

Д.А. Герасимов, М.В. Кузин, В.А. Алексеенко

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Россия

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ХОДУ ПОЕЗДА

Аннотация. На сегодняшний день проблема в обеспечении сохранности целостности подвижного состава, а так же в предупреждении аварийных ситуаций, связанных с ними, является одной из самых важных и ключевых задач в работе не только систем сигнализации, централизации и блокировки, а всей компании ОАО РЖД в целом.

Существенно снизить риск возникновения аварийных ситуаций и сократить расходы по восстановительным работам помогло внедрение систем контроля параметров подвижного состава на ходу поезда (СКППС). Данные системы дают возможность выявить предотказное состояние контролируемого узла вагона и оперативно передать информацию о его состоянии ответственному персоналу для его (состояния) ликвидации.

Развитие СКППС не стоит на месте и на сегодняшний день в эксплуатацию вводятся новейшие передовые системы различного рода модификаций и исполнения и именно о них и пойдет речь в данной статье

Ключевые слова: безопасность движения, системы контроля, контроль на ходу поезда, надежность подвижного состава, устройства железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), поиск дефектов, безотказность.

D.A. Gerasimov, M.V. Kuzin, V.A. Alekseenko

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

ADVANCED SYSTEMS FOR CONTROL OF ROLLING STOCK PARAMETERS DURING THE TRAIN

Abstract. Today, the problem of ensuring the safety of the integrity of the rolling stock, as well as preventing emergencies associated with them, is one of the most important and key tasks in the operation of not only signaling, centralization and blocking systems, but the entire company of Russian Railways as a whole.

The introduction of systems for monitoring the parameters of the rolling stock while the train is moving (SMPRS) helped to significantly reduce the risk of accidents and reduce the cost of restoration work. These systems make it possible to identify the pre-failure state of the monitored unit of the car and promptly transmit information about its state to the responsible personnel for its (state) liquidation.

The development of SMPRS does not stand still and today the newest advanced systems of various kinds of modifications and designs are being put into operation, and it is about them that will be discussed in this article.

Keywords: traffic safety, control systems, on-the-fly control of the train, reliability of the substation, railway automation and telemechanics (RAT) devices, search for defects, reliability.

Введение

Безопасность движения поездов во многом зависит от технического состояния железнодорожного подвижного состава (ПС), в большей степени от состояния грузовых вагонов. Ключевым показателем надежности ПС является безотказность – свойство вагонов непрерывно сохранять работоспособное состояние в межремонтный период, определяемый для грузовых вагонов пробегом. Однако в действительности, как показывает статистика, грузовой вагон за межремонтный период в среднем поступает в текущий отцепочный ремонт около трех-четырёх раз.

Каждый отдельный узел вагона контролируется перечнем определённых параметров, наличие достоверной и полной структуры которых позволяет наиболее эффективно осуществить поставленную перед системой задачу – выявить предотказное состояние раньше возникновения поломки той или иной части узла [1].

Внедрение подобных систем – это шаг вперёд на пути к обеспечению безопасного и бесперебойного перевозочного процесса.

Средства контроля технического состояния ПС

Современные системы контроля технического состояния ПС имеют различный спектр применения, который варьируется в зависимости от интересующего потребителя параметра вагона. Примеры данных систем приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Средства контроля ТС ПС

