

ISSN 3034-3194

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА

АСИ

ЖУРНАЛ ИЗДАЁТСЯ С 1923 ГОДА

В НОМЕРЕ:

НАДЕЖНЫЙ ТЫЛ  
ДЛЯ ЗАЩИТНИКОВ

стр. 2

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ  
ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

стр. 8



2 (2025) ФЕВРАЛЬ

Ежемесячный научно-теоретический  
и производственно-технический журнал  
ОАО «Российские железные дороги»



# БАМОВСКИЙ СТЕРЖЕНЬ ГЛАВНОГО ИНЖЕНЕРА

■ В сентябре 2024 г. приказом генерального директора – председателя правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёрова звание «Лучший организатор технического творчества ОАО «РЖД» было присвоено главному инженеру службы автоматики и телемеханики Юго-Восточной дирекции инфраструктуры Ростиславу Витальевичу Костюминскому.

После получения аттестата зрелости в 1992 г. перед Ростиславом Костюминским не стоял вопрос выбора профессии. Ведь он вырос в Тынде – неофициальной столице Байкало-Амурской магистрали. Сама атмосфера таежного города звала юношу на железную дорогу.

Р.В. Костюминский свой трудовой путь начал с должности электромонтера. В Тындинской дистанции сигнализации, связи и вычислительной техники он усвоил азы профессии, а БАМовская романтика навсегда поселилась в его душе. По его словам это были незабываемые времена. Выходя на линию, бригада могла встретить на своем пути и волков, и медведей, и других обитателей тайги. Но эти встречи не пугали людей, а воспринимались ими как нечто обыденное.

После службы в армии, юноша вернулся в Тындинскую дистанцию, где продолжил трудиться электромонтером.

В 1999 г. Ростислав Витальевич без отрыва от производства получил высшее образование в Дальневосточном государственном университете путей сообщения. В 2002 г. он был переведен на должность электромеханика, а четырьмя годами спустя – старшего электромеханика дистанции.

В 2014 г. Р.В. Костюминскому предложили перевестись на Юго-Восточную дорогу. Он согласился на переезд скрепя сердце. Ведь БАМу было отдано более 20 лет жизни.

На Юго-Восточной дороге Ростислав Витальевич трудился электромехаником Старооскольской дистанции СЦБ, затем – старшим электромехаником, а впоследствии занял пост главного инженера. В июле 2019 г. он был назначен на должность главного инженера службы автоматики и телемеханики Юго-Восточной дирекции инфраструктуры.

Р.В. Костюминский признался, что не является сторонником резких перемен. К организации производственно-го процесса он относится скрупулезно. Здесь наскоки ни к чему. Причем, главный инженер всегда приветствует инициативу. Для активных сотрудников дверь его кабинета открыта всегда. И подобная открытость приносит весомые плоды.

Главный инженер с гордостью отметил, что в 2023 г. начальник механизированной сортировочной горки Старооскольской дистанции СЦБ В.Н. Блоха получил Патент РФ на устройство для очистки промышленных компьютеров и системных блоков линейного пункта аппаратно-программного комплекса диспетчерского контроля. В следующем году Патент РФ был вручен электромеханику Лискинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки С.Н. Буракову, разработавшему управляющую программу микроконтроллера устройства для передачи информации о состоянии исправности железнодорожного перекрестка по сети GSM.



Отметим, что 2024 г. стал знаменательным для коллектива службы автоматики и телемеханики. В конкурсе рацпредложений «Идея ОАО «РЖД» СЦБисты стали победителями в двух номинациях. Старший электромеханик Старооскольской дистанции СЦБ Л.Л. Селезнева заняла первое место за разработку приставки для проверки блока БПШ в корпусе от регулятора тока автоматического РТА-1. Второе место – за создание макета восстановления работы входного светофора – разделили электромеханик Е.А. Онищенко и старший электромеханик Лискинской дистанции СЦБ А.В. Загоруйко.

Лауреатом областного конкурса «Инженер года-2024» стал начальник участка производства Грязинской дистанции А.Е. Иванов, занявший второе место. «Это хороший показатель качества нашей работы», – подчеркнул главный инженер.

За 5 лет работы Р.В. Костюминского на посту главного инженера службы его сотрудниками было внедрено 1593 рационализаторских предложения с экономическим эффектом 13 млн руб. Также доведено до готовности 2622 новшества, заимствованных из информационных источников, с эффектом свыше 8 млн руб.

Ростислав Витальевич без ложной скромности отмечает, что полученное звание «Лучший организатор технического творчества ОАО «РЖД» – это не только его заслуга, сколько заслуга коллектива службы. А свою роль он видит в организации четкого производственного процесса и создания эффективной системы.

Кроме почетного звания, Р.В. Костюминский награжден Благодарностью Министра транспорта РФ, Благодарностью начальника Юго-Восточной дороги и знаком «За верность профессии». Его нельзя назвать кабинетным инженером. Р.В. Костюминский постоянно в разъездах. Зачастую он вместе с сотрудниками выезжает на линию на переключения устройств СЦБ.

Выходные дни Ростислава Витальевича можно пересчитать по пальцам. Конечно, такой ритм работы главы семейства не вызывает восторга у домочадцев. Он и сам с грустью констатирует, что пропустил многие торжественные события у своих троих сыновей. Но однажды избранной работе привык полностью отдавать время и силы.

Главный инженер признается, что его заветная мечта – мир и покой на нашей Родине. Отцовское сердце болит за среднего сына, который сейчас служит в зоне СВО. Коллективы службы автоматики и телемеханики и дистанций СЦБ активно участвуют в сборе гуманитарной помощи. Точечно закупается необходимое оборудование и материалы для участников боевых действий. С участниками СВО, которые ушли из дистанций Юго-Восточной дирекции инфраструктуры, всегда поддерживается связь, оказывается посильная помощь.

И Ростислав Витальевич искренне верит, что его мечта в скором времени должна сбыться!

РЯБОВ С.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

Историю делают люди

Наумова Д.В.

### НАДЕЖНЫЙ ТЫЛ ДЛЯ ЗАЩИТНИКОВ

СТР. 2



#### Новая техника и технология

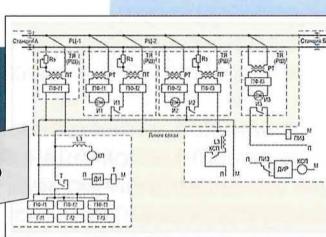
Гундырев К.В., Копытов Д.В., Никитин А.Б.,  
Блюдов А.А., Егорова Е.Г.

Новые возможности реконфигурации зон управления  
объектами в системах ЭЦ-МПК ..... 4

Зенкович Ю.И.,  
Ларин И.В.

### ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

СТР. 8



Савченко П.В., Пультиков А.В., Менакер К.В.,  
Востриков М.В., Бессараб Н.П.

Усовершенствование пятипроводной схемы управления  
стрелкой за счет применения ДБА ..... 12

Блюхер М.Г.

Обслуживание локомотивов станет эффективнее ..... 18

Кукушкин С.С., Белов А.Н.

Перспективы развития волоконно-оптических  
систем измерений ..... 19

#### Цифровые технологии

Булавин Ю.П., Игнатьева О.В.

Модели нейронных сетей для управления  
пропуском поездов ..... 24

#### Обмен опытом

Медведев С.Г., Ткачев И.В.

Умный узел связи ..... 27

#### В трудовых коллективах

Чикмарёв А.В.

### УСПЕХ КОЛЛЕКТИВА В СЛАЖЕННОМ ТРУДЕ

СТР. 30



Байборин Р.В.

Действуют как единый механизм ..... 34

Ахмедзянов Г.Г., Димитраш В.Г.

Научный кружок студентов ОмГУПС ..... 37

#### За рубежом

Новости ..... 38

Рябов С.В.

Бамовский стержень главного инженера ..... 2 стр. обл.

Наумова Д.В.

Обеспечение информационной безопасности ..... 3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: перегон Камышин-2 – Камышин Приволжской  
дороги (фото Антипова Д.А.)

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА

АСИ

2 (2025)  
ФЕВРАЛЬ

Ежемесячный  
научно-теоретический  
и производственно-  
технический журнал  
ОАО «Российские  
железные дороги»



ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

Журнал включен в базы  
данных Российской индекса  
научного цитирования  
(РИНЦ) и Russian Science  
Citation Index (RSCI)  
на платформе Web of Science

Решением Президиума  
ВАК Минобрнауки России  
от 27 января 2016 г.  
журнал «Автоматика, связь,  
информатика» включен  
в Перечень ведущих  
рецензируемых научных  
изданий

Использование и любое  
воспроизведение на  
страницах интернет-сайтов,  
печатных изданий  
материалов, опубликованных  
в журнале, разрешается  
только с письменного  
согласия редакции

Мнение редакции может  
не совпадать с точкой  
зрения авторов

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе  
по надзору за соблюдением  
законодательства  
в сфере массовых  
коммуникаций и охране  
культурного наследия

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-21833  
от 07.09.05

© Москва  
«Автоматика, связь,  
информатика»  
2025

# НАДЕЖНЫЙ ТЫЛ ДЛЯ ЗАЩИТНИКОВ

23 февраля в нашей стране отмечается День защитника Отечества. Если раньше у большинства эта дата ассоциировалась просто с «мужским» днем, то теперь практически для всех граждан России праздник имеет особое, более осмысленное, значение. Разумеется, никто не делает столько для защиты Родины, как наши доблестные воины. Однако защитниками по праву можно считать и жителей приграничных территорий, которые под постоянными угрозами обстрелов живут и выполняют свои трудовые обязанности, подстраиваясь под оперативную обстановку.

■ С момента начала СВО жизнь и условия труда работников **Белгородской дистанции СЦБ Юго-Восточной ДИ** сильно изменились. Они часто проводят дни под звуки сирен о ракетной опасности, ночуют в укрытиях.

Для защиты сотрудников и постовых устройств от осколков все окна релейных помещений и первых этажей зданий укреплены металлическими ставнями. Окна верхних этажей обклеены защитной пленкой. Возле зданий вокзалов и в горловинах станций установлены бетонные защитные сооружения для укрытия в случаях необходимости.



Защитная спецодежда для работы на линии

Все работы вне помещений выполняются с применением средств бронезащиты, которыми обеспечен каждый работник. Кроме того, рабочие места оборудованы тактическими аптечками.

В результате прилетов вражеских боеприпасов происходят серьезные повреждения напольных путевых устройств (стрелочного электропривода, стрелочной коробки и др.), подземной кабельной трассы и автотранспорта. Благодаря грамотным действиям

работников восстановление движения поездов осуществляется оперативно.

Нередки случаи повреждения или даже уничтожения личного имущества сотрудников. Так, сбросами с украинского гексакоптера было уничтожено жилое и подсобное помещения, личное имущество электромеханика дистанции, проживающего на станции Наумовка. После обстрелов системой залпового огня поврежден дом электромеханика в поселке Октябрьский. Коллеги не оставили пострадавших в беде, оказав им материальную, физическую и моральную помощь.

■ Работники **Старооскольской дистанции СЦБ Юго-Восточной ДИ**, несмотря на сложившуюся обстановку, также ежедневно трудятся в опасных условиях. Здесь в результате прилетов вражеских боеприпасов на посту ЭЦ были повреждены несколько десятков постовых кабелей и релейных стативов, а также релейные блоки, реле, трансформаторы и другая аппаратура. Несколько дней в круглосуточном режиме бригады дистанции с привлечением работников соседних дистанций проводили восстановительные работы. В кратчайшие сроки все оборудование было приведено в работоспособное состояние.

В поддержку участников СВО сотрудники службы автоматики и телемеханики и работники дистанций регулярно участвуют в сборе финансовых средств, лекарственных препаратов и предметов личной гигиены, плетут маскировочные сети.

Добровольческая помощь давно стала неотъемлемой частью жизни работников ОАО «РЖД».

■ С начала спецоперации работники **Орловско-Курской дистанции СЦБ Московской ДИ** заготавливают доски для постройки блиндажей на передовой, своими силами делают печи-буржуйки.



Результаты вражеских обстрелов





«Заготовки на зиму» для бойцов СВО

На постоянной основе ведется сбор гуманитарной помощи участникам СВО и жителям Курского приграничья.

За активную помощь и неравнодушные многие работники имеют Благодарности от командования и личного состава воинских частей. Электросварщику А.Б. Головину вручен памятный знак «От благодарного Луганского народа».

■ Сотрудники **Брянского РЦС Московской дирекции связи** совместно с волонтерским штабом Брянского региона поддерживают воинские подразделения, временно дислоцированные на границе Брянской области. С их командирами налажена связь, от них поступают конкретные списки необходимой помощи для выполнения поставленных задач и обеспечения быта военнослужащих. Собранная помощь доставляется непосредственно к месту несения службы.

В Сухиничском районе прошла акция по заготовке древесины «Дрова для фронта». Волонтерский десант более чем из 100 человек, среди которых были и работники РЦС с членами семьи, не считаясь с личным временем, целый день провели на заготовке дров для нужд бойцов.

«Сарафанное радио» доходит до многих подразделений армии. К железнодорожникам обращаются и другие военнослужащие, защищающие границы Брянской области, а также выполняющие боевые задачи в Курской области.



Изготовление изделий для нужд СВО



Гуманитарная помощь для военнослужащих

В качестве гуманитарной помощи были приобретены детекторы дронов, генераторы, цифровые рации и аккумуляторы к ним и др.

Работники и пенсионеры регионального центра изготавливают блиндажные свечи и сухой душ, плетут маскировочные сети и браслеты выживания. Все материалы приобретаются за счет добровольных сборов.

■ В активной волонтерской деятельности участвуют сотрудники **Орловско-Курского РЦС Московской дирекции связи**.

Самую первую гуманитарную помощь они оказали эвакуированному детскому дому из Донецкой народной республики.

Связисты установили железнодорожную связь в мобильных пунктах обогрева охранников мостов, обходчиков перегонов, а также укрытиях в границах Орловско-Курского региона.

Сотрудники центра собирают и передают гуманитарную помощь участникам СВО в виде продуктов питания, предметов личной гигиены, теплых вещей, средств защиты, сладостей и др.



Результаты трудов волонтеров

В конференцзале РЦС для женщин региона регулярно проходят уроки по оказанию первой медицинской помощи в условиях ЧС.

Председатель ППО РЦС Е.А. Будовская проводит мастер-классы по плетению браслетов выживания. В прошлом году ее активная волонтерская деятельность была отмечена сразу двумя наградами: знаком ДОРПРОФЖЕЛ «Следя за сердцем» и Благодарностью Правительства ДНР.

С августа прошлого года работники оказывают помощь вынужденным переселенцам и жителям приграничных территорий. Электромеханик О.С. Нестерова с мамой, проживающие в г. Льгов Курской области, собирают и передают в военный госпиталь все необходимое. Электромеханик Т.В. Самофалова сопровождает переселенцев на железнодорожном вокзале г. Курска.

Работники приграничных территорий, волонтеры – все они являются надежным и крепким тылом бойцов, также приближающим нашу общую Победу!

В преддверии праздника скажем «Спасибо!» всем за помощь и всестороннюю поддержку бойцов СВО!!!

**НАУМОВА Д.В.**

**ГУНДЫРЕВ**

**Константин Вячеславович,**  
Уральский государственный университет путей сообщения, научно-исследовательская лаборатория «Компьютерные системы автоматики», заведующий лабораторией, г. Екатеринбург, Россия

**КОПЫТОВ**

**Дмитрий Викторович,**  
Уральский государственный университет путей сообщения, научно-исследовательская лаборатория «Компьютерные системы автоматики», главный инженер, г. Екатеринбург, Россия

**НИКИТИН**

**Александр Борисович,**  
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», профессор, д-р техн. наук, Санкт-Петербург, Россия

**БЛЮДОВ**

**Антон Александрович,**  
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия

**ЕГОРОВА**

**Екатерина Геннадьевна,**  
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия

УДК 656.257+004.89  
DOI: 10.62994/AT.2025.2.2.001

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕКОНФИГУРАЦИИ ЗОН УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ В СИСТЕМАХ ЭЦ-МПК

**Ключевые слова:** системы железнодорожной автоматики и телемеханики, электрическая централизация, релейно-процессорная централизация, дежурный по станции, реконфигурация, зона управления, автоматизированное рабочее место, пользовательский интерфейс

**Аннотация.** «Жесткая» аппаратная логика релейных систем электрической централизации стрелок и сигналов является препятствием для изменений зон управления дежурных по станции. Схемотехника построения маршрутного набора и его релейная увязка с исполнительной группой не позволяет организовать дополнительное рабочее место пользователя из-за невозможности одновременного использования общих комплектов схем, а схемы по обеспечению двойного управления оказываются весьма громоздкими. Гибкость в организации перевозочного процесса достигается использованием компьютерного управления в микропроцессорных и релейно-процессорных системах. В статье рассмотрены принципы реконфигурации зон управления на примере системы ЭЦ-МПК, позволившие обеспечить эффективную работу дежурных по станции на стыке магистрального и промышленного транспорта.

■ Релейные системы электрической централизации были и остаются на сегодняшний день самыми распространенными как на сети железных дорог магистрального транспорта, так и на объектах инфраструктуры различных промышленных предприятий. Это обусловлено, прежде всего, высокой степенью надежности и относительной простотой ЭЦ. Кроме этого, в большинстве случаев наличие таких систем на станциях является своего рода «наследством» прошлого. До определенного момента целесообразнее поддерживать их работоспособность, чем менять на новые, более современные и функциональные, но и более дорогостоящие.

Рост потребности в перевозках, увеличении размеров движения, повышении функциональных возможностей систем управления

движением поездов требует новых технических решений и в системах ЭЦ. Нецелесообразно менять релейные системы на такие же нового поколения. В релейных ЭЦ это связано с увеличением удельного показателя количества реле, приходящихся на одну централизованную стрелку, вследствие усложнения схемотехники при попытках реализации современных требований на релейной элементной базе [1]. При этом

возрастает материалоемкость и энергопотребление систем. Как следствие, из-за увеличения массогабаритных показателей возникает необходимость строительства новых постов ЭЦ, что ведет к удорожанию. В таких системах по-прежнему сохраняется ряд недостатков, среди которых: ограниченная функциональность, отсутствие гибкости для реконфигурации, высокие эксплуатационные расходы и др.

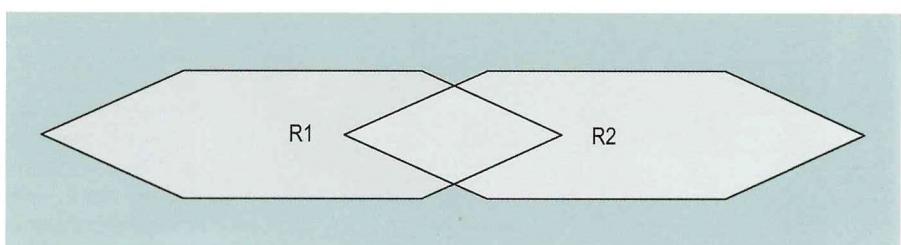


РИС. 1

Эксплуатационные ограничения вследствие «жесткой» аппаратной логики релейных систем ЭЦ часто возникают при необходимости реконфигурации зон управления на крупных станциях или привлечения дополнительного персонала в случаях увеличения объемов работы. Так, маршрутный набор маршрутно-релейных ЭЦ [2] предполагает возможность задания маршрутов только одним пользователем, исключая одновременную работу помощника и организацию второго рабочего места. На крупных станциях такие проектные ошибки не позволяли в последующем внести изменения и требовали полной замены на две или более систем.

Вариантом модернизации или замены систем ЭЦ на новые, по

стоимости сопоставимые с релейными, являются системы релейно-процессорной централизации [3–5]. Они обладают существенно большими функциональными возможностями, начиная от удобства пользования и реализации различных режимов управления и заканчивая возможностью быстро го масштабирования системы без больших капитальных вложений и трудозатрат в случаях изменения путевого развития. Одним из уникальных примеров такой модернизации является введенная в эксплуатацию в прошлом году система релейно-процессорной централизации ЭЦ-МПК на станции N Свердловской дороги.

Техническое задание и проект реконструкции систем ЭЦ станций

включал в себя ряд особенностей. Они были связаны с наличием «плотного» примыкания к станции путей необщего пользования промышленного предприятия. По сути это одна станция, но с двумя ДСП, с разными функциональными задачами районов и тесным взаимодействием (рис. 1), где R1 и R2 – зоны управления ДСП, а общая зона – реконфигурируемая часть.

Таким образом, целью при проектировании программного обеспечения пользовательского интерфейса стала разработка принципов, условий и алгоритмов реконфигурации зон управления ДСП применительно к топологии рассматриваемых станций, когда часть  $R1 \cap R2$  передается

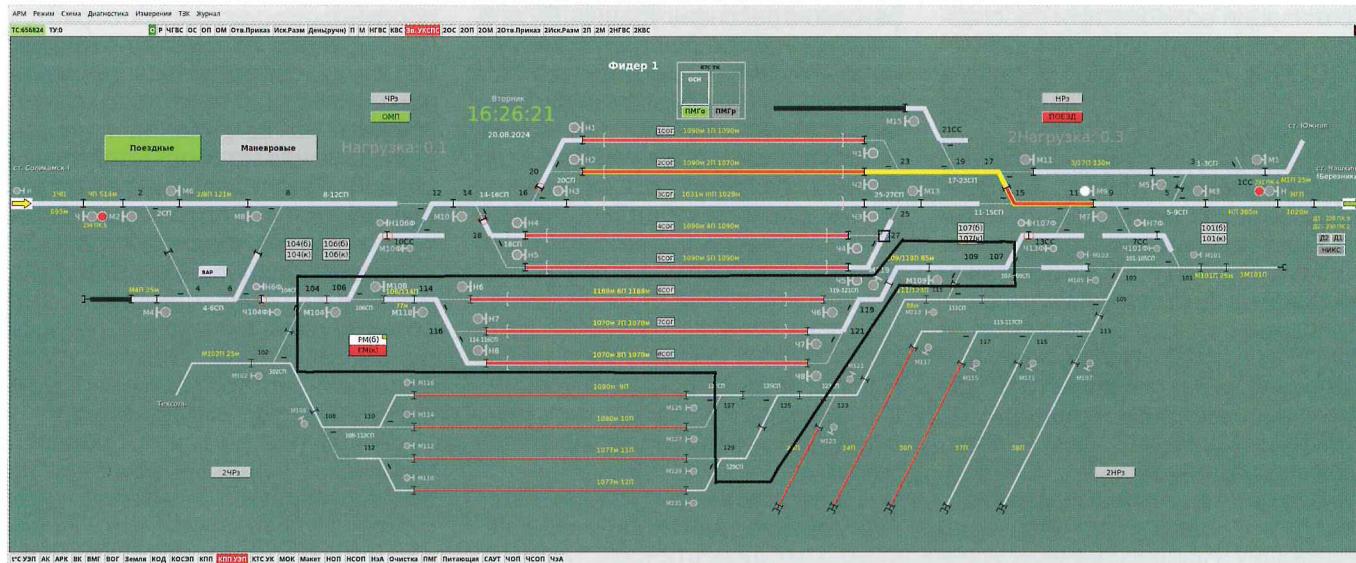


РИС. 2

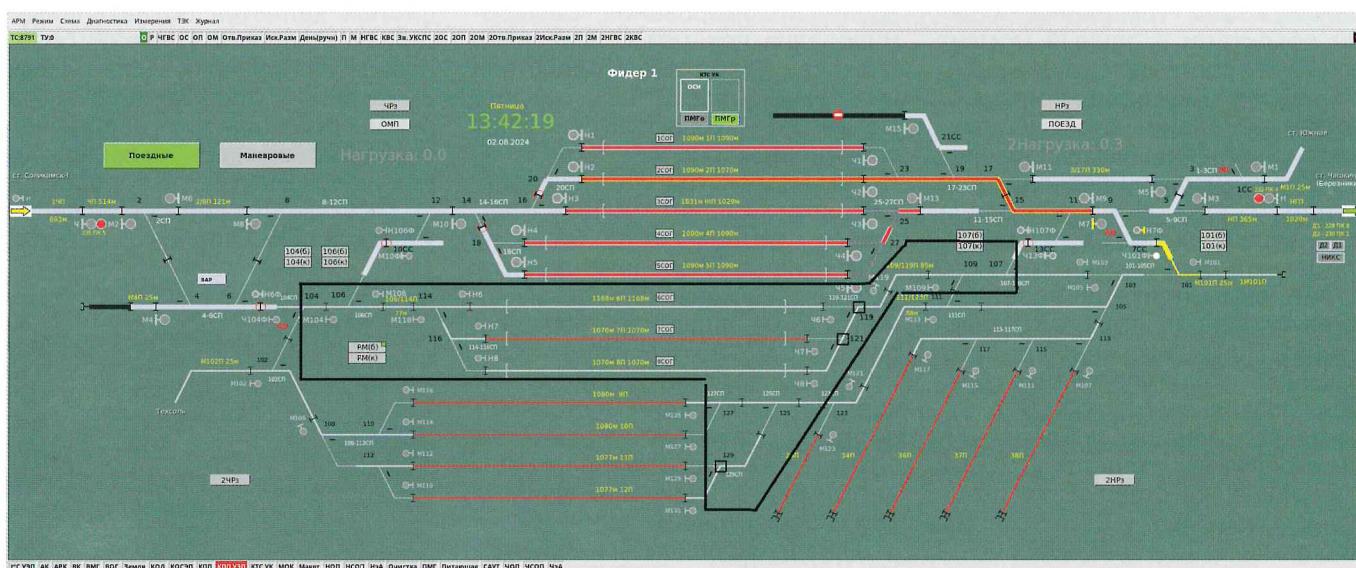


РИС. 3

для управления одному из ДСП с исключением возможности управления вторым ДСП.

