элементов железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, анализ схемотехнического исполнения систем и устройств позволят обосновать направления дальнейшего совершенствования.*

**Ключевые слова:** *безопасность движения поездов, подвижной состав, совершенствование устройств автоматики, телемеханики и связи, система счета осей, контроль прибытия поезда в полном составе.*

*A.A. Saveleva<sup>1</sup>, U.O. Gud<sup>1</sup>, N.P. Astashkov<sup>1</sup>, N.P. Shustov<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation*

## **IMPROVING THE LEVEL OF TRAIN TRAFFIC SAFETY BY IMPROVING THE AXLE COUNTING SYSTEMS OF RAILWAY ROLLING STOCK**

**Abstract.** *Increasing the reliability of monitoring the integrity of rolling stock on inactive road sections where the use of interval control systems is impractical is a prerequisite for considering existing technical solutions to assess the feasibility and expediency of their improvement.*

*The rationale for the use of semi-automatic auto-locking in low-activity areas is the rejection of floor equipment, which in turn does not allow solving problems related to determining the location and integrity of rolling stock, the implementation of integrity control of rail threads.*

*The existing methods of increasing the reliability of elements of railway automation, telemechanics and communications, analysis of the circuit design of systems and devices will allow to substantiate the directions of further improvement.*

**Keywords:** *train traffic safety, rolling stock, improvement of automation, telemechanics and communication devices, axle counting system, control of the arrival of the train in full.*

### **Введение**

Совершенствование устройств автоматики, телемеханики и связи направлено на повышение уровня безопасности движения поездов, улучшение эксплуатационных и экономических показателей работы железнодорожного транспорта [1-3]. При разработке и проектировании новых элементов железнодорожной автоматики, телемеханики и связи необходимо учитывать условия эксплуатации, определяемые местом установки, реализовывать защиту от воздействия помех тягового тока. Кроме того, уменьшение массогабаритных размеров, простота реализации и принципа действия предопределяют направления дальнейшего совершенствования.

Существующие методы повышения надежности элементов железнодорожной автоматики, телемеханики и связи направлены на [4-7]:

- совершенствование технологии изготовления оборудования и технических устройств;
- использование современных средств контроля;
- резервирование;
- реализацию системы профилактических мероприятий.

### **Устройства проверки целостности подвижного состава.**

Существующие способы контроля прибытия поезда в полном составе представляют собой следующие системы:

- 1) использование путевого станционного и вагонного индуктора;
- 2) счет колесных пар;
- 3) использование специализированных рельсовых цепей для релейной полуавтоматической блокировки.
- 4) использование контуров контроля целостности подвижного состава:
  - линейные провода электропневматического тормоза и тормозная магистраль в пассажирских поездах;
  - тормозная магистраль в грузовых поездах.

Устройства, осуществляющие контроль прибытия поезда в полном составе, используют датчики различных типов, поэтому адекватность и достоверность первичной информации, поступающей от них, определяет основной путь развития систем автоматики и телемеханики [8, 9].

Использование пассивного (устанавливается на последнем вагоне сформированного поезда) и напольного активного датчика (монтируется в конкретной точке пути) предопределяет следующие недостатки:

- 1) массогабаритные параметры индуктора представляют сложность его перемещения при обслуживании поездов;
- 2) между точками контроля отсутствует информация о целостности подвижного состава;
- 3) помехозащищенность системы в результате возмущающих воздействий на напольные контрольные датчики.

В статье основной акцент направлен на устройства проверки целостности подвижного состава, основанные на счете числа осей проходящего поезда. Следует отметить, что эксплуатация в сложных климатических и эксплуатационных условиях, работа снегоочистительной техники, необходимость сезонной калибровки, габариты и конструкция крепления – это лишь малая часть критериев, которые в определенной степени обуславливают выбор и обоснование практического использования конкретных датчиков. Влияние магнитных полей тяговых двигателей подвижного состава, тягового тока не должно оказывать воздействие на адекватность работы используемого элемента контроля. Кроме того, работы по упрощению схемных и конструктивных решений датчиков необходимо выполнять параллельно с интегрированием в существующие и используемые системы СЦБ, обеспечением возможности стыковки с микропроцессорными при реализации модернизации и проведении капитального ремонта.

Устройства, реализующие счет осей подвижного состава, имеют следующие недостатки:

- наличие напольной аппаратуры, линий связи и электропитания в составе технического исполнения;
- напольная аппаратура может стать объектом вандализма;
- ложные срабатывания в связи с возможным воздействием волочащихся деталей;
- количество проверок целостности предопределяет увеличение количества используемой аппаратуры.

### **Устройства контроля целостности подвижного состава, реализующие способ счета числа осей подвижного состава.**

Рассмотрена система контроля состояния свободности участка пути методом счета осей подвижного состава (ССО-АСК), основными составными частями которой являются: программируемый контроллер (Siemens); модуль приема и обработки сигналов (NP) с датчиков счета осей (ZR); элемент крепления к рельсу (CL); пульты сброса ложной занятости и смены адреса.