| Система контроля | Контролируемый параметр | Элемент ПС |
|---|---|--|
| КТСМ-02Б, КТСМ-03 | Перегрев корпуса буксы | Буксовый узел |
| Устройство контроля сползания буксового узла (БУКСА) | Положение корпуса буксы относительно шейки оси | |
| КТСМ-02К | Виброускорение рельса | Колесная пара (поверхность катания колеса) |
| КТСМ-03К | Деформация шейки рельса | |
| Детектор дефектных колёс (ДДК) | Деформация шейки рельса | |
| "КОМПЛЕКС" (КТИ) | Прокат; толщина, ширина обода; расстояние между внутренними гранями колес; толщина гребня; диаметр колеса | |
| "Экспресс Профиль" | Прокат; толщина, ширина обода; расстояние между внутренними гранями колес; толщина гребня; диаметр колеса | |
| Пост акустического ультразвукового контроля колесных пар экипажной части подвижного состава (ПАУК-11К) | Прокат | |
| Устройство для измерения угла набегания колеса на рельс (УНКР-ЛП) | Угол перекоса колесных пар относительно оси пути | Тележка |
| АСООД | Амплитуда и частота колебаний | |
| Подсистема автоматизированного визуального контроля технических характеристик подвижного состава (Техновизор) | Завышение/занижение фрикционных клиньев; наличие /отсутствие и толщина тормозных колодок; наличие /отсутствие болтов и крышки буксы; наличие /отсутствие болтовых соединений поддерживающей планки автосцепки | |
| УЗОТ-РМ | Плотность тормозной сети, целостность тормозной магистрали, время отпуска тормоза | Автотормозное оборудование |
| Устройство измерения параметров тормозных систем (УКТП) | Плотность тормозной сети, целостность тормозной магистрали, время отпуска тормоза, давление воздуха в тормозной магистрали хвостового вагона | |
| КТСМ-02Т, КТСМ-03Т | Перегрев ступицы колеса | |
| КТСМ-02В, КТСМ-03В | Нарушение нижнего габарита | |

Статистика отказов узлов грузовых вагонов

Наблюдая за современной ситуацией на железнодорожном транспорте, а так же опираясь на статистику по отказам, приходящимся на различные узлы грузовых вагонов, можно сделать вывод, что порядка 45% от общего числа приходится на отказы по причине неисправности колёсных пар вагонов. Неисправности подобного рода могут привести к определённому перечню последствий, которые напрямую зависят от времени их обнаружения и устранения [1, 2].

На рисунке 1 представлена диаграмма распределения неисправностей колёсных пар, на основании анализа которой видно, что большая часть из них приходится на постепенные отказы из-за тонкого гребня (порядка 59%) и неравномерного проката колёсной пары (около 32%), а на внезапные отказы, такие как: ползун, трещина обода, приходится лишь 4,6% [2].

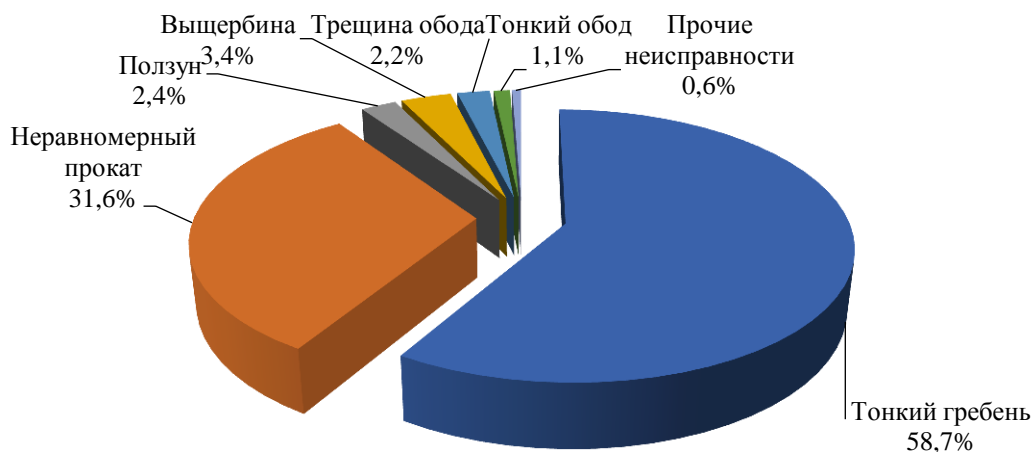


Рис. 1. Распределение неисправностей колёсных пар

Исходя из вышесказанного, рассмотрим перспективные системы на примере контроля состояния колес подвижного состава на ходу поезда, так как число дефектов этого узла довольно значительно. Для осмотра колес на ПТО выделяется ограниченный промежуток времени (примерно 20 – 30 минут), в связи с этим возникает необходимость автоматизации процесса контроля и выполнение подобных измерений на ходу поезда. При таком подходе обеспечивается высокая точность измерений, отсутствие субъективного человеческого фактора и возможность планирования процесса технического обслуживания, так как информация о состоянии ПС будет передаваться ответственным сотрудникам до прибытия поезда на ПТО [3, 4].

Для обзора выберем две комплексные системы контроля и диагностики подвижного состава, в основе которых лежат совершенно не похожие друг на друга методы определения состояния поверхности катания колеса.