Для оптимизации производственных процессов предприятия и эффективной организации эксплуатационной работы станции была поставлена задача не только модернизировать и построить новые системы управления движением на станциях, но и реализовать возможность управления частью путевого развития как с рабочего места ДСП 1 (зона R1), так и с рабочего места ДСП 2 (зона R2). При этом должны обеспечиваться все необходимые условия по безопасности движения в случае передачи управления и исключения одновременного управления объектами. Требовалась реконфигурация зон управления между ДСП смежных станций для реализации возможности безопасного двойного управления объектами СЦБ при осуществлении приема и отправления поездов с/на общие приемо-отправочные пути 6, 7, 8 (рис. 2), фактически относящиеся к промышленной станции. Технология работы на стыке путей общего и необщего пользования подразумевает работу ДСП станции поездным порядком, а формирование/расформирование поездов маневровым порядком – это уже задачи ДСП железнодорожной инфраструктуры промышленного предприятия.

Применение программно-аппаратных средств систем ЭЦ-МПК и, как следствие, упрощенных релейных схем существенно облегчило эту задачу. На программном уровне осуществляется выбор режима управления, предоставляемого одному из ДСП управление общими объектами в данный момент времени с соответствующей индикацией и возможностью отправки команд. Релейные схемы осуществляют финальную проверку требуемых условий безопасности перед разрешением передачи прав управления объектами.

Данный функционал двойного управления получил название «Режим реконфигурации управления». При выключенном режиме реконфигурации управление приемо-отправочными путями 6, 7, 8 и соответствующими прилегающими стрелками находится у ДСП 2 промышленной станции, при включенном режиме – у ДСП 1 железнодорожной станции. На рис. 2 представлен пользовательский интерфейс АРМ ДСП1 с включенным

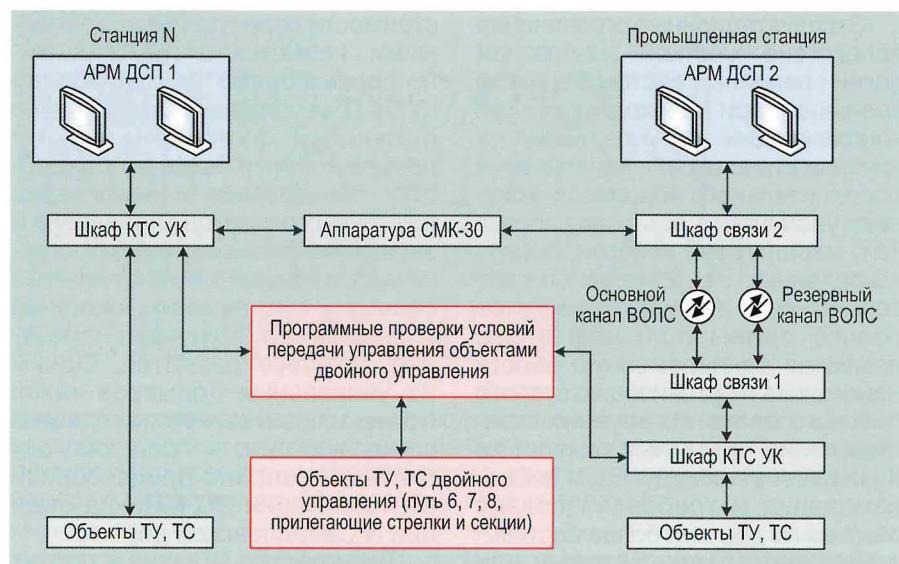


РИС. 4

режимом реконфигурации. Пути 6, 7, 8 и прилегающие стрелки доступны для управления и отображаются толстыми линиями, как и остальные элементы путевого развития, относящиеся к станции. При этом путевое развитие, относящееся к промышленной станции, отображается тонкими линиями и его элементы недоступны для управления с этого АРМ. Черной линией показана зона, для объектов которой доступно двойное управление R1-R2, (режим реконфигурации). Интерфейс АРМ ДСП 1 с выключенным режимом реконфигурации представлен на рис. 3.

Режим реконфигурации является эксплуатационной особенностью этих двух станций, позволяющей более гибко осуществлять эксплуатационную работу с точки зрения формирования, расформирования, приема и отправления поездов. Схема взаимодействия программно-аппаратных средств систем ЭЦ-МПК на обеих станциях приведена на рис. 4.

Взаимодействие между управляющими комплексами двух станций осуществляется по стандартным каналам передачи данных, включая волоконно-оптические линии связи и аппаратуру передачи данных СМК-30. Программно-аппаратные средства осуществляют контроль за текущим состоянием системы, режимом управления объектами и отображением соответствующей индикации на АРМ ДСП обеих станций.

Перед исполнением команды на включение режима реконфигурации управления сначала на

программном уровне проверяется необходимое положение стрелок, состояние соответствующих приемо-отправочных путей, отсутствие группового замыкания стрелок и замыкания стрелочно-путевых секций. При соблюдении всех требуемых условий происходит включение режима реконфигурации с соответствующей индикацией на АРМ ДСП обеих станций. Сама возможность включения режима реконфигурации индицируется зеленым квадратом в правом верхнем углу (рис. 5).

После программной проверки условий и передачи команды на реконфигурацию управления (или отключение этого режима) происходит проверка условий релейными схемами, что в условиях применения релейно-процессорных систем является обязательным для соблюдения условий безопасности. Проверка условий для включения и отключения режима реконфигурации зон управления, спроектированная на релейно-контактных схемах, включает проверку свободности рельсовых цепей участков пути, стрелочно-путевых

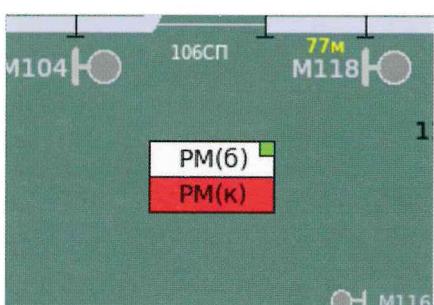


РИС. 5

секций, отсутствия установленных маршрутов, наличия контроля крайнего положения стрелок, а также отсутствия включенного ограждения на путях.

Такая двойная проверка необходима еще и для обеспечения обратной связи от системы к пользователю, когда дежурный по станции наглядно видит состояние устройств, а система формирует соответствующие подсказки и исключает выполнение команд, которые не могут быть реализованы по требованиям безопасности. При нарушении условий для включения режима реконфигурации передача управления объектами двойного управления невозможна. Об этом информирует соответствующий трафарет на АРМ ДСП обеих станций.

Реализация данной функции только релейными схемами в настоящее время была бы шагом назад. Такой консервативный подход потребовал бы существенного увеличения объемов релейной аппаратуры, а значит и решения проблемы его размещения, усложнения проектной и рабочей документации, строительно-мон-

тажных и пусконаладочных работ. Использование программно-аппаратных средств ЭЦ-МПК позволило не только сократить инвестиции в реализацию проекта, но и организовать эксплуатационный процесс в удобном, современном и интуитивно понятном пользовательском интерфейсе.

Реконструкция ЭЦ станций с возможностью двойного управления объектами СЦБ и режимом реконфигурации управления стала первым опытом такого рода модернизации, обновления и частичного объединения инфраструктуры хозяйств автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» и промышленного предприятия на Свердловской дороге, а также примером взаимодействия различных служб обоих предприятий для организации эффективной эксплуатационной работы в целом. Реализация подобных технических решений стала возможна благодаря гибкости современных релейно-процессорных систем и, конечно же, благодаря слаженной, совместной работе специалистов, принимавших участие в этом процессе как со стороны разработчи-

ка системы, так и со стороны службы автоматики и телемеханики и эксплуатационного штата.

В перспективе единая технология предоставляет новые возможности для управления как отдельными станциями, так и всем участком с учетом потребностей ОАО «РЖД» и промышленных предприятий.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сапожников Вл.В., Никитин А.Б. Анализ компьютерных систем оперативного управления устройствами ЭЦ // Автоматика, связь, информатика. 2006. № 6. С. 6–8.
2. Станционные системы автоматики и телемеханики : учебное пособие / под ред. В.В. Сапожникова. М.: Транспорт, 2000. 432 с. : ил.
3. Гавзов Д.В., Никитин А.Б. Релейно-процессорная централизация ЭЦ-МПК // Автоматика, связь, информатика. 2002. № 4. С. 12–15.
4. Система управления движением поездов «Диалог» / А.Ю. Крылов, А.Н. Колочки, Г.В. Гумеников С.П. Кудрявцев, А.И. Соловьев // Автоматика, связь, информатика. 2004. № 6. С. 23–26.
5. Долгий И.Д. Возможности релейных и процессорных систем управления станцией // Автоматика, связь, информатика. 2010. № 5. С. 25–27.

## В МИРЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### ПРОТЯЖЕННОСТЬ КВАНТОВЫХ СЕТЕЙ В РОССИИ РАСТЕТ

■ Одна из основных задач, которую ОАО «РЖД» решает в рамках развития высокотехнологичного направления — строительство магистральной квантовой сети (МКС). С 2021 по 2024 гг. она объединила несколько российских городов, среди которых: Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Воронеж, Ростов-на-Дону, Сочи, Саратов, Самара, Челябинск, Екатеринбург и др. К концу прошлого года общая протяженность МКС составила более 7 тыс. км. Планируется, что к 2030 г. она достигнет 15 тыс. км.

Эти результаты стали возможны благодаря объединению усилий всех участников рынка квантовых коммуникаций. Сейчас в экосистеме РЖД насчитывается более 160 участников, из них 20 присоединились в прошлом году.

«По результатам очень плотной работы можно констатировать, что экосистема квантовых коммуникаций сформирована. Определены базовые подходы к разработке технологий построения магистральных сетей и технических решений, созданию магистральной инфраструктуры. В области создания перспективных технологий активно используем наработки отечественных университетов, научных центров. Важно, что мы ушли от импортозависимости компонентов, устройств и систем квантовых коммуникаций», — сказал на форуме «Квант 2025» начальник Департамента квантовых коммуникаций ОАО «РЖД» А.В. Глейм.

Всего в прошлом году завершено восемь научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в рамках реализации «дорожной карты» развития направления «Квантовые коммуникации»: НИР «Разработка методов совместной передачи квантовых и информационных каналов в одном оптическом волокне»; ОКР «Разработка высокодобротных волоконно-оптических фильтров для систем квантового распределения ключей»; НИР «Разработка и создание системы квантовой коммуникации на непрерывных переменных»; НИР «Разработка технологии и экспериментальная апробация методология оценки защищенности протоколов квантовой связи с использованием запутанных состояний»; НИР «Фотон»; НИР «Электрон-ПКС»; НИР «Архитектура многопользовательских масштабируемых квантовых коммуникационных сетей»; НПК «Разработка методологии анализа протоколов квантового распределения ключей».

Дорожная карта разработана специалистами ОАО «РЖД» совместно с научными учреждениями, экспертами и участниками рынка. Правительство РФ определило РЖД ответственными за развитие направления «Квантовые коммуникации». Задача компании — воплотить научный фундамент и технические решения в конкретных проектах, подготовке высококвалифицированных кадров и развитии коммерческого рынка квантовых коммуникаций.

<https://rzddigital.ru/>

# ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ



**ЗЕНКОВИЧ  
Юрий Иосифович,**  
Российский университет  
транспорта (РУТ МИИТ),  
доцент кафедры  
«Автоматика, телемеханика  
и связи на железнодорожном  
транспорте», канд. техн. наук,  
заслуженный изобретатель  
России, Москва, Россия



**ЛАРИН  
Игорь Викторович,**  
ОАО «РЖД», Центральная  
дирекция инфраструктуры,  
заместитель начальника  
Управления автоматики и те-  
лемеханики, Москва, Россия

**Ключевые слова:** разветвленная рельсовая цепь, путевое реле, электрическая централизация стрелок и сигналов, рельсовый соединитель, изолирующий стык, трансформатор, полуавтоматическая блокировка

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы повышения безопасности движения поездов при использовании рельсовых цепей в устройствах электрической централизации, а также при контроле перегонов в системах регулирования поездов при полуавтоматической блокировке.

■ Рельсовые цепи (РЦ) являются основным источником информации о свободности и занятости путей станций и перегонов. При автономной тяге поездов на станции используются фазочувствительные рельсовые цепи частотой 50 Гц, а также рельсовые цепи с нейтральными путевыми реле АНВШ-2400, работающие на частоте сигнального тока 50 Гц. Разветвленные РЦ, применяемые в горловинах станций, на стрелках имеют путевые реле на всех ответвлениях за исключением случаев коротких ответвлений, длина которых не превышает 60 м от центра стрелочного перевода.

Такое решение экономически оправдано, так как установка путевых реле на этих ответвлениях требует значительных затрат кабеля, прокладываемого между постом ЭЦ и напольным оборудованием, установленным на стрелочно-путевом участке. Согласно п.5.12 [1] на таких ответвлениях при нормативном сопротивлении изоляции и частоте сигнального тока 25, 50 и 75 Гц обеспечивается шунтирование разветвленной РЦ в случае нахождения подвижной единицы на коротком ответвлении при условии исправности рельсовых соединителей ответвления, которые в этом случае обязательно дублируются. При выполнении перечисленных условий можно утверждать, что шунтовой режим будет обеспечен по путевому приемнику главного пути, несмотря на некоторое увеличение суммарного сопротивления поездного шунта за счет сопротивления рельсов ответвления.

Отсутствие путевого реле на коротком ответвлении требует жесткого контроля за состоянием рельсовых соединителей, находящихся на нем, так как они не обтекаются током и, следовательно, их обрыв не контролируется в разветвленной РЦ другими путевыми реле. При этом наибольшую опасность для движения поездов может представлять остановка подвижного состава на неконтролируемом ответвлении так, что последний вагон не будет находиться «в габарите» главного пути. Вероятность ряда последовательных событий в виде обрыва обоих рельсовых соединителей (основного и дублирующего), не обтекаемых током, а затем остановка последнего вагона не «в габарите» главного пути с точки зрения теории вероятности ничтожна мала, но не может быть исключена полностью, так как связана с влиянием человеческого фактора.

Исключение всех перечисленных событий может быть достигнуто за счет осуществления контроля короткого ответвления путевым приемником главного пути. Техническое решение для фазочувствительных РЦ было разработано специалистами МИИТа [2]. Это рельсовые цепи с конденсаторным контролем ответвлений, использующие фазовый способ контроля ответвлений в фазочувствительных РЦ с двухэлементными путевыми приемниками.

На основе разработанных технических решений институтом «Гипротранссигналсвязь» была выпущена нормаль РЦ-50-19. По этой нормали были

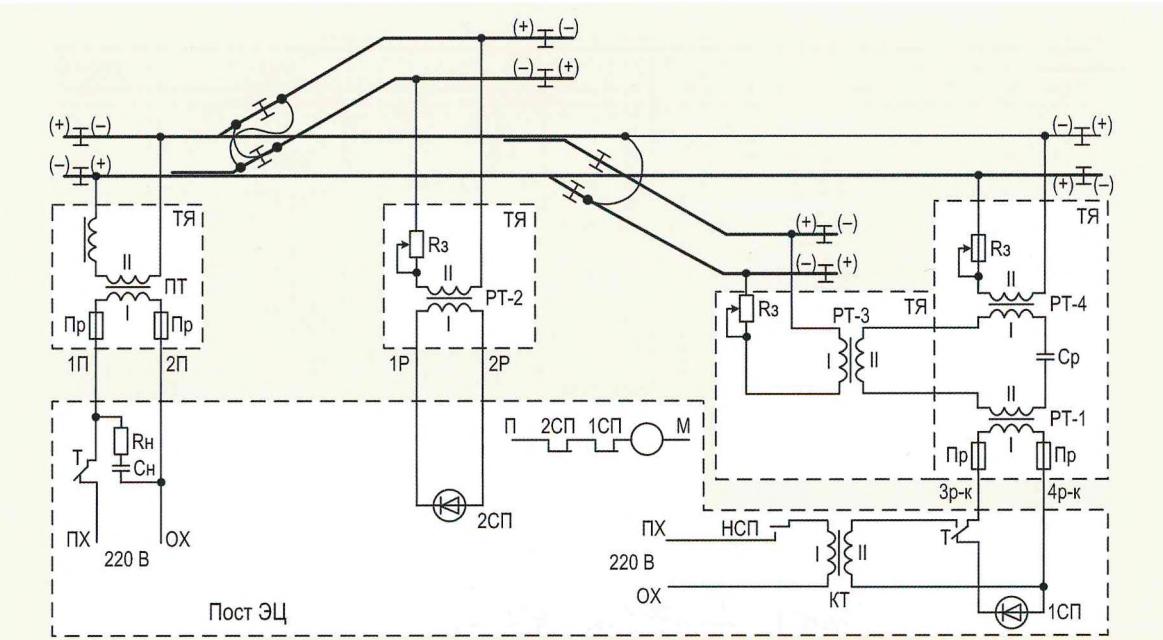


РИС. 1

оборудованы рельсовые цепи, которые находятся в постоянной эксплуатации и в настоящее время. Для рельсовых цепей с нейтральными путевыми реле такого решения не было.

Схема разветвленной рельсовой цепи с нейтральными путевыми реле АНВШ-2400, обеспечивающая контроль параллельного ответвления за счет путевого приемника главного пути или любого из путевых приемников других ответвлений [3], представлена на рис. 1.

При реализации предложенного технического решения достигается значительная экономия кабеля, так как изолирующий трансформатор может быть установлен в трансформаторном ящике аппаратуры главного пути или в отдельном ТЯ (см. рис. 1). Условия размещения соответствующего трансформатора РТ-3 короткого ответвления определяются допустимым сопротивлением кабеля между первичными обмотками релейных трансформаторов РТ, что в свою очередь зависит от расстояния между двумя концами рельсовой линии.

Отличительной особенностью предлагаемой разветвленной РЦ является замена резисторного ограничителя питающего конца рельсовой линии на индуктивный для повышения шунтовой чувствительности по путевому приемнику 1СП главного пути. С этой же целью в трансформаторном ящике рельевого конца главного пути устанавливается конденсатор Ср, который образует резонансный контур с обмотками релейных трансформаторов РТ-1, РТ-3 и РТ-4.

Наличие резонансного контура позволяет увеличить шунтовую чувствительность на коротком ответвлении, где отсутствует путевое реле, за счет расстройки резонансного контура при нахождении подвижной единицы на этом ответвлении. Также он обеспечивает требуемый контроль рельсовых соединителей на ответвлении, которые в этом случае не дублируются, так как обтекаются током.

При полуавтоматической блокировке (ПАБ) необходимо осуществлять контроль перегона между станциями железнодорожного участка в соответствии с п.5.1 [1]. Кроме этого, участки приближения к стан-

ции оборудуются АЛС с кодированием от входного светофора с обязательным применением рельсовой цепи согласно п.5.1 [1].

Контроль перегона между станциями при полуавтоматической блокировке представляет собой достаточно сложную задачу в связи с тем, что расстояние между станциями составляет несколько километров. Это не позволяет использовать типовые рельсовые цепи для этой цели. Применение точечных датчиков в виде устройств контроля счета осей решает задачу контроля перегона, но при этом не позволяет контролировать излом рельса. Следовательно, возникает задача периодической проверки состояния рельсового пути с помощью устройств дефектоскопии.

Схема устройства контроля перегона с использованием длинной рельсовой цепи, позволяющей перекрыть перегон между станциями с заданным расстоянием, охватывающим практически все случаи, представлена на рис. 2. Длинная РЦ может быть составлена из нескольких коротких рельсовых цепей без изолирующих стыков. Их количество зависит от длины перегона.

Для контроля перегона применяют импульсные рельсовые цепи, работающие на фиксированных частотах 75, 125 и 175 Гц. С этой целью используются путевые генераторы Г-f1, Г-f2, Г-f3 и полосовые фильтры, настроенные соответственно на частоты ПФ-f1, ПФ-f2, ПФ-f3, которые применяются в системе АЛС-АРС метрополитена.

Предельно допустимые длины каждой РЦ зависят от используемой частоты. Чем выше частота сигнального тока, тем меньше предельная длина рельсовой цепи. Изолирующие стыки между импульсными рельсовыми цепями отсутствуют. Поэтому для исключения подработки приемников РЦ, входящих в длинную рельсовую цепь и имеющих одинаковую частоту сигнального тока, необходимо их разделять двумя РЦ, работающими на других сигнальных частотах. Такое разделение перегона с чередованием сигнальных частот в коротких РЦ создает необходимое затухание сигнала между смежными рельсовыми

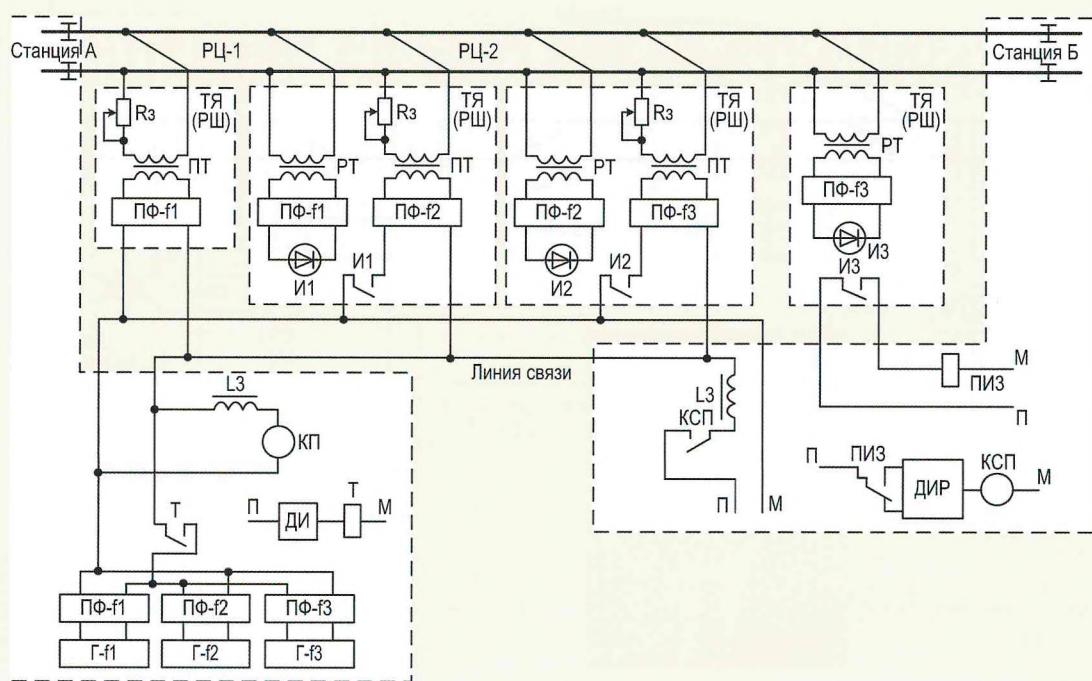


РИС. 2

цепями. В этом случае импульсный путевой приемник не может получить сигнал при отсутствии изолирующих стыков, достаточный для срабатывания реле из смежной рельсовой цепи.