Состояние путевого участка железной дороги оценивается сопоставлением количества осей подвижного состава, зашедших и вышедших с него. Идентичные результаты счета свидетельствуют о полном освобождении контролируемого участка. Техническая реализация рас-

сматриваемой системы подразумевает использование напольного (ZR, CL) и постового оборудования. Обеспечение требований безопасности движения поездов реализовано за счет резервированной структуры системы (свободность путевого участка считается достоверной при полном совпадении информационных и управляющих сигналов, сформированных основным и резервным программно-аппаратными узлами системы) [10, 11].

Рассмотренная система может использоваться для автоматизации следующих технологических процессов: взвешивание грузов; работа контрольно-габаритных устройств; устройства управления вагонными замедлителями на сортировочных горках и т.д.

Руководствуясь функциональной схемой ССО-АСК, авторами рассматривался вопрос об использовании дополнительного количества датчиков для повышения достоверности исходной информации. Однако, основополагающий критерий – безопасность движения поездов может быть нарушен, ведь вероятность выхода из строя сразу нескольких элементов контроля имеет место. Отметим, что представленная техническая реализация системы работает по принципу выбора управляющего решения, ориентированного на безопасность: простой подвижного состава, либо событие, произошедшее с ним.

Рассмотрена система контроля участков пути методом счета осей (ЭССО), которая претерпела реализацию ряда мероприятий по ее совершенствованию (ЭССО-М, ЭССО-М-2), направленных на:

- безрылейную увязку с любыми используемыми существующими устройствами СБЦ;
- стыковку с микропроцессорными системами СЦБ;
- использование интерфейса типа «сухой контакт» для увязки с релейными системами;
- расширенную диагностику, которая позволит выявить предотказные состояния элементов системы;
- использование унифицированного датчика колеса ДКУ-М;
- использование технологии стопорения болтов при реализации крепления датчика [12-14].

Архитектура систем ССО-АСК и ЭССО идентична. Однако, перечень технологических процессов, в которых могут использоваться рассмотренные системы, отличен. Помимо использования на станционных и перегонных участках путей железнодорожного транспорта общего и необщего пользования система ЭССО может применяться в линиях метрополитена.

### **Заключение**

Руководствуясь представленными недостатками устройств счета осей, разработчики рассмотренных в рамках статьи систем реализуют мероприятия по их устранению. Мероприятие, предложенное авторами, позволит повысить достоверность контроля за счет использования дополнительного количества датчиков, однако, не только усложнит первоначальную схему, но и исказит управляющее решение, определяющее обеспечение безопасности движения поездов.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Стратегия развития Холдинга «РЖД» на период до 2030 года. – М: ОАО «РЖД», 20.12.2013 г.
2. Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rzd.ru>
3. Olentsevich V.A., Belogolov Y.I., Kramynina G.N. Set of organizational, technical and reconstructive measures aimed at improvement of section performance indicators based on the study of systemic relations and regularities of functioning of railway transport system IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 832(1), 012038.
4. Татарникова Д.С. Модернизация устройств контроля схода подвижного состава с целью обеспечения безопасности и защиты транспортных комплексов / Д.С. Татарникова, Н.С. Татарникова, Е.В. Михайлов, Н.П. Асташков // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2019. – №3.
5. Astrakhantsev L., Ryabchyonok N., Alekseeva T., Khomenko A., Martusov A. Energy-efficient power regulators for electric railway vehicles // В сборнике: МАТЕС Web of Conferences.

10th International Scientific and Technical Conference "Polytransport Systems", PTS 2018. 2018. С. 02001.

6. Егоров М.В. Применение гальванической развязки в устройствах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / М.В. Егоров, А.В. Пультяков // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021. – №2.

7. Пультяков А.В. О способах компенсации влияния обратного тягового тока в устройствах железнодорожной автоматики / А.В. Пультяков, К.В. Менакер, М.В. Востриков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. № 4 (68). 2020. - С. 134-141.

8. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (утв. Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 21.12.10 № 286 с изменениями на 25.12.18).

9. Olentsevich V.A., Astashkov N.P., Akhmetshin A.R., Suslov K.V., Shtayger M.G., Karlina A.I. Evaluation of the compatibility of the power traction supply system in the field of implementing the train traffic interval regulation with a use of a "virtual coupling" technology IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1151 (2021) 012036.

10. Асташков Н.П., Оленцевич А.А. Изменение технологии работы транспортно-технологической системы железнодорожного транспорта за счет использования нового типа подвижного состава / Н.П. Асташков, А.А. Оленцевич // Наука сегодня: задачи и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции, г. Вологда, 29 мая 2019 г. – Вологда: ООО «Маркер», 2019. - С. 16-17.

11. Ryabchenok N.L., Alekseeva T.L., Astrakhancev L.A., Astashkov N.P., Tikhomirov V.A. Energy-saving driving of heavy trains // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. T. 982. С. 491-508.