Автоматизированный диагностический комплекс для измерения колесных пар вагонов на подходах к станции ("КОМПЛЕКС")

Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН (КТИ НИ СО РАН) разработал систему комплексного контроля параметров колесных пар вагонов на ходу поезда, которая носит название – "Автоматизированный диагностический комплекс для измерения колесных пар вагонов на подходах к станции" сокращенно – КОМПЛЕКС [5].

Система КОМПЛЕКС, предназначена для измерения геометрических параметров поверхности катания, выявления износа и дефектов цельнокатаных колес на ходу поезда, регистрации неисправностей и оперативной передачи полученной информации на ближайший ПТО. В основе технического решения по контролю геометрических параметров колесной пары положен принцип сканирования колес с использованием набора активных измерительных датчиков триангуляционного типа [5]. Напольная часть данного комплекса, установленного на участке Восточно-Сибирской железной дороги, приведена на рисунке 2.



Рис. 2. Напольное оборудование системы "КОМПЛЕКС"

Основной принцип работы данной системы заключается в следующем: При движении колесной пары каждый из колесных датчиков фиксирует текущее расстояние до поверхности колеса (вдоль заданного направления). В итоге формируются сигналы, отражающие профиль колесной пары в некоторых сечениях, определяемых в координатном базисе, заданном положением датчиков, так как это изображено на рисунке 3 [6].

Для выполнения требований железнодорожного "габарита" колесные датчики необходимо расположить ниже верхней кромки рельса, а зондирующие лазерные лучи направить под углом к оси Y в плоскости YZ. Основные критерии выбора направлений зондирующих лучей - минимальное взаимное влияние лазерного излучения на приемный тракт соседнего датчика и обеспечения заданного положения зондирующего поля лазера на колесе во время сканирования. Проекция луча лазера на плоскость XY выбрана строго вдоль оси Y. Измерительное устройство обеспечивает точность 0,05 мм. При использовании интерполяционного алгоритма обработки сигнала точность повышается в 2 – 3 раза [7].

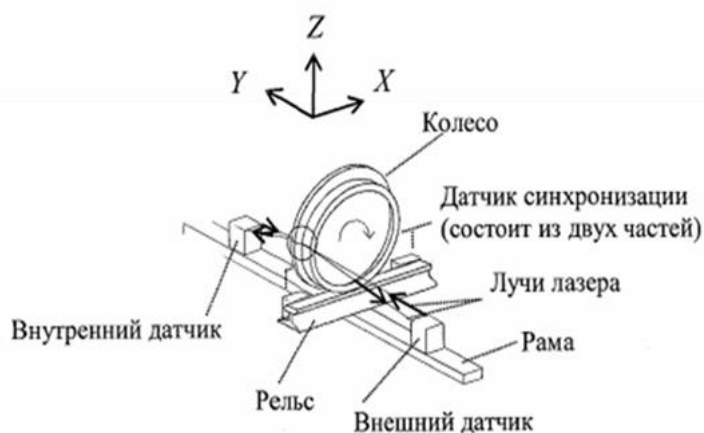
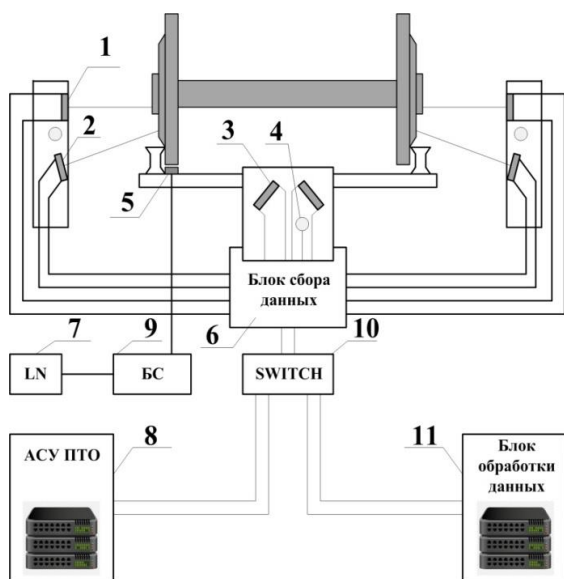


Рис. 3. Координатный базис системы "КОМПЛЕКС"

Данная система способна работать в различных погодных условия при температурном диапазоне +/- 50 °С за счёт наличия защитных кожухов на датчиках, которые также могут выполнять роль отбойников.