Для перекрытия перегона заданной длины может быть использовано необходимое количество импульсных рельсовых цепей, определяемое предельными длинами этих цепей. Ограничение на предельную длину перегона наступает за счет допустимого уровня сигнала в линии связи, по которой посыпается сигнальный ток в последнюю РЦ перегона, а также из-за сокращения длительности импульса, транслируемого в последнюю рельсовую цепь участка между станциями. Максимальная длина перегона может доходить до 12 км.

В качестве датчика импульсов (ДИ) используется микроэлектронный датчик ДИМ-3 с длительностью импульса 1 с и паузы 0,5 с.

Импульсы с частотами  $f_1, f_2, f_3$  посыпаются в линию связи одновременно. При каждом импульсе происходит последовательное включение путевых реле И1, И2, ИЗ коротких импульсных РЦ и выключение их во время пауз между импульсами. Таким образом, при свободном перегоне короткие рельсовые цепи работают в импульсном режиме.

Контроль свободности последней РЦ перегона осуществляется с помощью типового дешифратора импульсной работы ДИР от путевого реле ПИЗ. С этой целью устанавливается повторитель импульсной работы, подключенный через кабельную муфту между постом ЭЦ станции Б и трансформаторными ящиками или релейным шкафом (РШ), в которых устанавливается импульсное реле ПИЗ.

Контроль свободности всего перегона регистрируется с помощью реле КСП, которое встает под ток в том случае, если все рельсовые цепи перегона свободны и работают в импульсном режиме. В случае занятия подвижным составом одной из РЦ перегона прекращается импульсная работа последней рель-

совой цепи с путевым реле ПИЗ. В результате этого обесточивается реле контроля свободности перегона КСП. Контактом реле КСП в линию связи подается постоянное напряжение со станции Б на станцию А, где срабатывает реле контроля перегона КП. При обесточенном реле КСП реле КП также находится в обесточенном состоянии, регистрируя тем самым занятость перегона.

При движении поезда от станции Б к станции А происходит занятие рельсовой цепи с импульсным путевым реле ИЗ, в результате обесточивается повторитель ПИЗ и затем обесточивается реле КСП. Последнее своим контактом выключает питание постоянного тока в линии связи и на станции А обесточивается реле КП. После освобождения всех РЦ перегона работа рельсовой цепи с реле ИЗ возобновляется, реле КСП и КП встают под ток, фиксируя тем самым свободность перегона. В цепи линии связи включены защитные дроссели L3, исключающие попадание частотных сигналов, передаваемых по линии связи в цепь постоянного тока и на реле КП.

На станциях железных дорог России при электротяге постоянного и переменного тока применяются в основном фазочувствительные рельсовые цепи, а при автономной тяге поездов могут использоваться также рельсовые цепи с нейтральными путевыми реле. Исключение ложного срабатывания путевых приемников при коротком замыкании изолирующих стыков обеспечивается за счет чередования фаз в рельсовых цепях с фазочувствительным приемником и за счет чередования мгновенных полярностей в рельсовых цепях с нейтральными путевыми реле. Решение задачи обеспечения чередования мгновенных полярностей переменного тока или чередования фаз является достаточно сложным, особенно на крупных станциях. Проверка соблюдения чередования мгновенных полярностей или чередования фаз в смежных рельсовых цепях входит в технологический процесс обслуживания и поэтому носит субъективный характер. В то же время

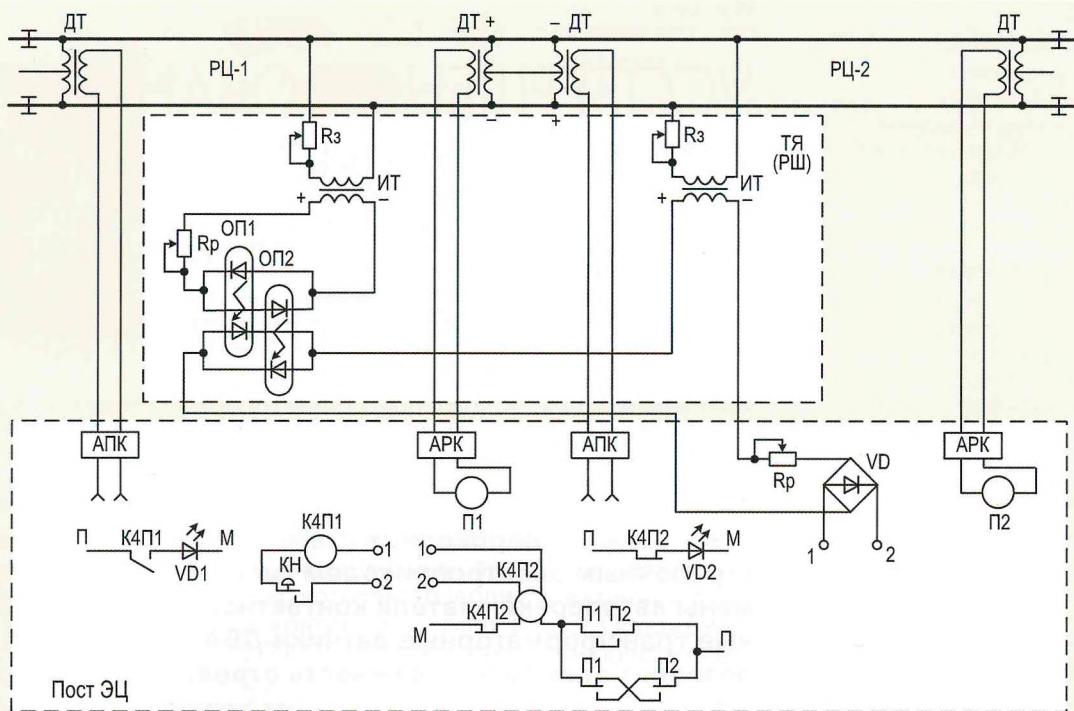


Рис. 3

нарушение этих условий может приводить к нарушению безопасности движения поездов.

Схема контроля чередования мгновенных полярностей переменного тока и фаз для участков с электротягой постоянного тока, также для участков с автономной тягой поездов представлена на рис. 3. В этой схеме АПК и АРК – аппаратура питающего и релейного концов РЦ. Для обеспечения работы такой схемы в смежных рельсовых цепях устанавливаются изолирующие трансформаторы ИТ с защитными резисторами  $R_3$ , которые исключают подмагничивание постоянным тяговым током обмоток изолирующих трансформаторов, а также создают безопасное подключение к рельсовой цепи, при котором отсутствует влияние подключенных схем на входные сопротивления по концам рельсовой линии. Такое подключение дополнительной аппаратуры к РЦ не изменяет режимы ее работы.

Для контроля чередования мгновенных полярностей и фаз в смежных рельсовых цепях используются две оптопары ОП1 и ОП2. Если условия чередования соблюдаются, то переменный сигнальный ток от трансформатора ИТ рельсовой цепи 2РЦ проходит через светодиодные приемники и по кабельной линии поступает на выпрямительный мост VD. Амплитуда сигнала, проходящего через оптопары ОП1 и ОП2, регулируется резистором Rp.

Аппаратура контроля располагается на посту ЭЦ и имеет два варианта исполнения в виде визуального контроля ручным способом и автоматическим.

Ручной способ контроля обеспечивается с использованием реле К4П1, которое подключается к выпрямительному мосту VD выводами 1-2. При свободности рельсовых цепей 1РЦ и 2РЦ и нажатии на кнопку Кн происходит включение реле К4П1, если в смежных рельсовых цепях соблюдается чередование мгновенных полярностей или фаз сигнального тока. Светодиод VD1 в этом случае включается на время нажатия кнопки фронтовым контактом реле К4П1. В случае нарушения чередования полярностей или фаз

в смежных рельсовых цепях реле К4П1 при нажатии кнопки Кн не включается.

Автоматический контроль чередования мгновенных полярностей и фаз обеспечивается с помощью реле К4П2, которое содержит две обмотки и подключается одной обмоткой к выводам 1-2 выпрямителя VD. Вторая обмотка реле К4П2 служит для удержания реле под током в случае занятости одной или двух рельсовых цепей 1РЦ, 2РЦ. Учитывая, что первоначальное возбуждение реле К4П2 происходит с проверкой чередования мгновенных полярностей или фаз переменного тока, на светодиоде VD2 сохраняется это показание при занятии указанных рельсовых цепей. После освобождения смежных рельсовых цепей 1РЦ, 2РЦ реле К4П2 не получает питания по второй обмотке. Если в рельсовых цепях произошло нарушение чередования мгновенных полярностей и фаз, реле К4П2 не получит питание через первую обмотку и обесточится. Светодиод погаснет, сигнализируя о наличии нарушения в чередовании полярностей и фаз рельсовых цепей 1РЦ и 2РЦ.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Свод правил. Железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила проектирования. Технический комитет по стандартизации. ТК 045 «Железнодорожный транспорт». 2014 г.
  2. Аркадов В.С., Кравцов Ю.А., Степенский Б.М. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание. М.: Транспорт, 1990. 295 с.
  3. Патент № 2829628 РФ, B61L 23/16. Разветвлённая рельсовая цепь / Зенкович Ю.И.; патентообладатель РУТ (МИИТ). № 2024110837; заявл. 19.04.2024; опубл. 02.11.2024; Бюл. № 31.
  4. Патент № 2829877 РФ, B61L 23/16. Устройство контроля перегона / Зенкович Ю.И.; патентообладатель РУТ (МИИТ). № 2024109214; заявл. 05.04.2024; опубл. 07.11.2024; Бюл. № 31.
  5. Патент № 2804113 РФ, B61L 23/16. Устройство контроля чередования полярностей в рельсовых цепях / Зенкович Ю.И.; патентообладатель РУТ (МИИТ). № 2023109981; заявл. 19.04.2023; опубл. 27.09.2023; Бюл. № 27.

**САВЧЕНКО**  
Павел Владимирович,

Российский университет  
транспорта РУТ (МИИТ),  
кафедра «Системы управления  
транспортной инфраструктурой»,  
доцент, канд. техн. наук,  
Москва, Россия

**ПУЛЬЯКОВ**

Андрей Владимирович,  
Иркутский государственный  
университет путей сообщения,  
кафедра «Автоматика,  
телеомеханика и связь»,  
заведующий кафедрой, доцент,  
канд. техн. наук, г. Иркутск, Россия

**МЕНАКЕР**

Константин Владимирович,  
Забайкальский институт  
железнодорожного транспорта,  
кафедра «Электроснабжение»,  
доцент, канд. техн. наук,  
г. Чита, Россия

**ВОСТРИКОВ**

Максим Викторович,  
Забайкальский институт  
железнодорожного транспорта,  
кафедра «Электроснабжение»,  
доцент, канд. техн. наук,  
г. Чита, Россия

**БЕССАРАБ**

Николай Петрович,  
ОАО «РЖД», Забайкальская  
дорога, Служба технической  
политики, ведущий инженер,  
г. Чита, Россия

УДК 338.47  
DOI: 10.62994/AT.2025.2.2.003

# УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЯТИПРОВОДНОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРЕЛКОЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ДБА

**Ключевые слова:** пятипроводная схема управления стрелкой, бесконтактный трансформаторный датчик, автопереключатель контактного типа, стрелочный электропривод, линейный провод, геркон

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию и усовершенствованию пятипроводной схемы управления стрелкой со стрелочным электроприводом типа СП-6 (СП-6М) путем замены автопереключателя контактного типа на бесконтактные трансформаторные датчики ДБА. Данная разработка позволит повысить надежность стрелочных электроприводов, увеличить периодичность их технического обслуживания, а также ввести в эксплуатацию сотни электроприводов СП-6МГ, снятых с эксплуатации из-за вероятности появления опасных отказов в магнитоуправляемых герметизированных контактах датчиков ДМГ. В ходе работы было проведено исследование конструктива датчиков ДБА, проработан вопрос возможности их работы в составе пятипроводной схемы управления стрелкой при ограниченном числе линейных проводов относительно их штатного применения в стрелочных электроприводах сортировочных горок, разработана соответствующая имитационная модель пятипроводной схемы управления в программном комплексе Multisim 14.0.

■ По статистическим данным, на станциях железных дорог РФ эксплуатируется более 130 тыс. стрелок, включенных в электрическую централизацию стрелок и светофоров (ЭЦ). Стрелочные электроприводы типа СП-6М и СП-6 составляют приблизительно 68 и 19 % соответственно от общего числа [1].

Недостаток этих электроприводов заключается в том, что применяемый в их конструкции автопереключатель открытого типа с контактными и ножевыми колодками отличается низкой надежностью и большим количеством отказов. Согласно статистике, около 40 % отказов электроприводов СП-6 (СП-6М) приходится на автопереключатели. При этом ежегодный процент отказов из-за потери электрического контакта составляет около 15 % от общего числа отказов системы ЭЦ [2, 3]. Наиболее частыми причинами отказов автопереключателя являются излом контактов, их индевение, подгар, нарушение регулировки. Они приводят к необходимости применения различных защитных мер, включая использование специальных смазок и обогрева контактов [4].

Указанные недостатки были устранены заменой автопереключателя контактного типа на бесконтактный ДМГ на основе герконовых датчиков положения

с магнитными контактами [2]. Усовершенствованный стрелочный электропривод получил обозначение СП-6МГ. Казалось бы, проблема повышения надежности автопереключателя была решена.

Однако в июне 2022 г. на станции Андриановская Восточно-Сибирской дороги произошел случай, когда только благодаря своевременным действиям машинистов удалось избежать трагедии, связанной с возможным столкновением двух грузовых поездов. Причиной инцидента стал блок магнитоуправляемых герметизированных контактов плюсового положения стрелочного электропривода СП-6МГ. По результатам расследования магнитоуправляемые герконовые датчики ДМГ было предписано заменить на всей сети железных дорог. В результате все новые стрелочные электроприводы СП-6МГ были заменены на СП-6М с автопереключателями контактного типа. Таким образом, все недостатки автопереключателей СП-6 (СП-6М) вернулись. Дополнительно возникла необходимость возврата конструктива большого числа новых стрелочных электроприводов СП-6МГ до СП-6М.

Решением проблемы могла бы стать замена контактных и герконовых автопереключателей на трансформаторные бесконтактные датчики типа



РИС. 1

ДБА. Однако область применения данных устройств ограничена их установкой в стрелочных электроприводах на сортировочных горках с включением в девятипроводную схему управления стрелкой [5].

Авторами предлагается усовершенствованная пятипроводная схема управления стрелкой на основе бесконтактных датчиков ДБА, которая позволит заменить автопереключатели контактного типа в электроприводах типа СП-6 (СП-6М) на бесконтактные. Поскольку трансформаторные бесконтактные датчики ДБА совпадают по габаритным размерам с магнитными датчиками ДМГ, стрелочные электроприводы СП-6МГ также можно будет в кратчайшие сроки вернуть в эксплуатацию. В целом же применение датчиков ДБА в электроприводах СП-6 (СП-6М) совместно с адаптированной пятипроводной схемой управления стрелкой позволит повысить надежность

путевых устройств, увеличить периодичность технического обслуживания и сократить экономические издержки.

#### АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВА ДАТЧИКОВ ДБА

■ Бесконтактные датчики ДБА-Л (ДБА-П) трансформаторного типа в настоящее время применяются в составе горочного стрелочного электропривода СПГБ-4М и девятипроводной схемы управления стрелкой.

Датчик ДБА представляет собой трансформатор, выполненный в виде трехполюсного статора, внутри которого расположен ротор-сектор, имеющий возможность поворота посредством поводка (рис. 1).

На полюсах статора размещены три обмотки: питающая, компенсационная и сигнальная. Питающая обмотка соединена последовательно и согласно с компенсационной обмоткой (рис. 2). На концах этих обмоток в момент коммутации контрольной цепи действует входное переменное напряжение 24 В. Сигнальная обмотка выполнена гальванически развязанной с питающей и компенсационной.

Положения роторов датчиков ДБА-Л и ДБА-П в процессе перевода стрелки взаимозависимы и зависят от положения стрелки. Ротор может занимать три фиксированных положения: среднее, переведенное, контрольное [6].

При нахождении стрелки в минусовом положении (рис. 2, а) роторы датчиков меняют свою ориентацию противоположно. В этом случае напряжение на выходе сигнальной обмотки датчика, ротор которого магнитным путем связывает питающую и сигнальную обмотки, устанавливается на значении 65 В, а на выходе второго датчика действует остаточное напряжение 3,5 В.

При нахождении роторов обоих датчиков напротив полюсов с питающей и компенсационной обмотками (рис. 2, б и г), соответствующими среднему положению, в их сигнальных обмотках наводится остаточное напряжение в 3,5 В, недостаточное для срабатывания контрольного реле. Использование компенсационной обмотки, включенной последовательно с питающей позволяет увеличить полное сопротивление первичной цепи и снизить потребляемый датчиком ток в переведенном положении, а также при взрезе стрелки.

Если ротор одного из датчиков при плюсовом положении стрелки находится напротив полюсов с питающей и сигнальной обмотками, а ротор второго связывает магнитной связью питающую и компенсационную обмотки, это контрольное положение датчиков (рис. 2, в). В этом положении в сигнальной обмотке датчика, которая связана магнитной связью с питающей обмоткой, наводится ЭДС в 65 В, достаточная для возбуждения контрольного реле. В сигнальной обмотке второго датчика в этом случае наводится остаточное напряжение в 3,5 В.

Конструкция бесконтактных трансформаторных датчиков допускает их установку вместо автопереключателя контактного типа, применяемого в стрелочных электроприводах СП-6М. Потребляемый датчиками ток не превышает 0,3 А в контрольном положении и 0,6 А в переведенном. Назначенный ресурс электропривода СПГБ-4М и бесконтактных датчиков составляет 1 млн переводов стрелки при соблюдении правил эксплуатации. Ввиду отсутствия

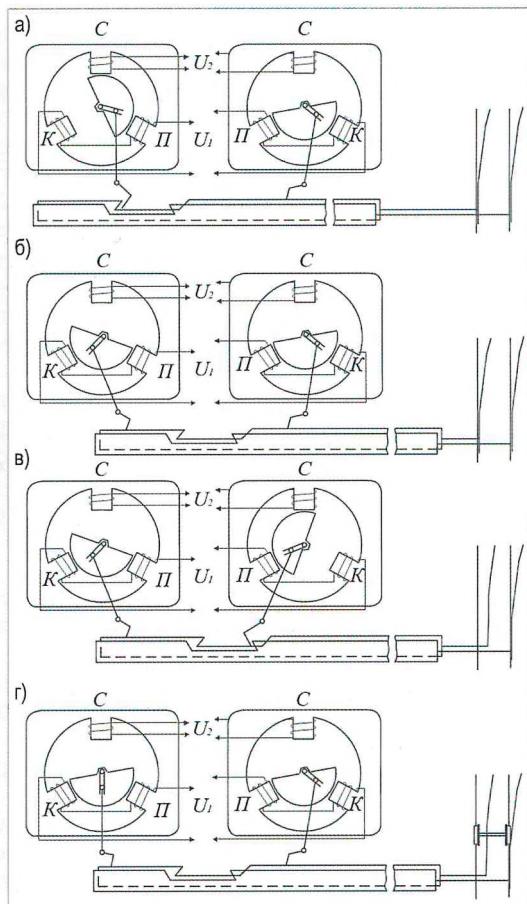


РИС. 2



РИС. 3

контактных ножей и пружин бесконтактные датчики не нуждаются в обогреве. Возможность надежной удаленной работы датчиков ДБА от поста горочной централизации проверена их многолетней эксплуатацией на крупных сортировочных станциях.

Несмотря на видимые преимущества бесконтактных датчиков ДБА, область применения данных устройств ограничена их установкой в стрелочных электроприводах сортировочных горок с включением в девятипроводную схему управления стрелкой и не допускает работы с типовой пятипроводной схемой.

#### **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВА МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ ГЕРКОНОВЫХ ДАТЧИКОВ**

■ Разработка и применение магнитоуправляемых герконовых датчиков ДМГ в составе стрелочных электроприводов СП-6МГ (рис. 3) стали попыткой замены автопереключателя контактного типа [7]. Датчики ДМГ были изготовлены на основе датчиков ДБА и полностью с ними идентичны по габаритным размерам и поводковым механизмам поворота ротора. Однако принцип действия датчиков ДМГ существенно отличается от датчиков ДБА. Корпус герконового датчика содержит статор с четырьмя герметичными герконовыми контактами и ротор с диаметрально расположенными постоянными магнитами [8] (рис. 4).

Ротор с магнитами, вращаясь под действием рычагов автопереключателя, действует на герметичные контакты герконов, замыкая их своим магнитным полем и контролируя при этом следующие положения стрелок: минусовое (рис. 4, а), промежуточное или взрез в зависимости от времени (рис. 4, б и г), плюсовое (рис. 4, в).

Простая и надежная конструкция бесконтактных герконовых датчиков позволила запустить стрелочный электропривод СП-6МГ в серийное производство и установить его на ряде станций.

Однако по причине описанного инцидента на Восточно-Сибирской дороге магнитоуправляемые герконовые датчики ДМГ были запрещены в эксплуатации.

#### **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДБА В СОСТАВЕ ПЯТИПРОВОДНОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРЕЛКОЙ**

■ Проведенный анализ показал, что решение указанных проблем контактных автопереключателей электроприводов СП-6М возможно путем их замены на бесконтактные трансформаторные датчики ДБА. При этом появится возможность ввести в эксплуатацию демонтированные ранее стрелочные

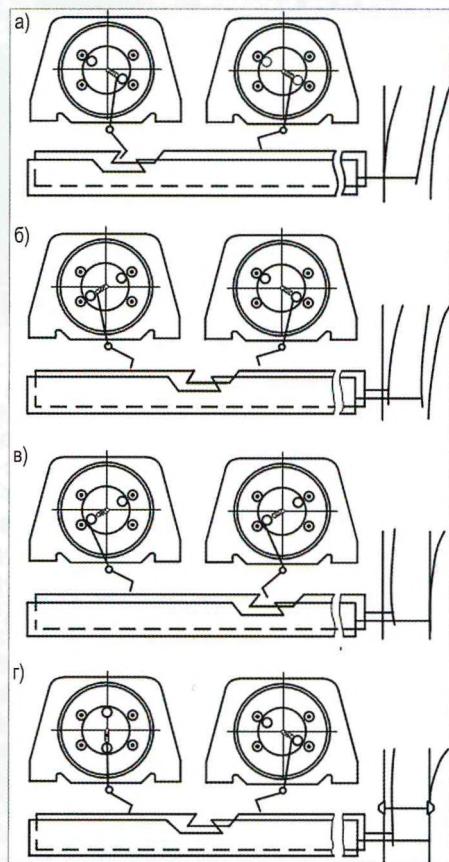


РИС. 4

электроприводы СП-6МГ. Основным препятствием применения датчиков ДБА в составе наиболее распространенной пятипроводной схемы управления стрелкой является ограниченное число жил. Для штатной работы датчиков необходимо девять жил.

Для решения этой задачи рассмотрим типовую пятипроводную схему управления стрелкой (рис. 5). Четыре из пяти жил этой схемы используются в составе как рабочей, так и контрольной цепи. Это связано с необходимостью реверса трехфазного асинхронного электродвигателя путем переключения двух фаз. На рисунке синим цветом выделены участки для предложенных изменений.