12. Асташков Н.П. Обеспечение безопасности и защиты вспомогательного оборудования подвижного состава / Н.П. Асташков, В.А. Оленцевич, Ю.И. Белоголов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. № 4 (68). 2020. - С. 189-195.

13. Ляной В.В. Новое поколение систем счета осей / В.В. Ляной, В.Л. Логинов, А.А. Дудин // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 2. С. 7-8.

14. Логинов В.Л. Инновационные технологии в области систем счета осей / В.Л. Логинов, Р.Ж. Курбанов // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 11. С. 12-13.

## REFERENCES

1. Development strategy of the Russian Railways Holding for the period up to 2030. - М: JSC "Russian Railways", 20.12.2013.

2. Official website of Russian Railways [Electronic resource]. – URL: <http://rzd.ru>

3. Astrakhantsev L., Ryabchyonok N., Alekseeva T., Khomenko A., Martusov A. Energy-efficient power regulators for electric railway vehicles // В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. 10th International Scientific and Technical Conference "Polytransport Systems", PTS 2018. 2018. С. 02001.

4. Olentsevich V.A., Belogolov Y.I., Kramynina G.N. Set of organizational, technical and reconstructive measures aimed at improvement of section performance indicators based on the study of systemic relations and regularities of functioning of railway transport system IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 832(1), 012038.

5. Olentsevich V.A., Astashkov N.P., Akhmetshin A.R., Suslov K.V., Shtayger M.G., Karlina A.I. Evaluation of the compatibility of the power traction supply system in the field of implementing the train traffic interval regulation with a use of a "virtual coupling" technology IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1151 (2021) 012036.

6. Tatarnikova D.S. Modernization of devices for monitoring the descent of rolling stock in order to ensure the safety and protection of transport complexes / D.S. Tatarnikova, N.S. Tatarnikova, E.V. Mikhailov, N.P. Astashkov // Molodaya nauka Sibiri: electron. scientific journal - 2019. - No. 3.

7. Rules of Technical Operation of Railways of the Russian Federation (approved by the Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated 21.12.10 No. 286 as amended on 25.12.18).

8. Astashkov N.P., Olentsevich A.A. Changing the technology of the transport and technological system of railway transport through the use of a new type of rolling stock / N.P. Astashkov, A.A. Olentsevich // Science today: tasks and ways to solve them: materials of the International scientific and practical conference, Vologda, May 29, 2019 - Vologda: Marker LLC, 2019. - pp. 16-17.

9. Ryabchenok N.L., Alekseeva T.L., Astrakhancev L.A., Astashkov N.P., Tikhomirov V.A. Energy-saving driving of heavy trains // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. T. 982. C. 491-508.

10. Astashkov N.P. Ensuring the safety and protection of auxiliary equipment of rolling stock / N.P. Astashkov, V.A. Olentsevich, Yu.I. Belogolov // Modern technologies. System analysis. Modeling. No. 4 (68). 2020. - pp. 189-195.

11. Lyany V.V. A new generation of axis counting systems / V.V. Lyany, V.L. Loginov, A.A. Dudin // Automation, communications, informatics. 2014. No. 2. pp. 7-8.

12. Loginov V.L. Innovative technologies in the field of axis counting systems / V.L. Loginov, R.J. Kurbanov // Automation, communications, informatics. 2017. No. 11. pp. 12-13.

13. Egorov M.V. Application of galvanic isolation in devices of railway automation, telemechanics and communication / M.V. Egorov, A.V. Pulyakov // Young science of Siberia: electron. scientific journal - 2021. - No. 2.

14. Pulyakov A.V. On ways to compensate for the effect of reverse traction current in railway automation devices / A.V. Pulyakov, K.V. Menaker, M.V. Vostrikov // Modern Technologies. System analysis. Modeling. No. 4 (68). 2020. - pp. 134-141.

#### **Информация об авторах**

*Савельева Анастасия Андреевна* – студент группы ЭЖД.1-17-3, кафедра «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: N\_sirena\_2014@mail.ru

*Гуд Юлия Олеговна* – аспирант кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: ig66d1@gmail.com

*Асташков Николай Павлович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: astashkovnp@yandex.ru

*Шустов Николай Павлович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: shustov\_np@irgups.ru

#### **Authors**

*Anastasia Andreevna Saveleva* – student of the EZhD.1-17-3 group, Department of Transport Management and Information Technology, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: N\_sirena\_2014@mail.ru

*Yulia Olegovna Gud* – Postgraduate student of the Department of Operational Work Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: ig66d1@gmail.com

*Nikolay Pavlovich Astashkov* – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, the Subdepartment of "Operational Work Management", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: astashkovnp@yandex.ru

*Nikolay Pavlovich Shustov* – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, the Subdepartment of " Automation, Telemechanics and Communication ", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: shustov\_np@irgups.ru