Структурная схема системы "КОМПЛЕКС" приведена на рисунке 4.



- 1 – датчик буксовый правый;
- 2 и 3 – датчики колесный внешний и внутренний;
- 4 – датчик температуры для термостабилизации систем;
- 5 – магнитная педаль;
- 6 – блок сбора данных;
- 7 – сигнальная шина определения наличия поезда на участке (LN);
- 8 – АСУ ПТО;
- 9 – блок синхронизации (БС);
- 10 – SWITCH коммутатор;
- 11 – Блок обработки информации.

Рис. 4. Структурная схема системы "КОМПЛЕКС"

Для перевода комплекса из режима ожидания в режим измерения используется сигнал дальнего оповещения о подходе поезда. Для передачи информации в АСУ ПТО используется локальная сеть.

"КОМПЛЕКС" позволяет в реальном времени выполнять замер и обработку результатов таких параметров как: Толщина/ширина обода колеса, расстояние между внутренними гранями колёс, толщина гребня колеса, диаметр колеса, равномерность проката, а так же сползание буксы [8].

Блок сбора (БСД) системы "КОМПЛЕКС" данных выполняет следующие функции:

- ожидание сигнала дальнего оповещения о приближающемся составе;
- перевод в рабочее состояние системы контроля и установление связи по сети Ethernet (протокол TCP/IP) при получении сигнала дальнего оповещения;
- выполнение необходимого количества цикла сбора данных по колесным парам во время прохождения поезда;
- после прохождения поезда сигнал с датчиков приближения исчезает, аппаратура комплекса производит самодиагностику измерительной аппаратуры и после этого проводит обработку полученных данных и передачу их на АСУ ПТО;
- после передачи всех измеренных данных в ПК вычислителя аппаратура комплекса переходит в режим ожидания поезда.

Результаты измерения геометрических параметров колесных пар проходящего состава накапливаются в компьютере "вычислителя", размещенном в помещении (контейнере) и впоследствии передаются по протоколу TCP/IP в АСУ ПТО [9].

Результаты всех измерений в виде таблицы выводятся на АРМ оператора ЦПУ (центрального пункта управления) сетевого ПТО. Тревожная информация выделяется в таблице красным цветом на мониторе принимающего компьютера Комплекса [10].

Комплекс акустического ультразвукового контроля технического состояния колесных пар (ПАУК-11к)

При разработке и изготовлении поста акустического ультразвукового контроля технического состояния колесных пар – ПАУК-11К, компания ООО "МЕТКАТОМ" использовала десятилетний опыт изготовления акустико-эмиссионных приборов и комплексов, таких как ИРП-12 (индикатор ресурса подшипников), АРП-11 и АРП-11/М [11].

Основной целью внедрения комплекса ПАУК-11к является автоматизация процессов диагностирования технического состояния поверхности катания колесных пар в режиме реального времени, выявления дефектов поверхности катания отцепочного размера и обеспечение сохранности путевой инфраструктуры [12]. Пример расположения напольного оборудования комплекса, установленного на участке Восточно-Сибирской железной дороги, приведен на рисунке 5.



Рис. 5. Расположение напольного оборудования комплекса ПАУК-11к

Задачи, которые решает Пост акустического ультразвукового контроля колесных пар экипажной части подвижного состава ПАУК-11К :

- мониторинг и диагностика технического состояния поверхностей катания колесных пар подвижного состава железных дорог;
- автоматизированное формирование баз данных и рекомендаций по эксплуатационным режимам и необходимому сервисному обслуживанию.

В функции комплекса входит:

- обеспечение достоверности диагноза не менее 98 %;
- исключение человеческого фактора из процесса диагностики состояния поверхности катания колесных пар и принятия окончательного диагностического решения;
- автоматизация процесса диагностики состояния поверхности катания колесных пар.

Преимущества комплекса ПАУК-11к:

- защищенность от внешних помех;
- возможность работы в едином информационном пространстве с существующими на железных дорогах информационными ресурсами;
- создание базы данных на основе результатов диагностики колесных пар;
- исключение несанкционированного изменения программного обеспечения;
- блочно-модульное исполнение, представляющее возможность оперативного монтажа и демонтажа комплекса.