Технически проблема недостатка числа жил в адаптированной пятипроводной схеме управления стрелкой была решена следующим образом:

выделение трех жил из пяти в состав рабочих, что стало возможным в результате отсутствия необходимости смены полярности тока на диодном резистивном блоке БДР;

использование одной из двух оставшихся независимых жил в качестве прямой жилы питания входных обмоток датчиков ДБА;

использование второй независимой жилы в качестве прямой жилы снятия контрольного сигнала со вторичных обмоток датчиков ДБА;

применение дополнительного диодного резистивного блока БДР;

совместное использование рабочих жил в качестве обратных проводников питания входных обмоток датчиков ДБА и снятие с их вторичных обмоток контрольного сигнала.

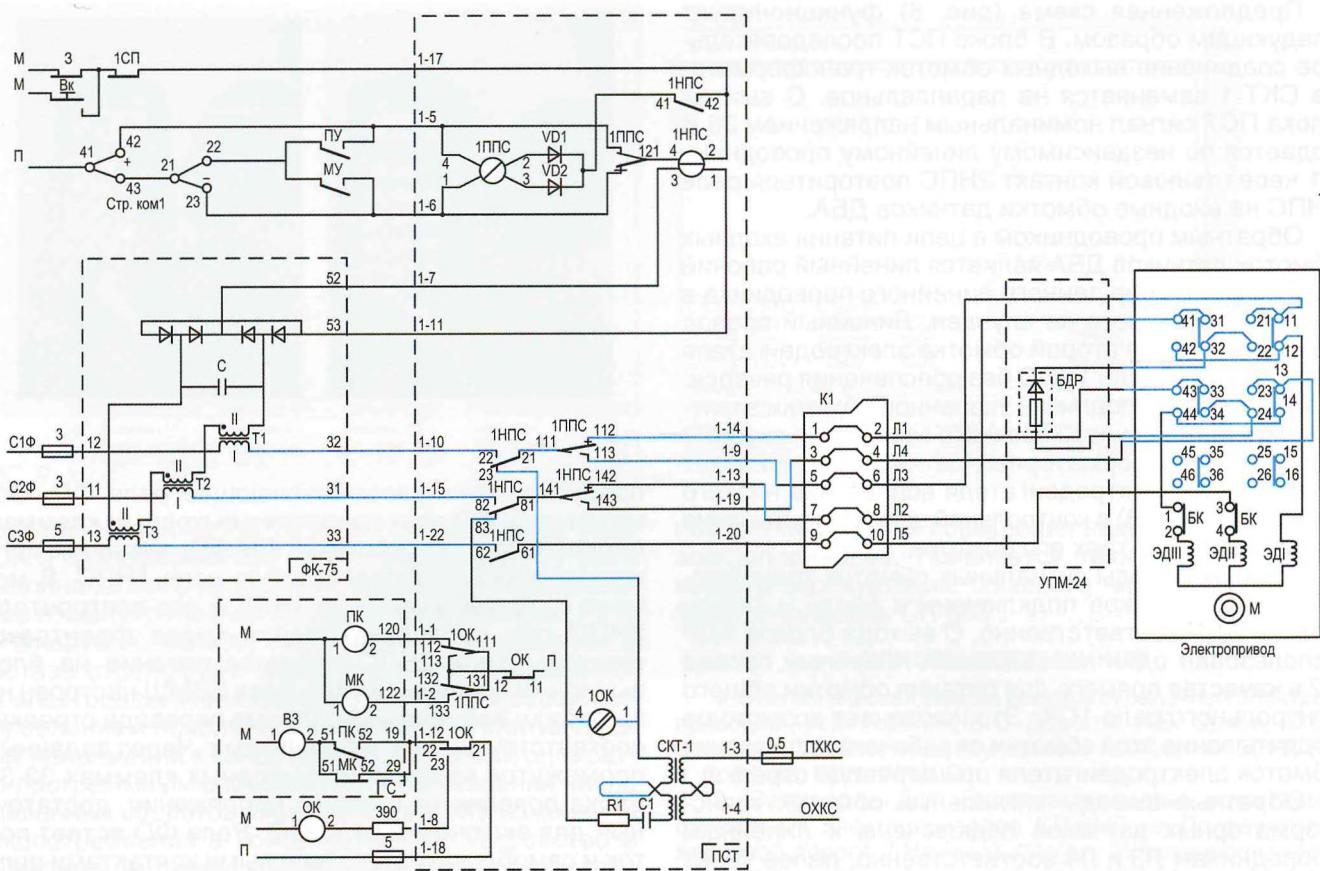


РИС. 5

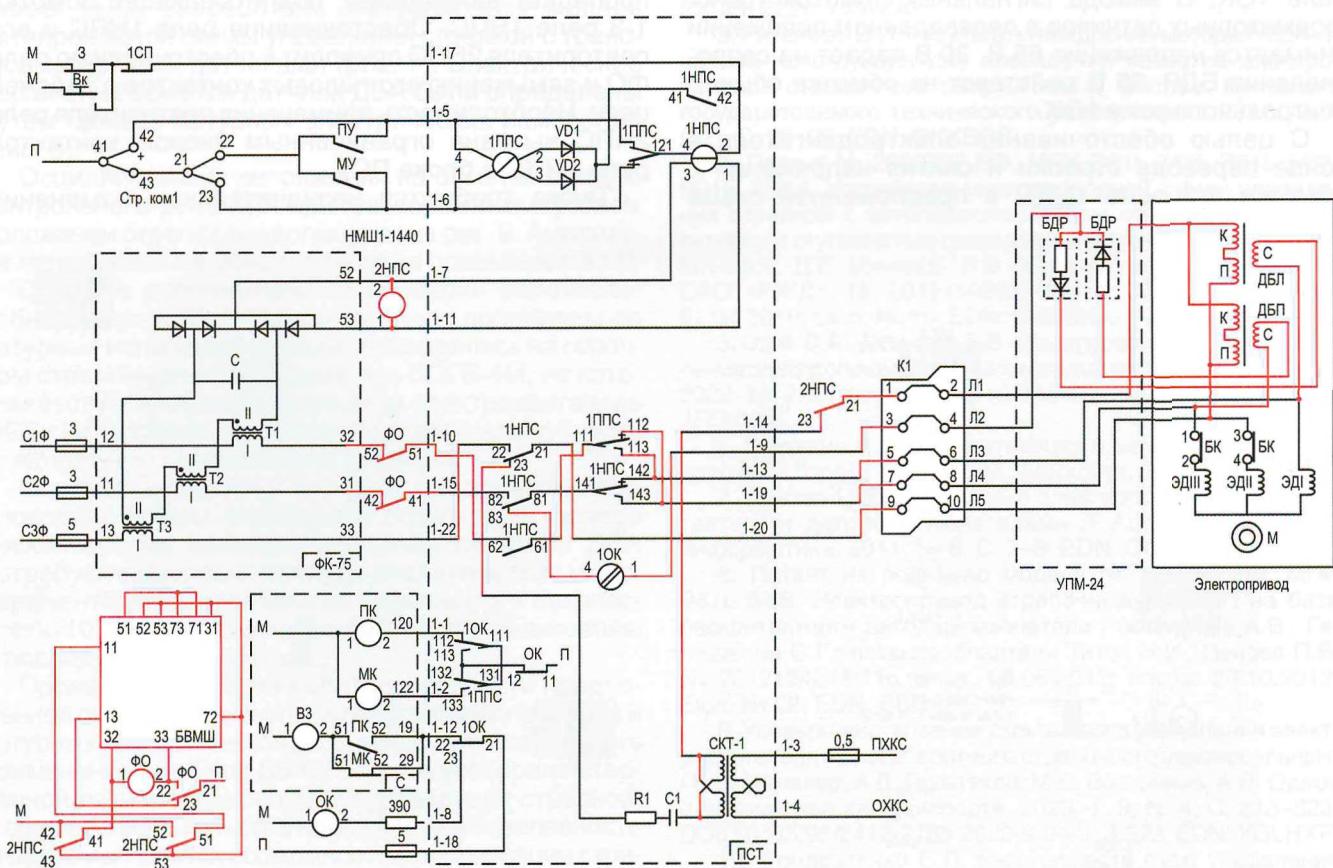


РИС. 6

Предложенная схема (рис. 6) функционирует следующим образом. В блоке ПСТ последовательное соединение выходных обмоток трансформатора СКТ-1 заменяется на параллельное. С выхода блока ПСТ сигнал номинальным напряжением 35 В подается по независимому линейному проводнику Л1 через тыловой контакт 2НПС повторителя реле 1НПС на входные обмотки датчиков ДБА.

Обратным проводником в цепи питания входных обмоток датчиков ДБА является линейный рабочий провод Л5. Выбор данного линейного проводника в качестве обратного не случаен. Линейный провод Л5 подключен ко второй обмотке электродвигателя через контакт реле 1НПС без обеспечения реверса. Маловероятная подпитка указанной обмотки электродвигателя в случае короткого замыкания входных обмоток трансформаторных датчиков не приведет к вращению электродвигателя вследствие низкого напряжения (35 В) в контрольной цепи и запитывания только одной из трех его обмоток.

Прямые выходы сигнальных обмоток трансформаторных датчиков подключены к аноду и катоду блоков БДР соответственно. С выхода блоков БДР использован один независимый линейный провод Л2 в качестве прямого для питания обмотки общего контрольного реле 1ОК. Это исключает возможное подпитывание этой обмотки от рабочего напряжения обмоток электродвигателя при переводе стрелки.

Обратные выводы сигнальных обмоток трансформаторных датчиков подключены к линейным проводникам Л3 и Л4 соответственно, далее через тыловые контакты реле 1НПС образуют обратные проводники питания обмотки общего контрольного реле 1ОК. С выхода сигнальных обмоток трансформаторных датчиков в переведенном положении снимается напряжение 65 В. 30 В падает на сопротивление БДР, 35 В действует на обмотку общего контрольного реле 1ОК.

С целью обесточивания электродвигателя в конце перевода стрелки и снятия напряжения с обмотки 1-3 реле 1НПС в предложенной схеме



РИС. 7

предусмотрено фазоотключающее реле ФО. Обмотка реле ФО подключается к выходным клеммам блока выдержки времени БВМШ, управляемого контактами 2НПС повторителя реле 1НПС. В момент срабатывания реле 1НПС и его повторителя 2НПС при переводе стрелки через фронтовые контакты реле 2НПС подается питание на блок выдержки времени БВМШ. Блок БВМШ настроен на выдержку времени 4–8 с (время перевода стрелки) соответствующими перемычками. Через заданный промежуток времени на выходных клеммах 32-33 блока появляется импульс напряжения, достаточный для включения реле ФО. Реле ФО встает под ток и самоблокируется. Тыловыми контактами реле ФО размыкаются фазы С1Ф и С2Ф рабочей цепи схемы. На выходе фазоконтрольного блока ФК-75 пропадает напряжение, подпитывающее обмотку 1-3 реле 1НПС. Обесточивание реле 1НПС и его повторителя 2НПС приводит к обесточиванию реле ФО и замыканию его тыловых контактов в рабочей цепи. Необходимость применения повторителя реле 2НПС вызвана ограниченным числом контактов реле 1НПС в блоке ПСТ.

Также требуются незначительные изменения

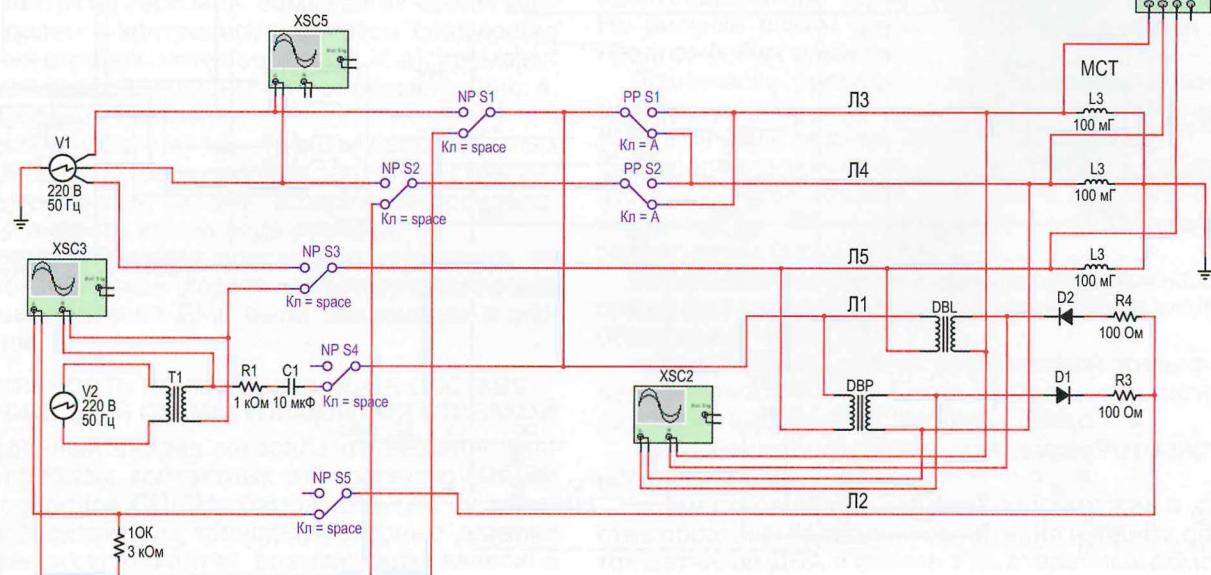


РИС. 8

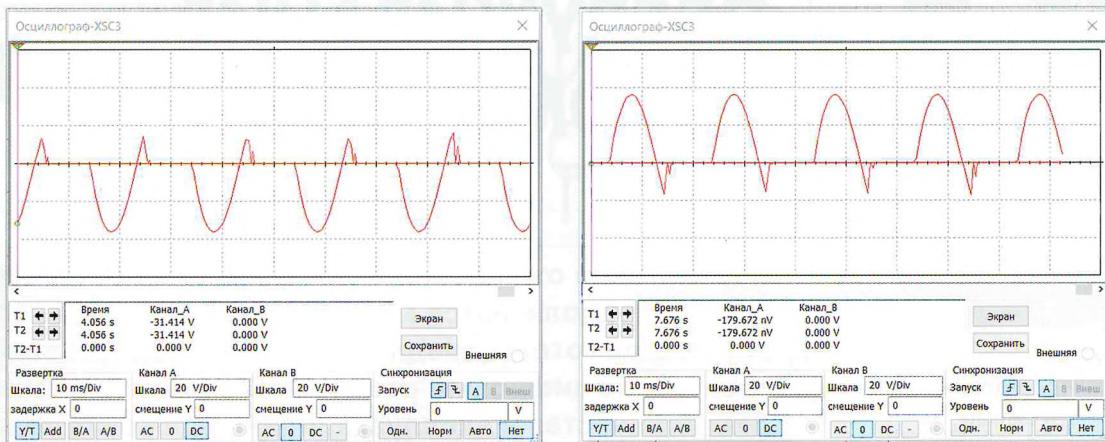


РИС. 9

соединений блока ПСТ в части подключения реле 1ОК и трансформатора СКТ-1, которые могут быть выполнены как в заводских условиях при производстве новых стрелочных блоков, так и в условиях РТУ.

Следует отметить, что в случае применения в составе стрелочного электропривода современного электродвигателя ЭМСУ с микропроцессорным управлением появляется возможность снятия фазных напряжений в конце перевода стрелки аппаратно-программным способом на основе оценки числа сделанных оборотов электродвигателя и изменения токопотребления в конце перевода. Устройство и возможности схемы управления электродвигателя ЭМСУ подробно описаны в авторской работе [9].

Для проверки работоспособности предложенной схемы была разработана имитационная модель пятипроводной схемы управления стрелкой с трансформаторными датчиками (рис. 7). Электрические параметры обмоток датчика ДБА были определены путем прямых натуральных электрических измерений (рис. 8).

Осциллограммы напряжения на обмотке общего контрольного реле 1ОК при плюсовом и минусовом положении стрелки представлены на рис. 9. Амплитуда напряжения на обмотке реле не превышает 40 В.

С целью дополнительной проверки работоспособности предложенной схемы были проведены ее натурные испытания, которые проводились на горочном стрелочном электроприводе СПГБ-4М, на котором был установлен трехфазный электродвигатель МСТ. Испытания подтвердили работоспособность предложенных технических решений.

Следует отметить, что для внедрения пятипроводной схемы управления стрелкой на основе бесконтактных трансформаторных датчиков ДБА потребуются дополнительные аналитические и экспериментальные проверки на надежность и безопасность [10]. Результаты проверок будут опубликованы в последующих работах.

Проведена проверка работоспособности предложенной схемы путем имитационного моделирования и натурных экспериментов рассматривает возможность применения датчиков ДБА в составе усовершенствованной пятипроводной схемы управления стрелкой. В случае доказательства надежности и безопасности этой схемы имеется возможность модернизации стрелочных электроприводов СП-6(СП-6М) путем замены автопереключателей контактного типа на бесконтакт-

тые датчики ДБА и повышения надежности работы электроприводов. Появляется также возможность ввода в эксплуатацию большого числа стрелочных электроприводов СП-6МГ.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Статистическая оценка ресурса стрелочных электроприводов / А.В. Горелик, В.С. Дорохов, А.В. Орлов, Ю.С. Смагин // Современные научноемкие технологии. 2019. № 9. С. 58–63. EDN: DPNJQ.
2. Селиверов Д.И. Эксплуатационные испытания стрелочных электроприводов СП-6МГ на Приволжской железной дороге // Научный форум : Инновационная наука : сборник статей по материалам XIX международной научно-практической конференции. Том 1 (19). М.: ООО «Международный центр науки и образования», 2019. С. 22–25. EDN: YXWZAT.
3. Ритенман В.И. Результаты внедрения метода FMEA-анализа конструкции для повышения качества электропривода стрелочного типа СП-6М // Вестник Брянского государственного технического университета. 2011. № 4 (32). С. 20–25. EDN: OKKEGP.
4. Патент № 2683707 РФ, МПК B61L 7/08, B61L 5/06, H01H 33/14. Устройство многопроводной схемы управления стрелкой с автопереключателем контактного типа с активным ступенчатым гашением электрической дуги / Е.Ю. Минаков, Д.Е. Минаков, В.В. Шуваев; патентообладатель ОАО «РЖД». № 2018119985; заявл. 30.05.2018; опубл. 01.04.2019; Бюл. № 10. EDN: GJMBKA.
5. Эдих Д.А., Демидов Е.В. Семипроводная схема управления электроприводом // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 2. С. 10–13. DOI: 10.34649/AT.2022.2.2.002. EDN: JFFMYH.
6. Шелухин В.И. Автоматизация и механизация сортировочных горок : учебник. М.: Маршрут, 2005. 240 с.
7. Пензев П.В. Стрелочные электроприводы с бесконтактными автопереключателями // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 8. С. 7–8. EDN: OLQHHJ.
8. Патент на полезную модель № 121216 РФ, МПК B61L 5/06. Электропривод стрелочный типа СП на базе бесконтактного автопереключателя / Абалтусов А.В., Гелашвили О.Г.; патентообладатели Титов Н.И., Пензев П.В. № 2012124211/11; заявл. 09.06.2012; опубл. 20.10.2012; Бюл. № 29. EDN: BBOARG.
9. Усовершенствование схемы блока управления электродвигателя малогабаритного стрелочного универсального / К.В. Менакер, А.В. Пультияков, М.В. Востриков, А.В. Орлов // Автоматика на транспорте. 2023. Т. 9, № 4. С. 313–323. DOI: 10.20295/2412-9186-2023-9-04-313-323. EDN: XGLHXP.
10. Кондратенко С.Л. Безопасность схем управления стрелочным электроприводом // Автоматика, связь, информатика. 2023. № 6. С. 20–21. EDN: RHTJYI.



БЛЮХЕР

Михаил Генрихович,  
ООО «1520 Сигнал»,  
руководитель проектов,  
Москва, Россия

## ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛОКОМОТИВОВ СТАНЕТ ЭФФЕКТИВНЕЕ

Партнерские отношения ООО «1520 Сигнал» и Северной дороги продолжаются много лет. Специалисты компании всегда готовы предложить железнодорожникам современные цифровые решения. В рамках соглашения о сотрудничестве в эксплуатационном локомотивном депо Иваново компания «1520 Сигнал» представила проект новой Информационной системы ИСУПЛ.

■ Специалисты ООО «1520 Сигнал» (входит в дивизион «Железные дороги» ГК «Нацпроектстрой») в сотрудничестве с Российским университетом транспорта разработали перспективную Информационную систему учета простоя локомотива в депо на сервисном обслуживании (ИСУПЛ).

Информационная система работает в автоматическом режиме и предназначена для оптимизации сервисного обслуживания и планирования ввода тягового подвижного состава в работу после прохождения всех видов деповского сервиса.

Принцип действия ИСУПЛ заключается в следующем. При въезде на ремонтную позицию в помещение, где происходит сер-

висное и техническое обслуживание тягового подвижного состава, устанавливается считыватель идентификатора (бортового или компьютерного номера локомотива). Камера считывает номер тепловоза и фиксирует время захода. То же самое происходит и при выезде локомотива из депо обслуживания.

Таким образом, фиксируется реальное время обслуживания тягового подвижного состава. Затем система самостоятельно формирует отчет. Все данные передаются на автоматизированное рабочее место.

Фиксация времени пребывания локомотива на сервисе, анализ полученной информации и получение отчетных форм происходят

автоматически. Информация сохраняется в базе данных. Она доступна как в электронном, так и в бумажном виде.

Применение системы ИСУПЛ позволяет повысить эффективность использования локомотивов в результате:

сокращения времени простоя локомотивов в депо;

повышения качества ремонта за счет правильной организации подгона локомотивов;

снижения расходов на ремонт; увеличения коэффициента технической готовности.

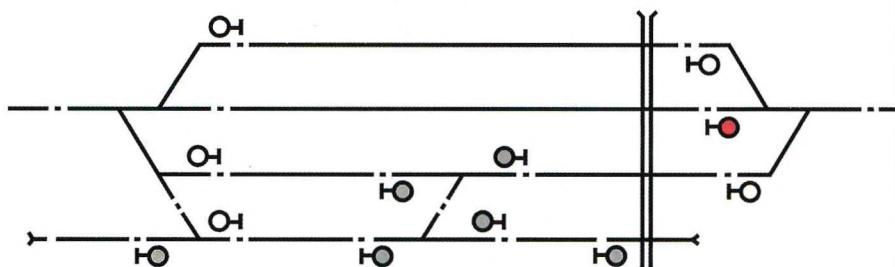
Среди основных преимуществ технологии с использованием данной системы можно выделить простоту, надежность и экономичность.

Поздравляем с днем СЦБиста! НПС // 1520 Сигнал

31  
января

Реклама

реклама  
Москва, ул. Лётчика Бабушкина, вл. 1, стр. 2  
Тел.: +7 (495) 801-15-20  
[www.1520signal.ru](http://www.1520signal.ru)



Создаем Цифровое Будущее



# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЙ



КУКУШКИН

Сергей Сергеевич,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Центр роботизации технологических процессов, главный научный сотрудник отдела научно-исследовательской работы, профессор, д-р техн. наук, заслуженный изобретатель РСФСР, Москва, Россия



БЕЛОВ

Алексей Николаевич,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Центр роботизации технологических процессов, ведущий научный сотрудник отдела технологического обеспечения и робототехники, канд. техн. наук, Москва, Россия

**Ключевые слова:** волоконно-оптические технологии, распределенные и точечные измерения, проблемы и методы разрешения противоречий распределенных и точечных измерений, комплексирование различных источников измерительной информации, обеспечение совмещения функций измерений и передачи сигналов

**Аннотация.** Статья посвящена исследованиям в области распределенных и точечных волоконно-оптических измерений (РВОИ и ТВОИ). Представлены результаты этих исследований. Показаны направления разрешения проблем, связанных с одновременным использованием различных возможностей волоконно-оптической техники (ВОТ) для поиска наиболее продуктивных методов и технологий комплексирования антагонистических функций передачи диагностической информации на основе волоконно-оптических линий связи.

■ Волоконно-оптический кабель (ВОК), проложенный вдоль железнодорожного пути и используемый в качестве основы построения распределенных волоконно-оптических датчиков (РВОД), обладает высокой чувствительностью к вибраакустическим воздействиям, возникающим в процессе взаимодействия колесных пар и рельсов при прохождении поезда.