Комплекс работает в полностью автоматическом режиме с формированием базы данных и передачей результатов на АРМ пункта технического обслуживания по следующим уровням:

- красный – аварийное (критическое) состояние поверхности катания колёсной пары подвижного состава;
- жёлтый – предупреждение о развитии дефекта или потребности в дополнительном осмотре колёсной пары.

В состав комплекса входят:

- напольное оборудование, включающее, измерители амплитуды акустические, датчики пьезоэлектрические, универсальные цифровые датчики, датчики счета осей и соединительные кабели;
- постовое оборудование, расположенное в аппаратном помещении и включающее в свой состав щит силовой, согласующую аппаратуру, систему сбора и обработки акустической информации, управляющий компьютер;
- программное обеспечение управляющего компьютера и автоматизированного рабочего места оператора комплекса

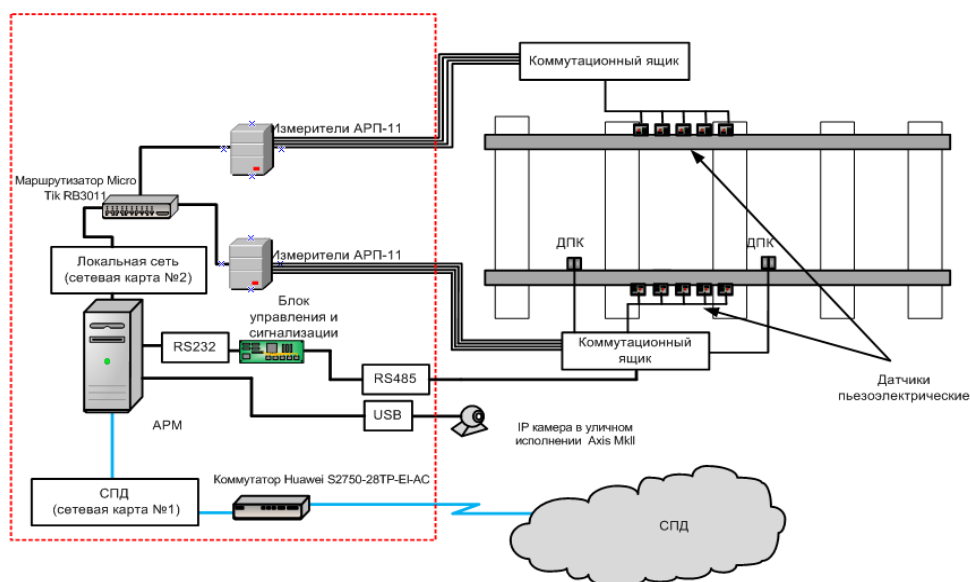


Рис. 6. Информационная структура комплекса ПАУК-11к

Источником первичной информации в комплексе являются пьезоэлектрические датчики (GT200U ПЮЯИ.668431.082) и датчики универсальные цифровые (КВНТ.468223.010.РЭ). При прохождении подвижного состава каждый датчик формирует сигналы, характеризующие вертикальное силовое динамическое воздействие отдельного колеса на рельс. Эти сигналы затем поступают на АЦП, преобразуются в цифровой вид и передаются в центральный аналитический блок (ЦАБ) для записи и обработки с целью контроля качества поверхности катания колес и обнаружения дефектов [12].

Включение регистрации и обработки измерительной информации осуществляется по сигналам от датчиков счета осей, расположенных в начале и конце контрольного участка. Сигналы датчиков счета осей также используются для определения скорости движения поезда.

Вся информация записывается в локальной базе данных, находящейся на жестком диске ЦАБ. Просмотр информации осуществляется с помощью программы АРМ оператора комплекса.

ЦАБ выполняет функции обработки измерительной информации и хранения результатов измерений, а также управления работой оборудования комплекса. Для дальнейшей передачи информации на АРМ операторов заинтересованных служб (предприятий) управляющий компьютер может подключаться к локальной сети либо сети передачи данных (например – СПД ОАО "РЖД") [13].

Комплексы ПАУК-11к, введенные в эксплуатацию, показали высокую эффективность, выделяя более 90% дефектов поверхности катания колес[14].