Однако наряду с высокой точностью измерений имеются и недостатки. Чувствительность ВОК становится помехой при совмещенной передаче информации в режиме ВОЛС и системы волоконно-оптических измерений (ВОИ). Этим вызвано появление различных требований к ВОК. В первом случае его нужно прокладывать как можно ближе к источнику вибраакустического воздействия для повышения чувствительности распределенных волоконно-оптических датчиков. Во втором – наоборот, как можно дальше для уменьшения помех при передаче информации.

Современные технологии предполагают прокладку ВОК в трубах,

которые вставляют в технологические отверстия рельсошпальной решетки (РШР) или прикрепляют к подошве рельсов. Такие технологии обеспечивают минимум затрат на прокладку ВОК. При этом значительно увеличивается уровень вибраакустических помех, оказывающих негативное влияние на показатели эффективности функционирования ВОЛС, и, как результат, на качество получаемой информации. Кроме этого, не представляется возможным повышение точности ВОИ на основе инновационной технологии «механических» маркеров [1, 2].

В случае прокладки волоконно-оптического кабеля в трубах РШР или при прикреплении его к подошве рельсов повысить точность распределенных ВОИ можно за счет учета при рефлектометрии волновой теории акустических воздействий проходящего поезда на распределенный чувствительный элемент (ЧЭ).

Техническое решение состоит в подключении в установленных местах к определенным оптиче-

ским волокнам (ОВ) магистрального ВОК катушек, собранных из петель. При этом для обеспечения привязки результатов распределенных ВОИ к цифровой карте движения поездов места размещения катушек из ВОК совмещают с элементами инфраструктуры железной дороги, которые имеют точную геодезическую привязку. Отличительная особенность предлагаемых в статье инноваций заключается в возможности их совместного использования, благодаря чему обеспечивается существенное увеличение показателей эффективности ВОИ.

Интерес к применению волоконно-оптических технологий год от года повышается. Так, в АО «НИИАС» для решения актуальных проблем обеспечения безопасности движения активно развивается перспективная система «АНАКОНДА». Рассматриваются предложения, использование которых в ОАО «РЖД» способствует совершенствованию существующих технологий определения местоположения подвижных

составов (ПС), их целостности, скорости и направления движения на основе распределенных волоконно-оптических измерений (РВОИ). Их отличительная особенность заключается в возможности значительного повышения показателей точности и достоверности получаемых результатов РВОИ, а также в предложениях по обеспечению комплексирования этих результатов с данными позиционирования ПС, которые получают на основе сигналов спутниковой радионавигационной системы (СРНС) ГЛОНАСС [1].

Одно из инновационных решений проблемы повышения точности ВОИ основано на предлагаемом дополнении к существующей метрологии. Оно связано с такими негативными эффектами, проявляющимися при использовании РВОИ, как волновое вибрационное и сейсмическое воздействия на измеритель, оказываемые движущимся ПС.

Универсальная модель измерений в метрологии ассоциируется с весами. Например, на одну чашу кладут предмет, подлежащий исследованию, на противоположную – последовательно на основе оптимального алгоритма устанавливают определенный набор гирь, добиваясь при этом эффекта уравновешивания весов. Время, которое необходимо затратить на эту процедуру, как правило, не ограничивают. Эта модель составляет основу проведения последовательности измерений одного воздействия. Она достаточно хорошо работает при обеспечении точечных измерений.

В рассматриваемом случае, применительно к местоположению ПС, единичное воздействие определяется, например, ударом одной колесной пары на стыке рельсов, который находится в зоне чувствительности точечного датчика. Однако в подвижном составе множество колесных пар взаимодействуют с рельсами. При прохождении ими стыков рельсов создаются вибрационные и сейсмические волны. Энергия волн с разными фазовыми характеристиками хаотически складывается и вычитается при их распространении. По этой причине волоконно-оптические измерения размываются, в них появляется дополнительная неопределенность, препятствующая повышению показателей точности и достоверности. Это хорошо

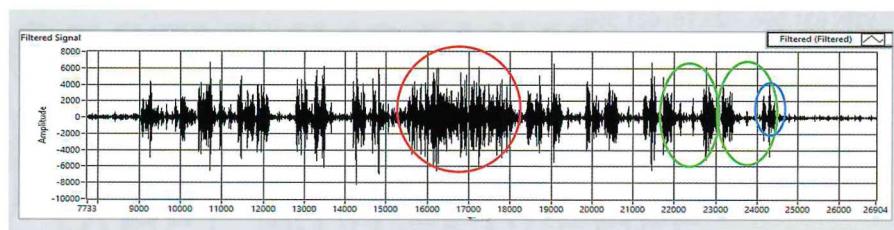


РИС. 1

видно на рис. 1, где представлены результаты обработки рефлекограммы с использованием одного из наиболее эффективных существующих способов фильтрации. Цель фильтрации – повысить отношение сигнал/шум при обработке данных, формируемых рефлектометром,

Однако, как следует из рис. 1, задача ВОИ, заключающаяся в подсчете количества колесных пар и числа самих вагонов для определения длины и целостности ПС, не может быть решена. Основная причина заключается в разрушающем воздействии на получаемые результаты РВОИ волновой теории распространения вибрационных и сейсмических воздействий.

Наиболее сильно это проявляется в месте, совпадающем с серединой подвижного состава, когда мощность негативного влияния на данные РВОИ групповой вибрационной и сейсмической волны (ГВАСВ), создаваемой движущимся поездом, наибольшая. Эта область обведена красным цветом (см. рис. 1). При этом, чем дальше анализируемые фрагменты рефлекограммы отстоят от центра ПС, тем меньше проявляется разрушающее действие ГВАСВ.

К такой реальности приходится приспособливаться, и эту особенность фильтрации пытаются даже использовать. Ее применение способствует уменьшению погрешностей РВОИ, которые вызваны эффектом последействия. Он проявляется, в том, что чувствительный элемент, которым является ВОК, проложенный вдоль железнодорожного пути, фиксирует присутствие ПС, когда он только приближается к контролируемому участку измерений или уже вышел за его пределы. Тогда повышенная (из-за ослабления мощности негативного влияния ГВАСВ на результаты РВОИ) надежность подсчета первых и последних колесных пар позволяет повысить точность позиционирования начала и конца ПС.

В настоящем время основной

способ уменьшения отмеченной неопределенности РВОИ заключается в ее предыскажении ГВАСВ. С этой целью предлагается использовать «механический» маркер. Его основное преимущество в простоте реализации.

Эксперимент по снижению негативного влияния ГВАСВ на показатели точности и достоверности результатов ВОИ заключался в следующем. ВОК, проложенный в насыпи вдоль железнодорожного пути, был откопан, а его оболочка прикреплена проволокой к железному пруту заземления, соединяющему рельс с мачтой системы электропитания ПС.

Первоначальный вариант и результат применения простого способа борьбы с негативным влиянием ГВАСВ приведены на рис. 2 (до ее предыскажения на основе эффекта «механического» маркера) и на рис. 3 (после операции предыскажения). В результате последующего использования алгоритмов обработки получаются когнитивный знаниепорождающий график (КЗПГ) и результаты ВОИ, которые не уступают по точности данным определения местоположения и скорости движения ПС на основе сигналов спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС.

Изменения графика КЗПГ, который является основой предлагаемой технологии мониторинга результатов РВОИ, показаны на рис. 4. Этот график при существующей технологии обработки данных рефлектометром, так называемый водопад, представлен на рис. 4, а. Задача заключается в том, чтобы его модернизировать и сделать еще более содержательным и выразительным.

По оси ординат модернизированного КЗПГ отложены значения интервалов времени между прохождением головы и хвоста поезда. На оси абсцисс показано, как они меняются с течением времени. Использование КЗПГ в таком преобразованном виде существенно

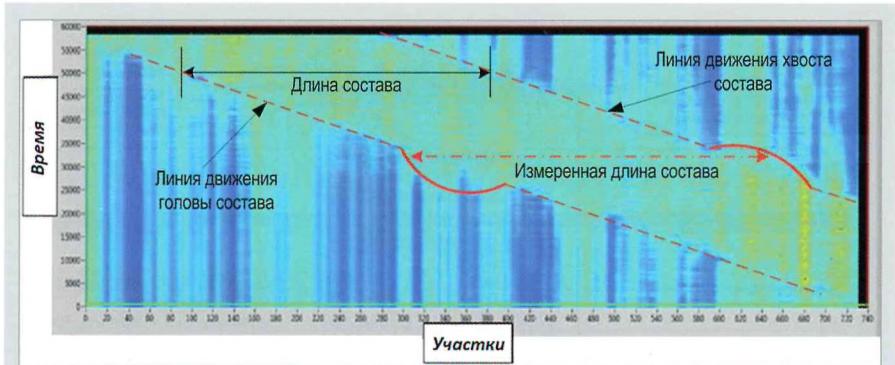


РИС. 2

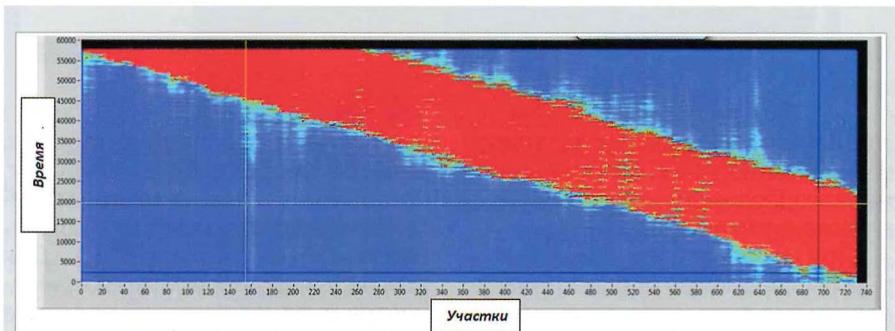


РИС. 3

упрощает анализ и интерпретацию результатов определения длины ПС и его целостности.

На приведенных примерах рассмотрены случаи равномерного движения поезда по направлению к месту расположения рефлектометра (см. рис. 2–4). При этом КЗПГ (см. рис. 3 и 4) отличаются

тем, что ПС движется в противоположных направлениях и с разными скоростями. Они представлены сигналами, которые получены в одном из вертикальных (временных) сечений КЗПГ. Рефлектограммы дают возможность оценить изменения значений интенсивности отраженного (обрат-

ного) оптического излучения, которые получают из исходных данных, формируемых рефлектометром. Также одна из особенностей КЗПГ заключается в том, что сигналы исходных рефлектограмм по сравнению с «водопадом» уже прошли предварительную обработку.

КЗПГ (см. рис. 3 и 4, б) построены после обработки данных, формируемых рефлектометром, с использованием алгоритмов аддитивной нелинейной фильтрации (АНФ). В результате этого были устранины грубые (аномальные) ошибки. При этом сам КЗПГ, появившийся при модернизации «водопада» целенаправленно был превращен в metrologicheskiy instrument, который в дальнейшем стал основой для получения новых знаний и выявления скрытых закономерностей, сопровождающих ВОИ.

Таким образом, в разработанной прикладной теории появилась возможность более продуктивного использования принципов формирования «водопада» для построения систем ВОИ с элементами адаптации и искусственного интеллекта. В этом заключается научное и прикладное значение КЗПГ, существенно изменившее прежнюю технологию анализа результатов ВОИ.

На рефлектограмме, представляющей собой одно из вертикальных сечений КЗПГ (см. нижнюю часть рис. 4, а, б), можно заметить, что в новом модернизированном ее варианте (см. рис. 4, б) существенно повышены соотношения сигнал/шум и сигнал/помеха по сравнению с тем, что было ранее. Эффект проявляется в существенном уменьшении числа сглаженных выбросов амплитуд сигналов рефлектометра. Благодаря этому значительно уменьшается неточность в определении длины ПС (рис. 4, в). Это показано вертикальными пунктирными линиями, связывающими в единое целое иллюстрации, приведенные на рис. 4 б, в. При этом построение рефлектограмм не имеет принципиальных отличий от существующей традиционной практики РВОИ. По оси ординат отложены значения амплитуд отраженного оптического сигнала, интенсивность которых меняется за время прохождения ПС, по оси абсцисс – значения числа к осредненных рефлектограмм, формируемым в рефлектометре с высокой частотой опроса, на-

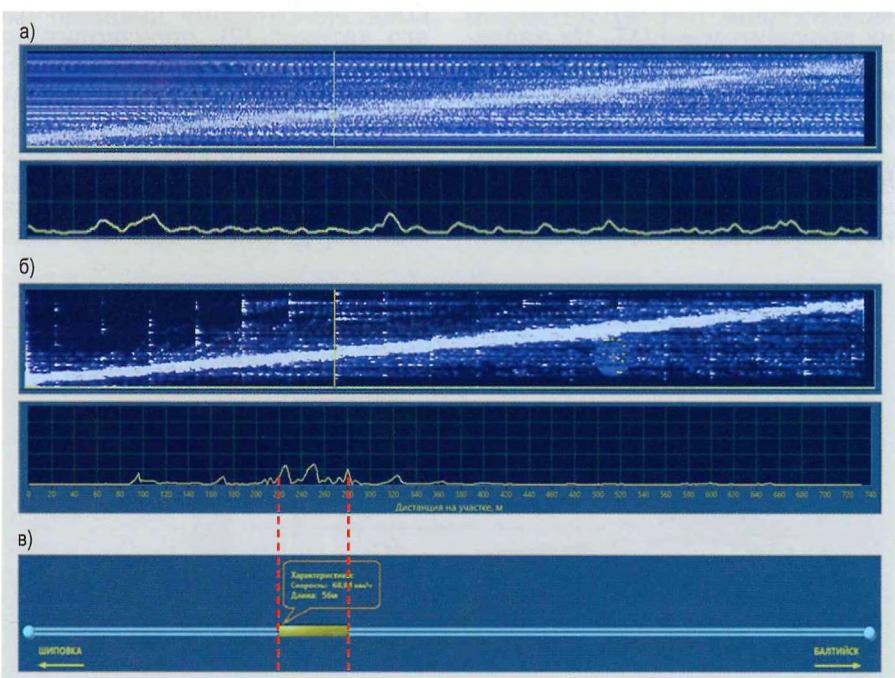


РИС. 4

пример,  $f_{\text{опср}} = 100$  осредненных рефлектограмм за одну секунду.

Применение предлагаемых инновационных технологий значительно отличает графики от того, что дает рефлектометр в виде «водопада». При равномерном движении ПС линии, характеризующие движение его головы и хвоста, аппроксимируются прямыми линиями. При этом точность такого представления стала настолько высокой, что можно заметить некоторые закономерности, связанные с незначительными отличиями углов наклона прямых. При приближении к рефлектометру они едва заметно сходятся, а при удалении от него, наоборот, расходятся. Кроме того, результаты исследований выявили значительное повышение показателей помехозащищенности РВОИ.

Эффект, который проявляется при построении рефлектограмм в случае использования предлагаемой технологии предыскажения ГВАСВ, представлен на рис. 5. При этом существенно уменьшается неопределенность идентификации, которая связана с высокой чувствительностью ВОК, проложенного вдоль железнодорожного пути, к воздействиям приближающегося и удаляющегося поезда (рис. 5, а). Импульсный сигнал рефлектограммы при появлении ПС из-за существенного повышения энергии воздействий при использовании предыскажения ГВАСВ отрывается от своего исходного пьедестала в виде «нулевого уровня» и приподнимается на эквивалентное значение условной величины, равной  $0,5 \cdot 10^{15}$  (рис. 5, б). Считая количество минимумов в графике импульсных откликов, появившихся в результате отрыва от «нулевого уровня» при использовании предыскажения ГВАСВ, можно с повышенной точностью определить количество вагонов электропоезда.

Кроме этого, устраняются многие недостатки существующего способа определения местоположения ПС с использованием сигналов СРНС. Так, с их помощью невозможно определить пути, на которых находятся встречные поезда. Также сигналы СРНС характеризуются низкими показателями помехозащищенности, возможностью преднамеренных их искажений и сбоями, например, при нахождении ПС в местах плотной городской

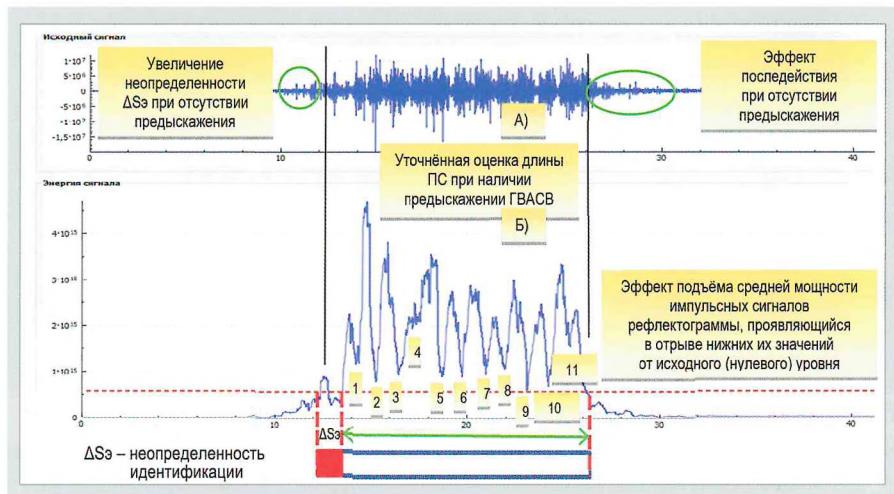


РИС.5

застройки, в условиях их экранирования инженерными сооружениями железнодорожной инфраструктуры, а также в тоннелях.

При использовании ВОК, который был проложен вдоль железнодорожного пути и предназначался для передачи информации в режиме ВОЛС, может быть обеспечен надежный контроль безопасности движения встречных поездов с расширенными возможностями в части определения их длины, целостности, скоростей и направлений движения (рис. 6). Этому также способствует предлагаемая технология построения КЗПГ. При этом скорости определяются как отношение длины участков  $L$ , на которых производят измерения, ко времени  $\Delta T$ , за которое поезд их проходит:  $v = L/\Delta T$ . Их характеристикой становятся значения котангенсов углов  $\alpha_1$  и  $\beta_1$ :  $\operatorname{ctg} \alpha_1$  и  $\operatorname{ctg} \beta_1$ .

Однако разработанная технология «механического» маркера не работает, если ВОК находится не в насыпи вдоль железнодорож-

ного пути, а приклепен к подошве рельсов, или проложен в трубах, которые вставляют в технологические отверстия посередине рельсошпальной решетки (РШР). Для этого случая разработан и применяется в существующей практике ВОИ «волоконно-оптический» маркер. Его основу составляют петли, собранные в бухту из того же ВОК и подключенные через оптические коммутаторы к выделенным оптическим волокнам магистральной волоконно-оптической линии, распределенного ВОД. Бухты из ВОК, представляющие собой волоконно-оптический сенсор (ВОС), выполняют также функцию определения дефектов колесных пар (рис. 7). Так, колесо (1) с ползуном на поверхности его катания (2), производит во время движения ударное воздействие на рельс (3). Оно вызывает распространение ГВАСВ (4). Сейсмическая волна (6), распространяющаяся в грунте, оказывает воздействие на ВОС (5). Из-за наличия дефекта колеса в виде

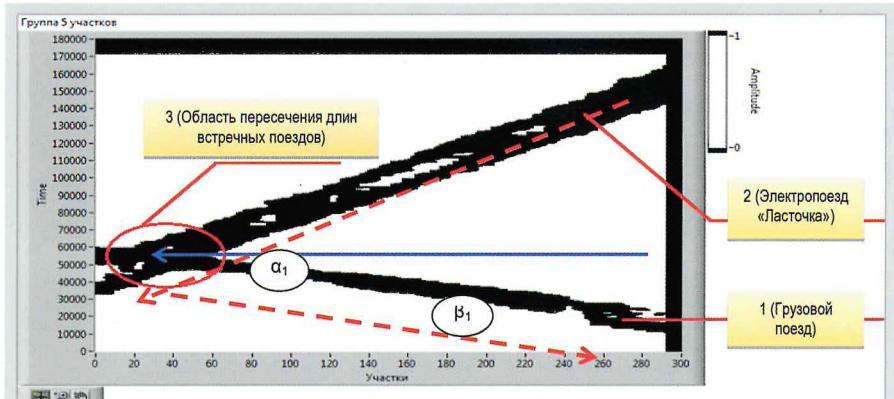


РИС. 6

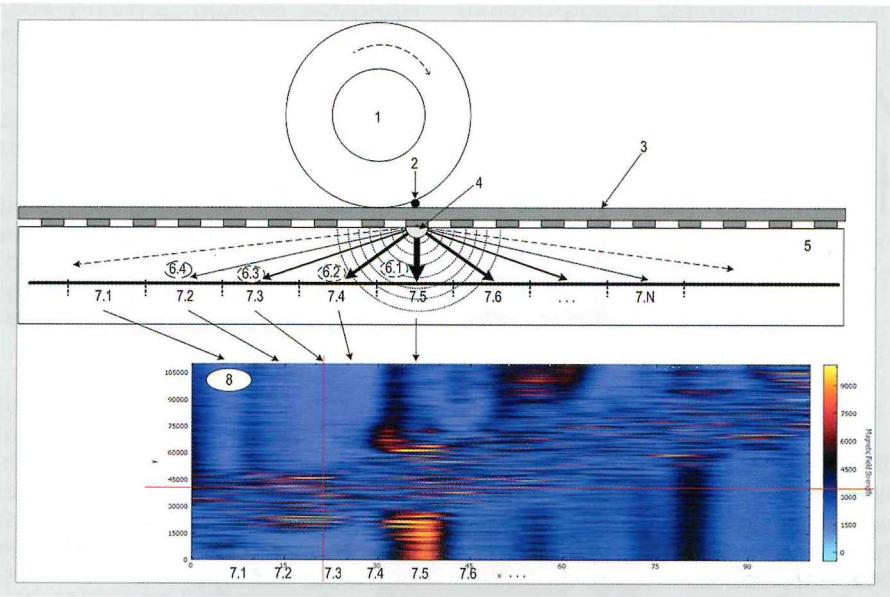


РИС. 7

ползуна его воздействие на рельс будет наибольшим на участке ВОС «7.5», совпадающим с местом нанесения удара ползуном «6.1», что подтверждается сигналом на КЗПГ (8), формируемом на выходе рефлектометра. На нем видно наличие значительного возмущения в момент времени  $t$ , обозначенном как событие «7.5».

При этом также видна работа распределенного ВОД, на основе данных которого можно определить направление движения, оценить скорость и длину ПС. Эта часть когнитивного графика (см. рис. 7) заключена между воображаемыми прямыми, характеризующими движение головы и хвоста поезда.

С точки зрения повышения показателей точности и достоверности ВОИ такой эффект похож на «механический» маркер. Исходя из этого, способ предыскажения ГВАСВ с привязкой усиленной

его составляющей к цифровой карте железной дороги можно назвать «волоконно-оптическим» маркером. С другой стороны такое решение оказывается полезным с точки зрения определения дефектов рельсов и колес.

Таким образом, включение в существующую систему ВОИ петлевых ВОД сопровождается не только усилением одной из составляющих ГВАСВ, благодаря чему повышаются показатели точности и достоверности распределенных измерений. Появляется возможность построения системы диагностирования и выявления дефектов за счет энергии воздействий проходящего поезда на рельсы. Также при предлагаемом техническом решении обеспечивается возможность расширения изменения пространственного разрешения наблюдаемого события в петлевом датчике.

В заключение отметим, что многие явления, связанные с обеспечением ВОИ и ранее не наблюдавшиеся, стали таковыми благодаря разработанной технологии построения когнитивных знаниепорождающих графиков. То, что происходит в магистральной линии распределенного ВОИ и в точечном петлевом ВОС, стало очевидным. Благодаря этому информационно-аналитическое обеспечение ВОИ было существенно обогащено и расширено. Решению проблем передачи информации по выделенным ОВ в магистральной линии ВОК должно способствовать применение разработанных инновационных технологий передачи информации [3, 4]. В целом это способствует развитию технологий искусственного интеллекта в таком сложном прикладном его применении, как обеспечение безопасности железнодорожного движения.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кукушкин С.С., Кудюкин В.В., Хакиев З.Б., Белов А.Н. Перспективы развития методов позиционирования поездов на основе волоконно-оптических измерений // Автоматика, связь, информатика. 2024. № 2. С. 14–18. DOI: 10.34649/AT.2024.2.2.002.
2. Кукушкин С.С., Кудюкин В.В., Белов А.Н. Инновационные технологии обеспечения безопасности движения на основе оптоволоконной сенсорики // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 11. С. 43–46. DOI: 10.34649/AT.2021.11.11.010.
3. Кукушкин С.С. Теоретические основы разработки инновационных технологий передачи данных // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 4. С. 17–20. DOI: 10.34649/AT.2022.4.4.004.
4. Кукушкин С.С. Передача данных с использованием замещающего троичного кодирования // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 9. С. 16–19. DOI: 10.34649/AT.2022.9.9.003



#### Подписка на бумажную версию журнала «АСИ» на первое полугодие 2025 г.

Для оформления подписки через Почту России (можно на 1 месяц) достаточно перейти по ссылке <https://podpiska.pochta.ru/press/P5063>, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить подписку онлайн. Стоимость одного номера 436,63 руб., на полугодие 2619,78 руб.



Оформить онлайн подписку также можно через наш сайт [www.asi-journal-rzd.ru](http://www.asi-journal-rzd.ru) в разделе «Подписка».

Наши авторы и читатели могут также приобрести номера журналов по перечислению **с самовывозом** из Центра научно-технической информации и библиотек – филиала ОАО «РЖД» (Рижская площадь, д. 3). Стоимость одного экземпляра для физ. лиц **366,30 руб.** с учетом НДС, для юр. лиц **606,10 руб.** с учетом НДС. Для более подробной информации обращайтесь в ЦНТИБ по телефонам: +7 (499) 262-81-58, +7 (499) 262-54-29

# МОДЕЛИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОПУСКОМ ПОЕЗДОВ



**БУЛАВИН  
Юрий Павлович,**  
Ростовский государственный  
университет путей сообще-  
ния, доцент, канд. техн. наук,  
г. Ростов-на-Дону, Россия



**ИГНАТЬЕВА  
Олеся Владимировна,**  
Ростовский государственный  
университет путей сообщения,  
заведующий кафедрой, доцент,  
канд. техн. наук,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

**Ключевые слова:** нейронная сеть, сверточный слой, пропуск поездов, виртуальная железная дорога, управление движением, бинарная классификация, многоклассовая классификация, ROC-кривая, F1-мера, модель

**Аннотация.** Исследовательская работа РГУПС посвящена вопросам использования искусственных нейронных сетей (ИНС) на железнодорожном транспорте для управления пропуском поездов по участку. Приведено формальное описание задачи, выполнена балансировка обучающей выборки, осуществлен отбор признаков и предложены варианты моделей ИНС. Показано, что лучшие результаты достигаются моделью ИНС со сверточным слоем.

■ Цифровые технологии, такие как большие данные, искусственный интеллект, машинное обучение, предиктивная аналитика и др., позволяют оптимизировать транспортные ресурсы, повысив тем самым эффективность перевозок. Во многих развитых странах в настоящее время развитие транспорта базируется на проектировании подвижного состава нового поколения и внедрении транспортным комплексом интеллектуальных управляющих систем.

Статья является продолжением научных исследований приведенных в [1], связанных с разработкой модели искусственной нейронной сети (ИНС) для управления пропуском поездов по участку дороги с последующим внедрением в инфраструктуру учебно-лабораторного комплекса «Виртуальная железная дорога» (УЛК ВЖД).

Применение искусственного интеллекта в задачах управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте может изменить процессы принятия решений с учетом переноса управ-

ленческих функций, традиционно выполняемых только диспетчерским аппаратом.

В статье [1] задача управления пропуском поездов описана понятиями обучения с подкреплением, где пространством состояний  $S$  являются состояния участка, а пространством действий  $A$  – действия диспетчера, а именно его команды. При этом выработана стратегия  $\pi: S \rightarrow A$ .

В общем случае для данной задачи при дискретных пространствах состояний и действиях получим [1]:

$$A = \{0, 1, \dots, n\}, S = \{S^0, S^1, \dots, S^m\}, \\ s^i \in S^i, s^i = \{0, 1, \dots, k\},$$

где  $n$  – число действий (команд) диспетчера;

$m$  – число выбранных признаков для оценки состояния;

$k$  – число состояний признака.

Примем в качестве признаков состояния участка приведенные к номинальным типам множества:

$S^0$  – имя занимаемого/осво-  
бождаемого пути;

$S^1$  – занятость блок-участка;

$S^2$  – номер поезда;

$S^3$  – положение на станции;

$S^4$  – скорость поезда на участке;

$S^5$  – положение поезда на участке;

$S^6$  – опоздание прибытия;

$S^7$  – опоздание отправления.

Работа участка на УЛК ВЖД задается определенным сценарием, который определяет расписание движения поездов и фактическую длительность симуляции. Особенности реализации математических моделей участка не позволяют непосредственно использовать алгоритмы on-policy и off-policy, поэтому принят подход СЕМ [2], который заключается в отборе действий, приводящих к максимизации дисконтированной выгоды по критерию исполнения расписания без задержек.

Таким образом, получим задачу классификации с решающей функцией:

$$f: \mathbb{R}^d \rightarrow A.$$

Данные УЛК ВЖД могут поступать в ИНС из базы данных через специальный интерфейс, либо потоком при наступлении событий вида: освобождение/занятие

блок-участка, подача команды управления, прибытие/отправление поезда.

В таком случае имеем временной ряд состояний ( $s_t, t \in N$ ) и команд ( $a_t, t \in N$ ).

Исходя из этого, задачу классификации представим как построение функции  $f$ , которая по ряду состояний с глубиной истории  $p$  прогнозирует действие диспетчера:

$$a_t = f(s_{(t-1)}, \dots, s_{(t-p)}).$$

Целесообразно рассмотреть возможность разделения потока состояний на приводящие к команде и остальные, т.е. решить задачу бинарной классификации, как более простую. В таком случае метками классов являются наличие и отсутствие команды:  $A = \{1, 0\}$ .

Полной задачей будет многоклассовая (multiclass) классификация:  $A = \{0, 1, \dots, n\}$ .

Особенностью управления пропуском поездов, как отмечалось в [1], является большое количество событий и относительно малое количество команд диспетчера. Известно, что ИНС показывают лучшие результаты на сбалансированных выборках. В работе корректировка обучающей выборки с целью балансировки распределения классов выполнялась с помощью дублирования примеров миноритарного класса и метода ADASYN [3], который реализован в пакете Imbalanced-learn [4].

Для сохранения масштабируемости моделей ИНС и кода при внедрении на УЛК ВЖД после

балансировки данных признаки приводятся к текстовой строке.

Представим матрицу признаков  $X$  как вектор, компонентами которого являются вектор-строки:

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_m]$$

где  $x_i$  – вектор-строка признаков  $s_{(t-1)}, \dots, s_{(t-p)}$ .

Тогда функция преобразования  $x_i$  в строку имеет вид:

$$f: \mathbb{R}^n \rightarrow E,$$

где  $E$  – множество строк;

$f$  – функция, выполняющая приведение компонентов вектора к строковому типу данных с последующей конкатенацией (соединение нескольких строк символов в одну).

После конвертации признаков в текст с сохранением порядка выполнялась токенизация, т.е. замена конфиденциального элемента данных на неконфиденциальный эквивалент с помощью keras TextVectorization с параметром output\_mode равным «int» [5].

После преобразований получим обучающую выборку:

$$D = \{(e_i, a_i)\}_{i=1}^N$$

В работе рассмотрим модель полносвязной нейронной сети (БМ) с архитектурой (Fully connected network (FCN) model), показанной на рис. 1, и модель со сверточным слоем (СМ) (ANN model with a convolutional layer (CL)) на рис. 2. Обе модели разработаны авторами по материалам исследования.

На рисунках введены следующие обозначения слоев:

Embedding – слой векторного представления слов;

Normalization – слой пакетной нормализации данных;

Dropout – слой случайного отключения нейронов;

Convolution 1D – одномерный сверточный слой;

MaxPooling – слой глобального понижения разрешения со взятием максимума;

Linear – линейный слой.

Функции активации:

$$GELU [6]: GELU(x) = 0,5x (1 + \text{erf}(x/\sqrt{2}))$$

где erf – функция ошибок Гаусса;

$$\text{Sigmoid}: \text{sigmoid}(x) = 1/(1 + \exp(-x))$$

$$\text{Softmax}: \text{softmax}(x) = \exp(x - \max(x))/\sum(\exp(x - \max(x)))$$

Функция Sigmoid используется для бинарной классификации, Softmax – для многоклассовой.

Таким образом, в рамках поставленной цели требуется решение задач, таких как отбор признаков, оценка качества многоклассовой классификации разработанными моделями.

Отбор признаков осуществим решением задачи бинарной классификации с последовательным увеличением количества признаков  $S_i$  в выборке. Качество прогнозов оценим с помощью  $F_1$ -меры:

$$F_1 = 2TP/(2TP + FP + FN),$$

где TP – верные положительные ответы;

FP – ложные положительные ответы;

FN – ложные отрицательные ответы.

Как следует из полученных результатов, достаточно высокая точность достигается при использовании в модели всего трех

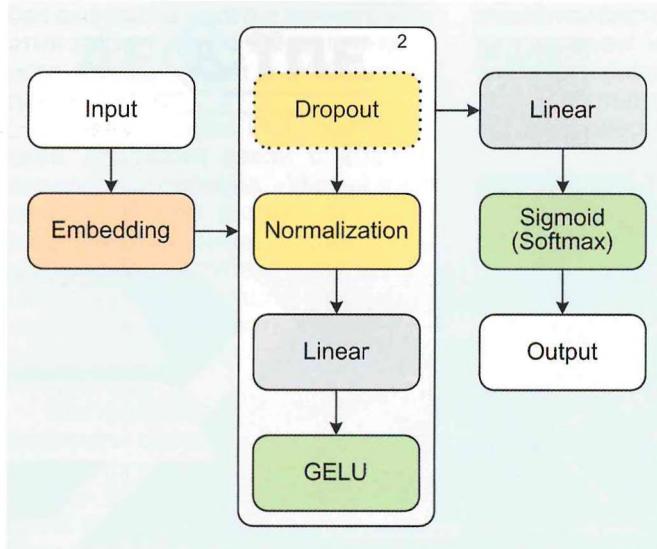


РИС. 1

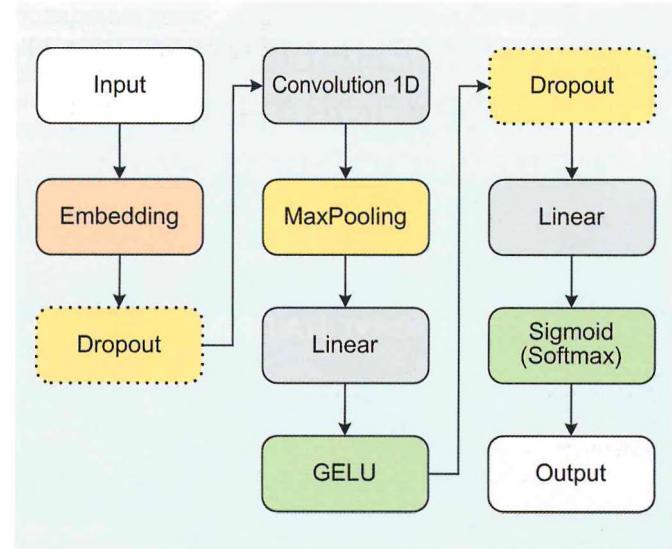


РИС. 2

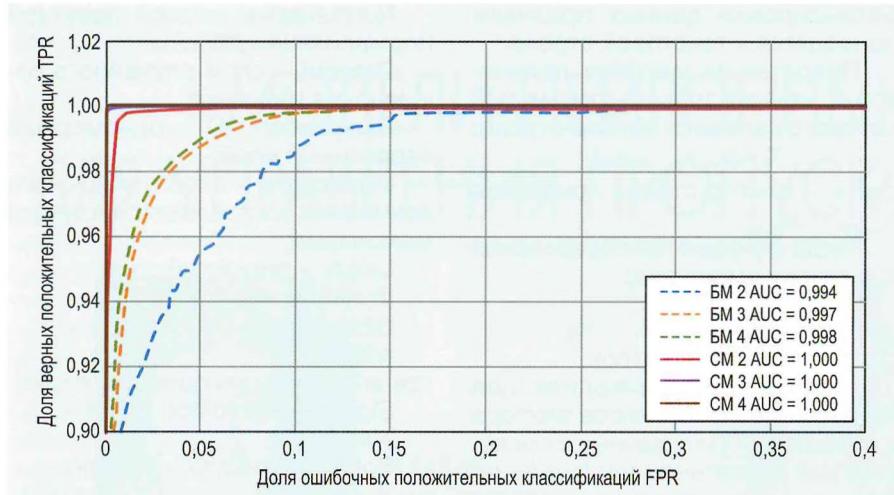


РИС. 3

признаков, а именно, имя занимаемого/освобождаемого пути, занятость блок-участка, номер поезда. Дальнейшее увеличение количества признаков слабо влияет на результат.

Метрики качества ROC-кривая и площадь под ROC-кривой AUC работы моделей в задаче многоклассовой классификации (Micro-averaged One-vs-Rest Receiver Operating Characteristic of multi-class classification) показаны на рис. 3. Числа после имени модели указывают на количество использованных признаков. Метрики качества в этом случае получены с помощью процедуры микроусреднения.

Представленные в работе подходы позволяют с высокой точностью решить задачу по выводу

команды диспетчера. При этом лучшие результаты достигаются моделью ИНС со сверточным слоем, которая имеет следующие параметры: количество фильтров в сверточном слое – 128, размер ядра – 5, количество нейронов в скрытом слое – 128.

Вычислительные эксперименты показали, что для получения приведенных результатов достаточно знать состояние, непосредственно предшествующее команде, т.е. длину истории временного ряда  $p = 1$ .

Проведенный отбор признаков указывает, что с практической точки зрения в моделях достаточно использовать имя занимаемого/освобождаемого пути, состояние блок-участка, номер поезда.

Показано, что балансировка

обучающей выборки в данном случае позволяет получить более стабильные и качественные результаты.

Предложенный в работе вариант преобразования признаков в текстовый формат позволяет упростить внедрение моделей, а также применять другие более сложные архитектуры при увеличении объема и сложности данных, в частности, трансформеры.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Булавин Ю.П., Игнатьева О.В. Обучение искусственных нейронных сетей с подкреплением // Автоматика, связь, информатика. 2024. № 11. С. 18–21. DOI: 10.62994/AT.2024.11.11.003. EDN: ORZJCD.

- Rubinstein R.Y., Kroese D.P. The cross-entropy method: a unified approach to combinatorial optimization, Monte-Carlo simulation and machine learning : information science and statistics. New York etc: Springer, 2004. 321 p.

- ADASYN: Adaptive synthetic sampling approach for imbalanced learning / H. He, Y. Bai, E.A. Garcia, Sh. Li [et al.] // 2008 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE World Congress on Computational Intelligence). 2008. Р. 1322–1328. DOI: 10.1109/IJCNN.2008.4633969.

- Lemaître G., Nogueira F., Aridas C.K. Imbalanced-learn: A Python toolbox to tackle the curse of imbalanced datasets in machine learning // Journal of Machine Learning Research. 2017. Vol. 18, № 17. P. 1–5.

- Chollet F. Keras // GitHub. 2015. URL: <https://github.com/keras-team/keras>.

- Hendrycks D. Gimpel K. Gaussian Error Linear Units (GELUs) / D. Hendrycks, 2023. Jun 23. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1606.08415>.

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ



**ЭЛТ ЗА**  
ОБЪЕДИНЕННЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ

### КОМПЛЕКС УСЛУГ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА



Реклама

# УМНЫЙ УЗЕЛ СВЯЗИ



**МЕДВЕДЕВ**  
Сергей Геннадьевич,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Хабаровская  
дирекция связи, отдел  
технического управления  
сети связи, начальник,  
г. Хабаровск, Россия



**ТКАЧЕВ**  
Иван Валерьевич,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Хабаровская  
дирекция связи, Тындинский  
региональный центр связи,  
заместитель начальника,  
г. Тында, Россия

**В настоящее время вопросы удаленного мониторинга, контроля и управления системами доступа в помещения, видеоконтроля их состояния, управления электропитанием оборудования связи и устройствами обогрева связевых комнат на постах ЭЦ требуют пристального внимания и развития. Особенно актуальны эти вопросы на постах ЭЦ разъездов, путевых постов и станций, где отсутствует круглосуточное дежурство дежурных по станциям, а управление системами железнодорожной автоматики осуществляется поездным диспетчером с помощью системы диспетчерской централизации.**

■ Инновационные технологии позволяют снизить трудозатраты обслуживающего персонала. Мониторинг и удаленное управление устройствами связи особо эффективны при отсутствии круглосуточного дежурства сменного персонала, удаленности раздельных пунктов от мест постоянного проживания работников, невозможности быстро добираться до места для определения причины неисправности и ее устранения. С помощью дистанционного контроля и управления возникшие проблемы зачастую разрешаются без выезда на место и личного участия работников РВБ регионального центра связи в устраниении повреждений.

В Тындинском РЦС Хабаровской дирекции связи с 2021 г. внедряется система «Умный узел связи». В нее входят системы видеонаблюдения; управления контролем доступа в дом связи; мониторинга и управления обогревом связевой комнаты поста ЭЦ и электропитанием устройств связи поста ЭЦ.

Контрольные и управляющие элементы системы мониторинга и удаленного управления располагаются в щитах электропитания (типа ШАВР) в связевых помещениях поста ЭЦ на путевых постах, разъездах и станциях. Они по-

зволяют управлять включением и отключением питающих фидеров в связевой комнате, электрическим обогревом помещения, освещением, а также передавать всю необходимую информацию по каналам связи на АРМ управления и информационную панель, расположенные в помещении Центра технического обслуживания (ЦТО) Тындинского РЦС.

Одним из объектов, где реализована система «Умный узел связи», является дом связи станции Тында. В помещении ЛАЗа располагаются управляющие и исполнительные элементы систем управления электропитанием и защитным отключением, термоконтролем входного тамбура, открытием и блокировкой входных дверей, видеоконтролем,

домофоном для голосовой связи со старшим смены ЦТО.

Основным управляющим элементом в этой схеме служит программируемое реле ПР-200 на 24 канала ввода/вывода. Также система «Умный узел связи» имеет стык с пожароохранным комплексом S2000 (Сигнал 20П). В случае возникновения пожара она выполнит отключение электроснабжения и разблокировку всех дверей объекта.

Одним из важных условий бесперебойной работы оборудования связи является эксплуатация аккумуляторных батарей, расположенных в телекоммуникационных шкафах и предназначенных для резервного электропитания устройств связи в случае отклю-



Рабочее место старшего смены ЦТО

чения внешних фидеров электроснабжения автоблокировки и продольного энергоснабжения.

От состояния источника резервного электропитания зависит продолжительность работы систем связи в аварийном режиме. Поэтому большое внимание уделяется температуре, при которой работают аккумуляторные батареи. Сильное охлаждение и сверхнормативный нагрев банок АКБ оказывают негативное воздействие на емкость батареи и, как следствие, на продолжительность ее использования как резервного источника питания. Для контроля температурного режима АКБ на них устанавливаются температурные датчики, которые подключаются к модулю МДК-М5Т для передачи информации о состоянии АКБ дежурному персоналу.

В рамках программ развития Восточного полигона ОАО «РЖД» и БАМ-2 на Дальневосточной дороге осуществляется модернизация существующих постов ЭЦ с заменой систем СЦБ. Параллельно происходит замена оборудования и устройств связи. В новых современных постах ЭЦ оборудование размещается в модульных сооружениях, оснащенных системами жизнеобеспечения помещений. Однако все они имеют локальное предназначение. Здесь отсутствует техническая возможность контроля и управления удаленно из ЦТО. В связи с этим возникла идея технической доработки проектных решений в части расширения их возможностей, а также сокращения производственных потерь в

нерабочее время для обслуживающего персонала.

Специалисты Тындинского РЦС разработали систему жизнеобеспечения узла связи на путевых постах, разъездах и станциях, где установлены новые модульные контейнеры. Она монтируется в запроектированных щитах энергоснабжения типа ШАВР, а в существующих связевых помещениях – во вновь установленных щитах электропитания.

В состав разработанной схемы диагностики и управления вошли:  
локальная панель управления Kinco GL070;

управляемые автоматы Modbus 16А для защитного отключения панелей обогрева;

источник постоянного тока 48/24 В;

термоконтроллер для работы с цифровыми датчиками DS18B20;

твердотельные реле, с помощью которых осуществляется управление панелями обогрева связевой, а также управление

другими силовыми системами (кондиционирование и др.);

программируемое реле ПР-200, которое служит для мониторинга и управления системами жизнеобеспечения;

реле управления освещением.

Внедряемые инновационные решения видеонаблюдения в связевой позволяют проводить предварительную диагностику состояния оборудования по световой индикации и анализировать «симптомы» неисправности для принятия решения по способу «лечения» неработоспособности оборудования; осуществлять возможность удаленной консультации электромехаников в ходе устранения неисправности в режиме онлайн, а также круглосуточный мониторинг за доступом в помещение и состоянием оборудования. При этом все данные сохраняются в архиве записей видеонаблюдения.

Система управления освещением позволяет электромеханику (локально) и старшему смены ЦТО



Информационное табло системы видеонаблюдения и управления доступом в дом связи станции Тында

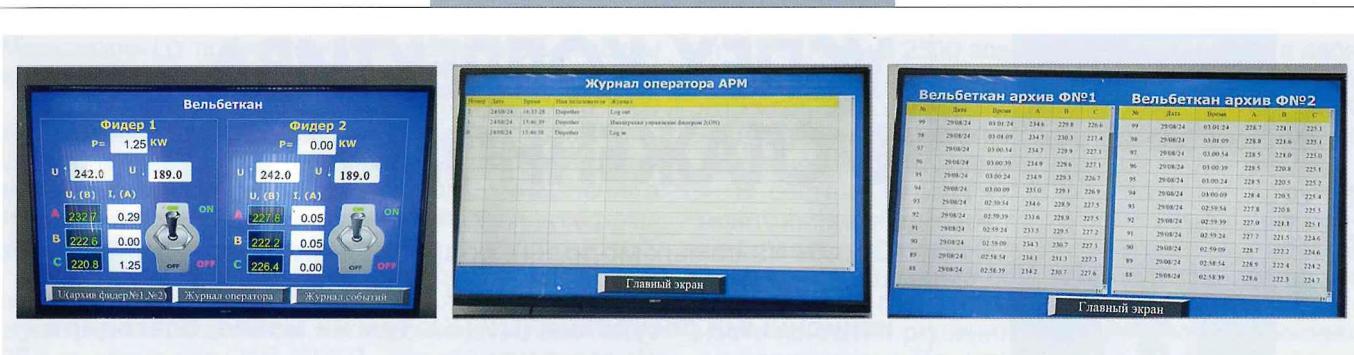
До модернизации



После модернизации



Запроектированные щиты энергоснабжения ШАВР до и после модернизации



Интерфейс системы управления энергоснабжением узла связи на АРМе старшего смены ЦТО

(дистанционно) управлять освещением в комнате связи. Штатное управление освещением осуществляется электромехаником через стандартный выключатель и реле освещения в силовом щите ШАВР. При необходимости дистанци-

онное управление освещением может выполнить старший смены ЦТО, отправив соответствующую команду с АРМ.

Система управления обогревом помещения с помощью программируемого реле ПР-200 следит за температурным режимом, основываясь на данных двух температурных датчиков, установленных в помещении и на улице. Такой контроль исключает возможность излишнего перегрева или переохлаждения помещения. Информация о температуре передается на локальную панель управления Kinco GL070 в связевой, а также на АРМ старшего смены на станции Тында.