Заключение

Внедрение подобных систем по всей сети РЖД позволит компании в несколько десятков раз повысить надежность и безопасность эксплуатации вагонного парка, сформировать единую взаимозависимую базу данных технического состояния подвижного состава, решить задачи эксплуатационной диагностики на ходу поезда, осуществлять обслуживание и ремонт подвижного состава на основе реального технического состояния, а так же увеличить межремонтный пробег, сократить время простоя из-за ТО и ремонта, что способствует повышению эффективности эксплуатации.

Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод, что применение перспективных систем контроля параметров ПС на ходу поезда экономически целесообразно и направлено на техническое и технологическое перевооружение компании ОАО РЖД и повышение безопасности движения. Данное направление повышения показателей безопасности движения приобретает особую актуальность в связи с созданием Восточного полигона.

В дальнейшем авторами планируется выполнить сбор и анализ статистических данных о количествах и типах выявленных дефектов подвижного состава, что можно считать следующим этапом оценки эффективности применения данных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Диагностика технического состояния грузового поезда [Электронный ресурс]. URL: <http://scbist.com/scb/uploaded/sbor-inf-na-jd/8.htm> (дата обращения: 26.10.2020)
2. Сигилева, Е. И. Анализ отказа тележек грузовых вагонов / Е. И. Сигилева, К. А. Аксинина // Инновационный транспорт : научно-публицистическое издание. – 2014. - № 1. – С. 76-80
3. В.С. Марюхненко, Ю.Ф. Мухопад, Б.М. Миронов, В.А. Алексеенко Автоматизированный контроль подвижного состава на ходу поезда // Учебное пособие для студентов и аспирантов по дисциплине "Системы контроля параметров подвижного состава". – Иркутск, 2016 – С.28-49
4. Марюхненко В.С., Пультяков А.В. Особенности контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда // Автоматика на транспорте. – 2016. – Том 2. – №2. – С. 272-287.

5. Автоматизированный диагностический комплекс для контроля геометрических параметров колесных пар вагонов "КОМПЛЕКС" [Электронный ресурс]. URL: <http://www.labracon.ru/ru/products/complex> (дата обращения: 26.10.2020)
6. Автоматизированная диагностическая система контроля параметров колесных пар вагонов "КОМПЛЕКС" [Электронный ресурс]. URL: https://www.tdisie.nsc.ru/kompleks_rus (дата обращения: 26.10.2020)
7. Чугуй Ю.В. Комплекс диагностического контроля колесных пар подвижного состава // Российское агентство по патентам и товарным знакам [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU28348U1_20030320 (дата обращения: 26.10.2020)
8. Комплексы автоматизированные диагностические для измерений геометрических параметров колесных пар вагонов Комплекс [Электронный ресурс]. URL: <http://td-str.ru/file.aspx?id=641> (дата обращения: 26.10.2020)
9. Автоматизированный диагностический комплекс для измерения колесных пар вагонов на подходах к станции (КТИ) [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/@vagonniki_rzd-avtomatizirovannyi-diagnosticheskii-kompleks-dlya-izmereniya (дата обращения: 26.10.2020)
10. Комплексы автоматизированные диагностические для измерений геометрических параметров колесных пар вагонов "Комплекс" // Приложение к свидетельству № 58784 об утверждении типа средств измерений – Новосибирск, 2015 – С.1-6
11. Программно-аппаратный комплекс "ПАУК" инфракрасной диагностики ходовых частей подвижного состава [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rgups.ru/science/razrabotki-143/programmno-apparatnyi-komplek-413/> (дата обращения: 26.10.2020)
12. За вагонами будут следить ПАУКи [Электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=156746> (дата обращения: 26.10.2020)
13. Комплекс паук-11к - автоматизация процессов диагностирования колесных пар подвижного состава / Артемьев А.А. // Бюллетень объединенного учёного совета ОАО РЖД – 2017 - №4 – С.30-31 (дата обращения: 27.10.2020)
14. ПАУК ищет дефекты // Выпуск №21 (26394) газеты "Гудок" [Электронный ресурс]. URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1403879> (дата обращения: 26.10.2020)

REFERENCES

1. Diagnostics of the technical condition of a freight train [Electronic resource].URL: <http://scbist.com/scb/uploaded/sbor-inf-na-jd/8.htm> (date of access: 10.26.2020)
2. Sigileva, E.I.Failure analysis of freight car bogies during operation / Ekaterina I. Sigileva, Ksenia A. Aksinina // Innotrans : scientific-and-nonfiction edition. – 2014. – № 1. – P. 76-80
3. V.S. Maryukhnenko, Yu.F. Mukhopad, B.M. Mironov, V.A. Alekseenko Automated control of rolling stock on the move of the train // Textbook for students and postgraduates in the discipline "Control systems for rolling stock parameters." - Irkutsk, 2016 – P.28-49
4. Maryukhnenko V.S., Pulyakov A.V. Features of monitoring the technical condition of rolling stock while the train is in motion // Automation in transport. - 2016. - V.2. - No. 2. - P. 272-287.
5. Automated diagnostic complex for control of geometric parameters of wheel pairs of cars "COMPLEX" [Electronic resource].URL: <http://www.labracon.ru/ru/products/complex> (date of access: 10.26.2020)
6. Automated diagnostic system for monitoring the parameters of wheel pairs of cars "COMPLEX" [Electronic resource]. URL: https://www.tdisie.nsc.ru/kompleks_rus.html (date of access: 10.26.2020)
7. Chugui Y.V. Complex for diagnostic control of wheelsets of rolling stock // Russian Agency for Patents and Trademarks [Electronic resource]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU28348U1_20030320 (date of access: 10.26.2020)

8. Automated diagnostic complexes for measuring the geometric parameters of wheel pairs of cars Complex [Electronic resource]. URL: <http://td-str.ru/file.aspx?id=641> (date of access: 10.26.2020)

9. Automated diagnostic complex for measuring wheel pairs of cars on the approaches to the station (KTI) [Electronic resource]. URL: https://vk.com/@vagonniki_rzd-avtomatizirovannyi-diagnosticheskii-kompleks-dlya-izmereniya (date of access: 10.26.2020)

10. Automated diagnostic complexes for measuring the geometric parameters of wheelsets of cars "Complex" // Appendix to certificate No. 58784 on the type approval of measuring instruments - Novosibirsk, 2015 - P.1-6

11. Hardware and software complex "PAUK" for infrared diagnostics of rolling stock running gear [Electronic resource]. URL: <http://www.rgups.ru/science/razrabotki-143/programmno-apparatnyi-komplek-413/> (date of access: 10.26.2020)

12. PAUK's will follow the cars [Electronic resource]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=156746> (date of access: 10.26.2020)

13. Complex PAUK-11k - automation of the processes of diagnosing wheel pairs of rolling stock / Artemyev A.A. // Bulletin of the Joint Scientific Council of JSC Russian Railways - 2017 - No. 4 - P.30-31 (date of access: 27.10.2020)

14. PAUK's looks for defects // Issue №21 (26394) of the newspaper "Gudok" [Electronic resource]. URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1403879> (date of access: 10.26.2020)

Информация об авторах

Герасимов Дмитрий Алексеевич – студент группы СОД.2-16-1, факультет "Системы обеспечения транспорта", Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: dmitry.gerasimov99@mail.ru

Кузин Максим Витальевич – студент группы СОД.2-18-1, факультет "Системы обеспечения транспорта", Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kuzinmv2000@outlook.com

Алексеев Владимир Александрович – к.т.н., доцент кафедры "Автоматика, телемеханика и связь", Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: bezvoprosov03@mail.ru

Authors

Gerasimov Dmitry Alekseevich - student of group SOD.2-16-1, Faculty of Transport Support Systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: dmitry.gerasimov99@mail.ru

Kuzin Maksim Vital'evich - student of group SOD.2-18-1, Faculty of Transport Support Systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kuzinmv2000@outlook.com

Alekseenko Vladimir Aleksandrovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation, Telemechanics and Communication, Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: bezvoprosov03@mail.ru

Для цитирования

Герасимов Д.А. Перспективные системы контроля параметров подвижного состава на ходу поезда [Электронный ресурс] / Д.А. Герасимов, М.В. Кузин, В.А. Алексеев // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. — 2021. — №1(11). — Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/111-2021>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

For citation

Gerasimov D.A., Kuzin M.V. Alekseenko V.A. *Perspektivnyye sistemy kontrolya parametrov podvizhnogo sostava na hodu poezda* [Advanced systems for control of rolling stock parameters during the train] *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2021, no. 1(11).