Кроме этого, старший смены ЦТО имеет возможность управлять энергоснабжением подключенных к мониторингу узлов связи. Для этого реализован следующий функционал:

контроль потребляемой мощности устройствами от основного фидера;

настройка верхнего и нижнего порогов автоматического отключения фидера (этот функционал позволяет в случае отключения

фидера при превышении/понижении установленного порога удаленно включить управляемый автоматический выключатель и дистанционно изменять пороги величин рабочего и защитного напряжения, при этом действия старшего смены фиксируются в журнале оператора);

контроль напряжения и тока фидеров по фазам;

дистанционное включение и отключение фидеров;

возможность просмотра архива измерений по обоим фидерам с периодичностью один раз в 15 мин;

возможность просмотра журнала событий по обоим фидерам.

Мониторинг состояния оборудования и узлов связи на постах ЭЦ и в домах связи с использованием инновационной системы управления «Умный узел связи» способствует бесперебойному обеспечению услугами связи внутренних и внешних абонентов ОАО «РЖД». Внедрение удаленного контроля повысило эффективность обслуживания устройств, сократив при этом количество выездов РВБ при возникновении нештатных ситуаций.



Новые ШАВР для размещения системы контроля и управления в связевых помещениях, где не установлены модульные контейнеры

## ЦИФРОВОЙ АРХИВ АСИ

**А мы к вам с отличными новостями! Теперь у нашего журнала «Автоматика, связь, информатика» появился полноценный цифровой архив!**

**Все выпуски журнала за его столетнюю историю доступны по ссылке**

<https://asi.npsrail.ru>



- Ищите отдельные статьи или номера журналов с поиском по авторам, выпускам или годам
- Скачивайте журналы
- Расширяйте кругозор и пополняйте «копилку» знаний, читая наш журнал

**Уникальная информация о развитии железнодорожной автоматики, связи и информатизации, изобретениях, интересных людях и событиях стала доступнее и ближе!**

**Благодарим за поддержку при создании архива ГК «Наципроектстрой».**



ЧИКМАРОВ

Андрей Владимирович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Центр управления  
телеинформатическими  
ресурсами, первый заместитель  
начальника, Москва, Россия

## УСПЕХ КОЛЛЕКТИВА В СЛАЖЕННОМ ТРУДЕ

Одним из самых молодых подразделений Центральной станции связи является Центр управления телекоммуникационными ресурсами (ЦУТК). Тем не менее, благодаря применению современных технических средств и технологий, рациональной организации производства, сплоченной работе коллектива ЦУТК практически постоянно занимает лидирующие позиции в соревновании филиалов и структурных подразделений ОАО «РЖД» и ЦСС. О функциях и задачах, выполняемых ЦУТК, рассказывает эта статья.

■ Возросшие объемы передаваемой информации, а также расширение взаимодействия подразделений ОАО «РЖД» потребовали глубокой модернизации сетей связи и в первую очередь объединения их в единую сеть.

Управлять по сути вновь созданной сетью связи было невозможно в границах отдельных дорог, требовалось внедрение инструментов контроля и мониторинга, обеспечивающих комплексное предоставление сервисов и услуг всем потребителям компании, в том числе при проведении регламентных, плановых и аварийно-восстановительных работ. Организация этой деятельности была возложена на ЦУТК. Были созданы три экстерриториальных центра управления сетью связи: в Москве, Екатеринбурге и Иркутске.

Главная цель новой структуры – повышение качества телекоммуникационных услуг, предназначенных для организации управления перевозочным процессом и для работы инфраструктурного комплекса компании.

■ Центр управления централизованными сетями связи в Иркутске был запущен в 2018 г. Первоначально на него были возложены функции мониторинга и администрирования оборудования вторичных сетей и контроль эксплуатации системы дистанционного контроля медноожильных кабельных линий посредством модулей МДК-М1. Однако практика показала, что при таком подходе невозможно реализовать современные принципы катастрофоустойчивого управления взаимоувязанной сетью связи ОАО «РЖД».

В 2021 г. были выполнены мероприятия по передаче функций управления централизованными системами связи между центрами управления Иркутск и Екатеринбург по территориальному принципу: 8 дирекций зоны Восток – ЦУ Иркутск, 8 дирекций зоны Запад – ЦУ Екатеринбург. В настоящее время под управлением ЦУ Иркутск находится более 19 тыс. единиц оборудования единой транспортной сети связи, настроено около 40 тыс. каналов связи на системах SDH и ВСТСПД, проведено 11,5 тыс. плановых работ на оборудовании и линиях связи транспортной сети.

За прошедший период под руководством специалистов этого центра на восточном полигоне ОАО «РЖД» в эксплуатацию введена система высокоскоростной сети передачи данных ВСТСПД, обеспечивающая работникам линейных подразделений доступ к информа-

ционным системам управления технологическими процессами на инфраструктуре дорог, а также система оперативно-технологической связи с пакетной коммутацией каналов IP OTN, которая предоставляет абонентам новый уровень сервиса с высокой степенью надежности и система когерентной транспортной сети на базе оборудования DWDM/OTN 100G.

■ Центр управления централизованной сетью связи в Екатеринбурге был открыт в 2019 г. Он выполняет мониторинг и администрирование более 20 тыс. единиц оборудования первичной и вторичной сетей с централизованным управлением в границах дирекций связи Западного полигона. За это время настроено более 45 тыс. каналов связи на системах SDH, ВСТСПД и СПД OTN, выполнено свыше 27 тыс. работ на оборудовании и линиях связи транспортной сети.

Специалисты ЦУ Екатеринбург приняли активное участие в строительстве ВСТСПД и произвели конфигурацию более 3,5 тыс. сетевых элементов на вновь строящейся сети, ввели в эксплуатацию участки сети WDM/SDH в границах дирекций связи полигона Запад, настроили систему когерентной транспортной сети на базе оборудования DWDM/OTN 100G между ЦОДами Москва и Екатеринбург, что увеличило быстродействие сети передачи данных в 10 раз. Специалисты этого центра разработали и провели мероприятия по повышению надежности всех магистральных каналов связи, оптимизировали управление плановыми работами на магистральной сети, регламентировали процесс формирования заявок на организацию каналов.

Централизованное управление сетью связи позволило в режиме реального времени иметь информацию обо всех эксплуатируемых средствах, контролировать техническое состояние сети, минимизировать время реализации услуги по заявке потребителя. Стало возможным прогнозирование негативных тенденций состояния оборудования с предупреждающей заменой блоков и устройств.

■ Запуск Центра управления сетью связи в Москве состоялся в конце 2020 г. Помимо транспортной сети, обеспечивающей передачу информации между потребителями, большое внимание в ЦУТК уделяется инфраструктуре, предназначенному для создания пользовательских сервисов. С целью их реализации

Московский ЦУ принял в эксплуатацию ЦОДы Москвы и Екатеринбурга.

Оборудование ЦОДов включает в себя около 1500 виртуальных машин, расположенных на разных площадках и физических серверах с операционной системой Windows, Linux и др. При этом большое значение в процессах корпоративного управления заняла система унифицированных коммуникаций.

Принята в эксплуатацию платформа мобильной корпоративной телефонии МКТ на базе программного обеспечения Cisco Jabber, к которой подключено более 26 тыс. абонентов ОАО «РЖД» по всей сети дорог. На платформе МКТ ежедневно проводится до 2000 конференций, а в течение месяца – более 30 000.

При реализации политики импортозамещения для повышения эффективности корпоративных коммуникаций создана Система унифицированных коммуникаций на базе российского программного обеспечения IVA R (система IVA R). Она предназначена для открытых совещаний и конференций и развернута на 50 виртуальных серверах.

Благодаря слаженной работе специалистов ЦУТК и дирекций связи за последние пять лет удалось повысить эффективность технического управления инфраструктурой сети связи, оптимизировать технологические процессы контроля и управления, сократить издержки за счет ускорения информационного взаимодействия и принятия решений на всех уровнях управления, обеспечить возможность быстрой адаптации процессов технического управления к изменениям структуры и конфигурации.

Дальнейшее развитие ЦУТК сосредоточено на переходе от инфраструктурного к ресурсно-сервисному управлению сетью, ориентированному на бесперебойное предоставление услуг конечным потребителям с консолидацией параметров состояния сети и сервисов.

Для координации и непрерывного контроля производственных процессов в ЦУТК создан отдел оперативного контроля и мониторинга (ОКМ). Его основная задача заключается в координации деятельности подразделений с целью обеспечения бесперебойности производственных процессов.

При этом на платформе центрального вычислительного комплекса ЦВК развернуты и введены в промышленную эксплуатацию такие ИС, как унифицированная платформа WEB-коммуникаций IVA MCU, система оперативного контроля и управления технологическими сетями, единая система мониторинга и администрирования, комплекс технических средств оперативно-розыскных мероприятий и др. ЦВК состоит

из более чем из 2500 элементов, включающих в себя ЦОД (физические и виртуальные серверы, дисковые массивы) и программно-технический комплекс ПТК (операционные системы, прикладное программное обеспечение, базы данных).

В составе отдела ОКМ сформирована группа мониторинга и администрирования (ГМА). Она осуществляет круглосуточную поддержку пользователей и администрирование оборудования сети передачи данных ЦСС, что положительно влияет на оперативность принятия решения и устранение выявленных неисправностей. Зачастую специалисты группы еще до обращения пользователей приступают к устранению проблемы, связанной с работоспособностью оборудования СПД, выявленной средствами мониторинга. В результате за прошедшие годы отказов 1-й, 2-й и 3-й категорий оборудования, а также технологических нарушений допущено не было.

Отдел координации расчетов и абонентской деятельности ЦУТК возглавляет абонентскую структуру в ЦСС. Одна из его приоритетных функций состоит в оперативном и своевременном решении возникающих задач с учетом меняющихся требований законодательства РФ.

Специалисты отдела стремятся постоянно учитывать тенденции развития телекоммуникационных технологий с целью удовлетворения потребностей пользователей.

За последние годы отделом выполнены многие ключевые задачи. Так, проведен комплекс мероприятий по реализации требований Федерального закона № 54-ФЗ с учетом изменений 2019 г. в части формирования фискальных чеков физическим лицам. Внедрен юридически значимый электронный документооборот по обмену первичными учетными документами в рамках заключенных договоров. С появлением новых требований Министерства цифрового развития РФ по регистрации корпоративных сотовых телефонов в ЕСИА на портале Госуслуг разработаны документы, разъясняющие необходимость и порядок регистрации в системе абонентских данных.

В связи с повышением уровня клиентаориентированности внутри компании и изменением требований, предъявляемых в области подвижной радиотелефонной связи, были разработаны и утверждены Правила использования работниками ОАО «РЖД» услуг подвижной радиотелефонной связи.

По итогам конкурсных процедур заключены централизованные договоры на закупку услуг подвижной радиотелефонной связи для специалистов ОАО «РЖД», а также услуг по СМС-информированию по специальным единым тарифам. Введена альтернативная система оплаты услуг связи для физических лиц через сайт ОАО «РЖД». С ПАО «Ростелеком» подписаны соглашения о сотрудничестве и защите информации.

Отдел абонентского обслуживания и коммерческой работы занимается предоставлением и учетом услуг, оказываемых аппарату управления, структурным подразделениям и филиалам ОАО «РЖД» с использованием собственных систем технологической связи, арендованных средств и линий связи, а также юридическим и физическим лицам – при наличии свободных мощностей.

За годы деятельности в составе ЦУТК отделом внедрены две новые услуги: «электронный факс» для служебных абонентов и мобильная корпоратив-



ЦУ Иркутск



Центр управления спутниковой связью



Контакт-центр

ная телефония (МКТ). По услуге МКТ в Централизованную автоматизированную систему обработки данных и расчетов АСР занесено 4 тыс. номеров для служебных абонентов, разработан тариф на услугу для коммерческих абонентов, заключены договоры по продаже номеров МКТ.

Совместно с филиалами и структурными подразделениями выполнена проверка и подтверждение более 2200 корпоративных служебных сотовых номеров и около 36 тыс. номеров ремонтно-оперативной радиосвязи в рамках исполнения требований Федерального закона № 533-ФЗ. На постоянной основе поддерживается актуальное состояние абонентской базы АСР. При этом показатель качества соответствует заданным требованиям.

Начало организации центра управления спутниковой связью ЦУСС было положено в 2011 г. Тогда было разработано устройство, с помощью которого организовывалась видеоконференцсвязь в полевых условиях, а также центр технической поддержки для управления такими устройствами. В течение прошедших лет сервис по предоставлению видеоконференцсвязи с местом аварийно-восстановительных работ активно развивался, создавались новые схемы подключения, тестировались различные варианты оборудования, подключались дополнительные услуги. В настоящее время этот центр входит в состав ЦУТК, имеет четыре территориально разнесенных видеосервера и организованный стык с МКТ и системой мгновенного обмена сообщениями ЕКС МОС. Специалисты ЦУСС участвуют в разработке технических заданий и последующем тестировании нового оборудования. Для обмена файловой информацией развернуты два ftp-сервера.

Сеансы видеоконференцсвязи проводятся с использованием мобильных комплексов видеоконференцсвязи (МКВКС) по спутниковому или проводному каналу с любой точки полигона ОАО «РЖД». В комплексе МКВКС реализована функция подключения беспилотного воздушного судна БВС, видеотрансляция с которого может передаваться лицам, участвующим в ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. Сегодня более 90 % восстановительных поездов оснащены комплектами МКВКС и БВС. Передвижные узлы в дирекциях связи также оборудованы комплектами МКВКС и БВС.

В 2022 г. ЦУСС претерпел значительную модернизацию. Было смонтировано новое оборудование, заменены и добавлены ПК и др. Это позволило расширить перечень и улучшить качество предоставляемых услуг.

В ЦУТК входит и цех телеграфа, который является неотъемлемой частью большого телекоммуникационного ресурса ОАО «РЖД». Хотя этот вид связи считается ветераном в области передачи информации, тем не менее он по-прежнему востребован и в наши дни не теряет своей актуальности.

Объем обрабатываемой телеграфом корреспонденции весьма разнообразен. Это не только телеграммы, но и факсимильные и электронные сообщения, которые поступают в адреса должностных лиц ОАО «РЖД». Их объем достигает более 18 тыс. в месяц.

Внедрение новых технологий в телеграфную связь предъявляет к знаниям и умениям сотрудников телеграфа большие требования. Так, для обработки телеграфной и иной корреспонденции телеграфист должен хорошо знать многие информационные системы ОАО «РЖД» и уметь в них работать. От его компетентности зависит слаженность действий при обработке оперативной служебной информации с целью обеспечения эффективной деятельности подразделений, связанной с перевозками пассажиров, грузов и безопасностью движения поездов.

Технический персонал телеграфа совместно с дирекциями связи занимается унификацией телеграфной сети и переходом на современные способы обмена документальной корреспонденцией. Из эксплуатации уже выведены более 70 телеграфных шлюзов ТКС «Вектор-2000», а также вся аналоговая каналаобразующая аппаратура и оконечное телеграфное оборудование. Оконечные абонентские телеграфные установки подключены непосредственно к ТКС «Вектор-2000» с помощью плат СМЦТ-8, СМА4-4 и мультиплексоров СМК-30. Организована телеграфная связь по IP-каналам со всеми железнодорожными администрациями стран СНГ, Балтии и Грузии.

Проведено резервирование телеграфной сети на пунктах управления дорог, что позволило наладить открытую телеграфную связь и организовать передачу сообщений между всеми пунктами управлений внутри сети и расформировать высвободившиеся 45 аналоговых каналов. За счет перевода на IP-телеграфию организовано подключение рабочих мест телеграфа к резервному серверу ЦУТК в Новосибирске. Это значительно повысило живучесть сети. Разработаны технические решения и схема резервирования телеграфной связи через интернет с использованием USB-модемов, а также резервирование рабочих мест телеграфистов на пунктах управлений железных дорог по каналам ВСТСПД, что дополнительно улучшило качество и надежность телеграфной сети.

Еще одним современным техническим решением стало внедрение для нужд аппарата управления, филиалов и структурных подразделений ОАО «РЖД» факсимильного сервера, к которому сегодня подключены более 600 абонентов. Посредством факсимильного сервера возможно отправлять и принимать сообщения с помощью корпоративной электронной почтовой системы, осуществлять рассылку корреспонденции нескольким адресатам в автоматическом режиме. Намечено в этом году масштабировать данный сервис на всю сеть ОАО «РЖД» с подключением абонентов дорог.

Коллектив телеграфа не единожды становился победителем в соревновании бригад, участков и смен. Благодаря его сплоченной работе обеспечивается бесперебойная телеграфная связь ОАО «РЖД».

Для повышения эффективности внешних коммуникаций, удовлетворенности клиентов и совершенствования технологических процессов абонентского обслуживания в 2017 г. в ЦСС были сформированы пять территориально-распределенных контакт-центров, осуществляющих поддержку абонентов в круглосуточном режиме по бесплатным единым телефонным номерам. Причем входящие звонки распределяются динамически на первого свободного оператора без привязки к полигону обслуживания.

На сегодняшний день обработку обращений выполняют две функциональные группы операторов: первая обрабатывает обращения абонентов услуг связи ЦСС; вторая – обращения сотрудников ОАО «РЖД» по социально-кадровым вопросам, поступающим на Единый информационный ресурс «Горячая линия».

Прием входящих звонков, регистрация и учет обращений производятся с помощью Модуля оператора контакт-центра на базе аппаратно-программного комплекса Автоматизированной системы информирования абонентов АСИА, интегрированной с основными производственными системами ЦСС. Для информирования абонентов используются голосовые роботы и интерактивное голосовое меню (IVR-меню). При этом операторы ежегодно обрабатывают около 1500 тыс. обращений пользователей услуг и 45 тыс. обращений сотрудников ОАО «РЖД» по социально-кадровым вопросам.

Управление информационно-справочным и сервисным обслуживанием абонентов, а также координацию деятельности территориально-распределенных контакт-центров выполняет отдел информационно-справочного и сервисного обслуживания (в Москве). Кроме того, он отвечает за методологическую поддержку, обеспечение ключевых показателей эффективности и совершенствование бизнес-процессов по обработке обращений клиентов.

По итогам 2024 г. основные ключевые показатели эффективности работы контакт-центра таковы: средний процент «потерянных» обращений составляет 0 % (целевое значение не более 1 %), среднее время нахождения абонента в очереди 0 с (целевое – не более 10 с), уровень обслуживания абонентов 100 % (целевое – не менее 95 %), индекс удовлетворенности клиентов 97 % (целевое – не менее 85 %).

Эффективную защиту от внутренних и внешних угроз сетевой инфраструктуры в ЦУТК обеспечивает отдел сетевой безопасности. Организована круглосуточная смена, основные задачи которой состоят в том, чтобы следить за соблюдением требований информа-

ционной безопасности, выявлять угрозы сетевой безопасности и применять меры по их устранению. На круглосуточной основе осуществляется мониторинг деятельности пользователей, доступ к информационным ресурсам и системам ЦСС, оперативное реагирование при выявлении уязвимостей с принятием корректирующих мер, а также администрирование и сопровождение средств криптографической защиты информации.

Одновременно с этим реализуется управление межсетевыми экранами, аппаратными средствами защиты информации и системами анализа трафика; проводится аудит сети на выявление уязвимостей на инфраструктуре ЦСС с помощью сетевых сканеров и систем анализа трафика. Кроме того, производится анализ прикладного программного обеспечения рабочих станций на соответствие реестру и решаемым задачам, антивирусного программного обеспечения во внутрикорпоративных сетях, а также анализ и устранение уязвимостей согласно рекомендациям ФСТЭК и НКЦКИ.

Цех эксплуатации международной телефонной станции наряду с цехом телеграфа является одним из старейших. В настоящее время он входит в состав ЦУТК. Специалисты цеха занимаются предоставлением услуг ручной международной телефонной связи сотрудникам аппарата управления, структурным подразделениям, филиалам ОАО «РЖД» и сторонним структурным подразделениям на основе возмездных договоров. В среднем в год исполняется около 500 тыс. заказов.

Сектор по разработке дистанционных курсов обучения – одно из «молодых» подразделений ЦУТК, созданное в 2022 г. За прошедшие три года специалисты сектора разработали темы более 100 дистанционных курсов, обучение на которых прошли почти 150 тыс. слушателей.

Ключевая задача сектора – проводить короткие занятия по 15–20 мин, легкие для восприятия, но при этом приносящие пользу. Чтобы люди могли повышать свою квалификацию и знания, не тратя на это много времени. Курсы интересны специалистам разного профиля. К примеру, серия курсов по настройке Cisco Jabber востребована многими сотрудниками.

Следует отметить, что сектор с первых дней занял лидирующее место среди групп СДО всех филиалов. Они в постоянном контакте с лучшими экспертами-практиками ЦСС всей России. Короткие сроки разработки, хорошее качество, высокий оценочный балл характеризуют деятельность сектора. На слетах разработчиков дистанционных курсов сотрудники сектора участвуют не как слушатели, а как спикеры. Только за последний год они провели четыре дистанционных мастер-класса по вопросам создания качественных электронных материалов. Сектор стал полигоном для тестирования новых продуктов, например конструктора ДК Leenda. В короткий срок освоив новый инновационный продукт, специалисты стали транслировать свой опыт работы коллегам. Коллектив сектора первым среди разработчиков курсов ОАО «РЖД» применил искусственный интеллект, сотрудники подали и внедрили несколько рационализаторских предложений по работе с нейросетью.

В заключение отметим, что сотрудники ЦУТК трудятся с должным усердием и профессионализмом, постоянно совершенствуют свои знания и навыки работы для достижения намеченных целей и реализации инновационных идей.



**БАЙБОРИН**  
Роман Васильевич,  
ОАО «РЖД», Центральная  
дирекция инфраструктуры,  
Шадринская дистанция СЦБ,  
главный инженер,  
г. Шадринск, Россия

## ДЕЙСТВУЮТ КАК ЕДИНЫЙ МЕХАНИЗМ

В прошлом году в сетевом соревновании III квартала лучшей была признана Шадринская дистанция СЦБ. Шадринцы не в первый раз держат пальму первенства. Дистанция – небольшая, относится к 3 группе, является эксплуатационной и занимается только обслуживанием устройств ЖАТ. Но основную свою задачу – не допустить отказов технических средств и обеспечить безопасность движения поездов – коллектив дистанции выполняет на отлично.

■ Дистанция связи появилась в Шадринске вместе с организацией Южно-Уральской дороги, которая выделилась из состава Пермской дороги в августе 1934 г. В разные периоды она входила в состав Синарской, Курганской и Шумихинской дистанций сигнализации и связи. Но в 1965 г. окончательно переехала со станции Шумиха в Шадринск.

Главный инженер дистанции А.В. Кузинский в 2004 г. писал в своих мемуарах: «Если человек переехал на новое место жительства, то он не становится другим человеком и не начинает новый отчет своего возраста. Так и дистанция считает своим местом

рождения станцию Шумиха Южно-Уральской дороги, а место прописки в настоящее время – станция Шадринск».

Сегодня Шадринская дистанция СЦБ является эксплуатационной и занимается только обслуживанием устройств ЖАТ на участках Курган – Каменск-Уральский и Курган – Челябинск. Ее протяженность более 400 км. Техническая оснащенность составляет более 106,66 техн. ед. Все перегоны оборудованы автоматической блокировкой. Электрической централизацией оснащена 21 станция с включенными в нее 432 стрелками. В ведении дистанции 49 переездов, оборудованных автоматической переездной сигнализацией АПС. Также СЦБисты обслуживают 38 постов КТСМ.

В дистанцию входят 9 линейных бригад, в распоряжении которых находятся 7 автомобилей. Линейный штат занимается строительно-монтажными работами, заменой перемычек, установкой и заменой технических устройств и напольного оборудования.

В прошлом году специалисты дистанции выполнили также работы по повышению уровня киберзащищенности микропроцессорной централизации на двух станциях. Взамен отработавших свой срок микропроцессорных устройств установили новые на базе отечественных комплектующих.

На сегодняшний день в штате предприятия 85 сотрудников, и укомплектованность кадрами составляет 100 %. Текущая ка-

ров в прошлом году составила 10,8 %.

В дистанции ценят образованных сотрудников: 34 человека имеют высшее образование и 42 – среднее профессиональное. За безупречную работу СЦБистам были присвоены классные звания: «Электромеханик I класса» получили 14 человек (4 старших электромеханика, 10 электромехаников); «Электромеханик II класса» – 4 человека (1 старший электромеханик и 3 электромеханика).

Есть в дистанции и герои труда. В 2022 г. старший электромеханик Ю.А. Кузнецов был награжден медалью ордена «За



Электромеханики А.В. Климов и К.М. Морозов выполняют работу по измерению переводных усилий электропривода



Электромеханики А.Е. Коркенлендер и А.Н. Васильев проверяют внутреннее состояние электропривода



Награждение Ю.А. Кузнецова медалью ордена «За заслуги перед Отечеством»



Старший электромеханик  
Д.В. Недомец



М.С. Мехонцев на рабочем месте

заслуги перед Отечеством» 2 степени. Трудовую деятельность на железнодорожном транспорте Юрий Анатольевич начал в 1985 г. электромонтером. Он зарекомендовал себя высокопрофессиональным и инициативным специалистом, требовательным руководителем, способным оперативно принимать грамотные решения для достижения поставленных целей. О высоком уровне профессионального мастерства говорит присвоение Юрию Анатольевичу в 2013 г. классного звания «Электромеханик I класса», которое он успешно подтверждает каждый год.

Благодаря грамотному руководству на вверенном Ю.А. Кузнецовой участке за последние пять лет отсутствуют отказы технических средств, технологические нарушения, а устройства ЖАТ и эксплуатационная документация содержатся в образцовом состоянии. Главное в деятельности руководителя – безупречное отношение к своим должностным обязанностям и воспитание этого качества у подчиненных. Созданная Юрием Анатольевичем атмосфера товарищества и взаимопонимания способствует тому, что в коллективе на протяжении многих лет отсутствуют текучесть кадров, случаи производственного травматизма, нарушения трудовой и производственной дисциплины.

Гордостью коллектива является и старший электромеханик Д.В. Недомец. Его стаж работы на железнодорожном транспор-

те – 20 лет. Денис Валерьевич в 2021 г. стал победителем регионального чемпионата «World Skills» на Южно-Уральской дороге, а через год он занял почетное 3-е место во всероссийском чемпионате «World Skills».

Денис Валерьевич продуманно и взвешенно подходит к выполнению каждого процесса по обслуживанию устройств ЖАТ на своем участке. Грамотная организация труда, четкое соблюдение технологических процессов, постоянный контроль за состоянием устройств позволяют сдерживать их в отличном состоянии. О высоком уровне профессионального мастерства свидетельствует факт присвоения Д.В. Недомец в 2020 г. классного звания «Электромеханик II класса», а в 2022 г. – «Электромеханик I класса».

Как технически грамотный специалист, он ежегодно участвует в разработке программ и технологий переключения на новые устройства, в совершенствовании действующих технологических процессов. Причем он внедряет и собственные разработки, среди которых: самофиксирующий болт, крепление номенклатуры реле, освещение для релейного шкафа типа ШКН и др. По этим рационализаторским предложениям были изданы информационные карты.

Нельзя обойти стороной и вклад в деятельность дистанции старшего электромеханика М.С. Мехонцева, который в прошлом году был награжден Благодарностью Министра транспорта РФ.

Трудовую деятельность Михаил Сергеевич начал в 1993 г. электромехаником. Он зарекомендовал себя специалистом высокой квалификации, профессионалом своего дела, требовательным и инициативным руководителем. Михаил Сергеевич осуществляет оперативный контроль работы дистанции, проводит мониторинг бесперебойной работы технических средств, принимает грамотные решения для достижения поставленных целей и находит новые подходы к решению проблем в сложных ситуациях. Им освоены автоматизированные системы диспетчерского контроля, диагностических средств устройств микропроцессорной централизации, оперативного анализа отказов, повреждений и неисправностей устройств, системы учета случаев сбоев и неисправностей устройств автоматической локомотивной сигнализации, системы учета выполнения работ и устранения замечаний в Единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой.

Михаил Сергеевич руководит диспетчерским аппаратом дистанции в составе 8 человек. Они обеспечивают диспетчерское руководство дистанции и занимаются диагностированием устройств ЖАТ. Установленный М.С. Мехонцевым благоприятный морально-психологический климат способствует обеспечению высокого уровня работы. Об этом свидетельствует и снижение уровня отказов технических



СЦбисты на чемпионате профмастерства в г. Орск (2024 г.)



На ежегодном волейбольном турнире памяти В.М. Слосмана

средств всех категорий, технологических нарушений, снижение времени задержек поездов, а также случаев производственного травматизма.

Рационализаторская деятельность в дистанции, без преувеличения сказать, бьет ключом. В 2023 г. в ней активно участвовали 53 рационализатора, причем 40 % из них были в возрасте до 35 лет. Было зарегистрировано 83 рацпредложения, 70 из которых получили «зеленый свет». Экономический эффект от их внедрения составил 386,75 тыс. руб.

Среди лучших рационализаторских предложений можно выделить следующие.

Д.В Недомец и А.В Климов разработали удлинитель щупа измерительного прибора. Положительным обстоятельством от внедрения рацпредложения стало повышение эффективности труда. Совместно с К.М. Морозовым

Д.В Недомец усовершенствовал обогрев маневровой колонки переезда. В этом случае положительным фактом стало повышение безопасности движения поездов.

Д.С. Богачев выдвинул рабочее предложение «Восстановление аккумуляторной батареи BTR-08 Fujikura FSM-60S». Экономический эффект от его внедрения составил почти 30 тыс. руб.

Д.А. Матис представил «Временный шкаф входного светофора для станций с системой МРЦ-9», внедрение которого также способствовало повышению безопасности движения поездов.

В прошлом году среди лучших рационализаторских предложений необходимо отметить такие, как «Антивандальная защита мачтового светофора» (авторы А.В. Климов и К.М. Морозов), «Дополнительная изоляция монтажного провода на релейном ставиве» (авторы Н.В. Вепрев и Е.Ф. Смирнов), «Обволакивание металлических креплений линзо-вого комплекта» (И.Б. Хопта).

Ежегодно в дистанции проводятся конкурсы по номинациям: «Лучший коллектив среди цехов дистанции», «Лучший рационализатор дистанции», «Лучший молодой рационализатор дистанции», «Лучшее рационализаторское предложение». За активную работу и значительный вклад в развитие рационализаторской и изобретательской деятельности в прошедшем году многим специалистам вручены благодарственные письма от руководства Южно-Уральской дороги.

Большое внимание в дистанции уделяется применению

программы бережливого производства и системы 5С. Все сотрудники вовлечены в мероприятия по сортировке, складированию, рациональному размещению предметов, уборке рабочего помещения.

Для поддержания технического уровня специалистов в дистанции большое внимание уделяется вопросам технического обучения. В специализированном классе техучебы для практических занятий используются 16 макетов, моделей и натурных образцов, 6 тренажеров и одна автоматизированная система. В проведении теоретических занятий помогают персональные компьютеры, видеопроектор и принтер. Все результаты фиксируются в АОС-Ш.

После поступления особых телеграфных указаний организуются внеплановые технические занятия с фиксацией в формате «зачет/незачет» в «Журнале учета проведения технических занятий».

Для непрерывного поддержания высокого уровня развития профессиональных компетенций работники дистанции ежемесячно проходят обучение в системе СДО в разделе «Час знаний».

В прошлом году по программам повышения квалификации руководителей и специалистов прошли обучение 70 сотрудников, среди которых 16 руководителей.

В Шадринской дистанции СЦБ каждый сотрудник выполняет свои обязанности на высоком уровне. Ведь у коллектива одна цель – не допустить отказов технических средств. И потому все действуют как единый механизм – слаженно и точно.



Участники соревнований комплекса ГТО

# НАУЧНЫЙ КРУЖОК СТУДЕНТОВ ОмГУПС

**Научный кружок студентов появился на кафедре «Автоматика и телемеханика» Омского государственного университета путей сообщения в 2014 г. За это время его участниками стало большое число обучающихся. И с каждым годом численность кружка возрастает.**

■ Кафедра «Автоматика и телемеханика» ОмГУПС имеет богатую историю научной работы. Именно труды ее доцентов послужили базой для становления кружка на кафедре. Сегодня его руководителями являются доцент Г.Г. Ахмедзянов и старший преподаватель В.В. Дремин.

За время существования студенческого кружка несколько раз менялись научные приоритеты его деятельности. Сегодня основными направлениями работы кружка являются: повышение эффективности работы сортировочных горок; повышение безопасности движения на железнодорожных переездах; защита напольных устройств автоматики и телемеханики от актов незаконного вмешательства.

Непростым этапом в начале деятельности научного сообщества было привлечение студентов к его работе. Одним из первых исследований в рамках работы научного кружка стал поиск повышения надежности работы стрелочного электропривода СП-6. Проводивший исследование студент А.Д. Галеев (сейчас он – старший преподаватель кафедры), использовал полученный материал для подготовки дипломной работы.

Первый опыт совместной работы показал свою эффективность. Поэтому было принято решение продолжать привлекать студентов старших курсов к различным научным темам, чтобы впоследствии это послужило первым шагом к их дипломированию.

В дальнейшем свою эффективность также показало привлечение студентов младших курсов. Несмотря на то, что они еще не обладают глубокими знаниями в области работы железнодорожной инфраструктуры, младшекурсники отличаются большим азартом и умением нестандартно решать поставленные задачи. Начав работу над интересной темой, студенты часто продолжают ее исследовать в течение всех лет обучения.

Кроме стрелочных электроприводов, студенты уделяют внимание устройствам КТСМ, транспортной безопасности устройств и систем ЖАТ, горочным замедлителям, рельсовым цепям, канализации обратного тягового тока и др.



Награждение победителей по итогам студенческой конференции

За десять лет проделана большая работа. Участники кружка выступают с докладами на студенческих научных и практических конференциях, публикуют статьи в научных журналах, получают авторские свидетельства на компьютерные программы, патенты на изобретения и полезные модели. Студенты участвуют в конкурсных проектах «Умник», «Новое звено», «Транспорт будущего», «Студенческий стартап».

Результаты участия в научном кружке позволяют студентам получать стипендию генерального директора ОАО «РЖД», повышенные академические государственные стипендии, стипендии губернатора Омской области, начальников железных дорог и др. Ежегодно они участвуют в конкурсе на звание «Студент года» ОмГУПС и занимают там призовые места.

За 13 лет участниками кружка выпущено 42 научных публикации.

На сегодняшний день в научном кружке кафедры состоит шестнадцать студентов со второго по пятый курс.

Умения и навыки, полученные учащимися в научном кружке, помогают им реализовать себя в дальнейшей деятельности на железнодорожном транспорте. Они занимаются рационализаторством и участвуют в профессиональных конкурсах.

Некоторые студенты после окончания учебы принимают решение продолжить заниматься научными исследованиями и поступают в аспирантуру университета.

Члены и руководители научного кружка студентов кафедры «Автоматика и телемеханика» выражают благодарность за помощь в организации и поддержку идей руководителям университета, службы автоматики и телетехники Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры и Омской дистанции СЦБ.

**АХМЕДЗЯНОВ Гаяз Гумарович,**  
ОмГУПС, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика»,  
доцент, канд. техн. наук, г. Омск, Россия

**ДИМИТРАШ Владислав Геннадьевич,**  
ОмГУПС, студент кафедры «Автоматика и телемеханика»,  
г. Омск, Россия



В процессе разработки Системы предотвращения на железнодорожных переездах нештатных ситуаций ЖДП-Н

## ЮЖНАЯ КОРЕЯ

■ Правительство Сеула планирует перенести под землю 94 % протяженности линий железных дорог, в настоящее время проходящих по поверхности в пределах города.

В Сеуле эксплуатируются шесть железнодорожных линий суммарной длиной 71,6 км. Проект охватывает перенос 67,6 км этих линий и 39 станций.

Это позволит постепенно создавать более 120 га новых парков и городских зеленых зон. Некоторые станции, в частности Иондунхво на юго-западе Сеула и Синчхон на западе, предложено переустроить как крупные культурные и коммерческие центры.

Подземное исполнение железных дорог в мегаполисе даст возможность властям решить ряд актуальных задач, включая устранение шумового загрязнения и ликвидацию физических барьеров между городскими зонами, которые представляет железнодорожная инфраструктура. Работы планируется начать в 2027 г.

Подобный проект успешно реализован в Сеуле в 2016 г., когда на месте перенесенного под землю железнодорожного участка появилась новая столичная достопримечательность – Йонтранл парк.

Источник: [www.gudok.ru](http://www.gudok.ru)

## ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

■ Компания Alstom ввела в эксплуатацию новый комплекс средств ЖАТ на южных подходах к станции Виктория, которая входит в пятерку наиболее загруженных станций на железных дорогах Великобритании.



Комплекс включает в себя размещенную на станции Талс-Хилл систему микропроцессорной централизации Smartlock, которая подключена к диспетчерскому центру Три Бриджес оператора инфраструктуры железных дорог Великобритании Network Rail.

Дистанционное управление МПЦ и автоматическая установка маршрутов в зоне ее действия осуществляются из этого диспетчерского центра. Для сопряжения МПЦ с диспетчерским центром использована модульная управляющая система MCS-I нового поколения.

В ходе реализации проекта уложено 23 км силовых

и телекоммуникационных кабелей, установлен 61 новый светофор, обновлена система электроснабжения и демонтировано старое оборудование ЖАТ.

Источник: [www.zdmira.com](http://www.zdmira.com)

■ На испытаниях в Великобритании гибридный поезд Hitachi Rail смог вдвое сократить расход дизельного топлива.



Результатом удалось несколько раз достичь при испытаниях состава в режиме аккумуляторной тяги. Перед тестами в поезде класса 802/2 (контактная сеть + дизель) одна из трех дизель-генераторных установок была заменена на аккумуляторную батарею с аналогичной мощностью 700 кВт.

В целом за весь период тестов экономия дизеля была на уровне 35–50 %. При этом во время одной поездки на аккумуляторе поезд проезжал до 70 км и разгонялся до 120 км/ч.

Следующий этап предполагает создание контакто-аккумуляторного поезда с запасом хода в 100–150 км. Внедрение таких поездов должно позволить отказаться от дизельной тяги на ряде маршрутов и сэкономить на электрификации сети.

Источник: [www.rollingstockworld.com](http://www.rollingstockworld.com)

## ИНДОНЕЗИЯ

■ В индонезийском городе Суракарта начались испытания автономного аккумуляторного трамвая, который был спроектирован и построен индонезийским производителем PT Inka.



Новая модель может работать как автономно, так и с наличием водителя. Кроме PT Inka, в строительстве трамвая также принял участие Бандунгский технологический институт, который разработал и поставил оборудование, работающее на основе искусственного интеллекта.

Транспортное средство оснащено датчиками для обнаружения объектов в различных погодных условиях. К ним относятся камеры, радары, лидары и приемники сигнала спутников GNSS. Информация, полученная ими, обрабатывается искусственным интеллектом, что обеспечивает трамваю автономность.

Трамвай также оснащен системой распознавания сигналов, адаптивной системой управления движением и автоматизированной системой экстренного торможения. Мощность двигателя – 200 кВт, запас хода на аккумуляторной батарее составляет 90 км.

Источник: [www.rollingstockworld.com](http://www.rollingstockworld.com)

## ИЗРАИЛЬ

Железные дороги Израиля (IR) совместно с местной компанией Odysight разработают продвинутую систему мониторинга и предиктивного содержания железнодорожной инфраструктуры для предотвращения сходов подвижного состава с рельсов и обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации национальной сети.

IR рассчитывают, что эта инновационная система на основе искусственного интеллекта улучшит показатели надежности и безопасности таких критически важных элементов инфраструктуры, как стрелочные переводы.

Новую систему планируют испытать на нескольких израильских линиях в ближайшие месяцы в рамках пилотного проекта. В системе будут использованы современные камеры и алгоритмы машинного обучения для мониторинга в реальном времени состояния стрелочных переводов, выявления сбоев в их работе с целью принятия требуемых мер до

возникновения отказов. После доработки системы в ходе выполнения пилотного проекта планируется ее развертывание на всей сети IR.

Источник: [www.zdmira.com](http://www.zdmira.com)

## АВСТРАЛИЯ

Австралийская компания Downer разработала автономных роботов для уборки подвижного состава.

Они созданы производителем рельсовой техники совместно с университетом Дикина. Первый прототип предназначен для чистки и мытья полов и плинтусов, второй – для уборки сидений и окон.



Специально для роботов была разработана система навигации, позволяющая ориентироваться в сложной среде салона, в том числе проезжать под сидениями и между поручнями. В свою очередь встроенная система обнаружения препятствий может распознавать как стационарные, так и движущиеся объекты.

Оба прототипа были испытаны компанией на поездах, которые она обслуживает в Австралии. Сейчас идет подготовка к следующему этапу, включающему оптимизацию продолжительности уборки и расширение функциональности роботов.

Источник: [www.rollingstockworld.com](http://www.rollingstockworld.com)

# ABSTRACTS

## New opportunities for reconfiguration control zones by objects in EC-MPC systems

KONSTANTIN V. GUNDEREV, Ural State University of Railway Transport, Scientific Research Laboratory «Computer Automation Systems», Head of Laboratory, Yekaterinburg, Russia, kgundrev@gmail.com

DMITRY V. KOPITOV, Ural State University of Railway Transport, Scientific Research Laboratory «Computer Automation Systems» Chief Engineer of Laboratory, Yekaterinburg, Russia, dmitry9786@gmail.com

ALEXANDER B. NIKITIN, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, «Automation and remote control on railways» department, professor, Dr.Sci. (Tech.), St. Petersburg, Russia, nikitin@crtc.spb.ru, SPIN-код: 5800-2656

ANTON A. BLYUDOV, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Associate Professor, «Automation and remote control on railways» department, Ph.D. (Tech.), St. Petersburg, Russia, anton.blyudov@gmail.com, SPIN-код: 5405-7056

EKATERINA G. EGOROVA, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, «Automation and remote control on railways» department, Ph.D. (Tech.), Associate Professor, St. Petersburg, Russia, egorova-spbgti@yandex.ru

**Keywords:** railway automation and telemechanics systems, relay interlocking system, relay-processor interlocking system, station attendant, reconfiguration, control area, automated workplace, the user interface

**Abstract.** The «rigid» hardware logic of relay interlocking systems is an obstacle to changes in the control zones of station attendants. The

circuit design of the route set and its relay connection with the executive group does not allow organizing an additional user workplace due to the impossibility of simultaneous use of common sets of circuits, and the schemes for ensuring dual control turn out to be very cumbersome. Flexibility in the organization of the transportation process is achieved by using computer control in microprocessor and relay processor systems. The article discusses the principles of reconfiguration of control zones using the example of the EC-MPC system, which made it possible to ensure the effective work of station attendants at the junction of mainline and industrial transport.

## Improving train safety when using rail chains

YURY Y. ZENKOVICH, Russian University of Transport (MIIT), associated professor of department «Automation, telemechanics and communication in railway», honoured inventor of Russia, Ph.D (Tech.), Moscow, Russia, zenkovich@bk.ru

IGOR V. LARIN, JSC «Russian Railways», Department of the Central Directorate of Infrastructure, Deputy Head of the Automation and Telemechanics, Moscow, Russia, larin@yandex.ru

**Keywords:** branched rail circuit, track relay, electrical centralization of arrows and signals, rail connector, insulating joint, transformer, semi-automatic locking

**Abstract.** The issues of improving train safety when using rail circuits in electrical centralization devices, as well as during the control of overrunning in train control systems with semi-automatic locking are considered.

## Improvement five-wire circuit arrow controls due to the use of DBA

**PAVEL V. SAVCHENKO**, Russian University of Transport (MIIT), Department «Transport Infrastructure Management Systems», Associate professor, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, pauls7@mail.ru

**ANDREY V. PULTYAKOV**, Irkutsk State University of Communication, Head of the Department «Automation, Telemechanics and Communications», Associate professor, Ph.D. (Tech.), Irkutsk, Russia, pultyakov@irgups.ru

**KONSTANTIN V. MENAKER**, Trans-Baikal Institute of Railway Transport – branch of the Irkutsk State University of Railways, Department «Electricity Supply», Associate professor, Ph.D. (Tech.), Chita, Russia, menkot@mail.ru

**MAXIM V. VOSTRIKOV**, Trans-Baikal Institute of Railway Transport – branch of the Irkutsk State University of Railways, Department «Electricity Supply», Associate professor, Ph.D. (Tech.), Chita, Russia, aspirin1979@mail.ru

**NIKOLAY P. BESSARAB**, JSC «Russian Railways», Zabaykalsky Railway, Technical Policy Service, Senior Engineer, Chita, Russia, bnp\_73@mail.ru

**Keywords:** five-wire arrow control circuit, contactless transformer sensor, contact-type circuit breaker, electric switch drive, linear wire, reed switch

**Abstract.** The article is devoted to the study and improvement of a five-wire arrow control circuit with an electric switch type SP-6 (SP-6M) by replacing a contact-type circuit breaker with contactless transformer sensors DBA. This development will improve the reliability of electric switch drives, increase the frequency of their maintenance, and also put into operation hundreds of SP-6MG electric drives that have been decommissioned due to the likelihood of dangerous failures in the magnetically controlled sealed contacts of the DMG sensors. In the course of the work, a study was conducted on the design of DBA sensors, the question of the possibility of their operation as part of a five-wire arrow control circuit with a limited number of linear wires relative to their standard use in electric switch drives of sorting slides, and a corresponding simulation model of a five-wire control circuit in the Multisim 14.0 software package was developed.

## Prospects of development of fiber-optic measurement systems and their application in existing practice by the example of reflectometry

**SERGEI S. KUKUSHKIN**, JSC «Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport» (JSC «NIIAS»), Center for Robotization of Technological Processes, Chief Researcher of the Research Department, professor, Dr.Sci. (Tech.), Honored Inventor of the RSFSR, Moscow, Russia, adaptermetod@mail.ru

**ALEXEY N. BELOV**, JSC «Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport» (JSC «NIIAS»), Center for Robotization of Technological Processes, Leading Researcher of the Department of Technological Support and Robotics, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, a.belov@vniias.ru.

**Keywords:** fiber-optic technologies, distribute dandpoint measurements, problems and proposed methods for resolving existing contradictions, integration of various sources of measurement information, ensuring the combination of measurement functions and signal transmission

**Abstract.** The article is devoted to research and obtained results related to the field of distributed and point-based fiber-optic measurements based on coherent reflectometry. The necessity of overcoming the following main obstacle is shown: the high sensitivity of the fiber-optic cable laid along the railway track and used as the basis for building a distributed fiber-optic sensor for monitoring train movement parameters to vibroacoustic and seismoacoustic influences exerted during the interaction of wheelsets and rails during the passage of the train, which is the basis for improving the accuracy of optical measurements of train movement parameters, it also becomes an obstacle when transmitting ordinary information packets over other optical fibers of the cable in the mode of transmitting information over an optical communication line. Because of this, various requirements for laying an optical cable also appear: in the first case, as close as possible to the source of vibroacoustic and seismoacoustic effects to increase the sensitivity of distributed fiber-optic sensors, in the second – as far as possible to reduce interference when transmitting information in the optical communication line mode. To solve the existing problems, a method is proposed based on connecting optical coils assembled from optical fiber loops to certain optical fibers of the main optical cable at specified locations. At the same time, to ensure that the results of optical measurements on a distributed sensor are linked to a digital train movement map, the placement of coils is chosen combined with elements of the railway infrastructure that have an accurate geodetic reference. A distinctive feature of the innovations proposed in the article is the possibility of their joint use, which ensures a significant increase in the efficiency of optical measurements.

## Neural Network Models for train traffic control on railway sections

**YURI P. BULAVIN**, Rostov State Transport University (RSTU), associate professor, PhD in Engineering sciences, Rostov-on-Don, Russia, i@bulavin.ru, SPIN-код: 5233-0901

**OLESYA V. IGNATYEVA**, Rostov State Transport University (RSTU), head of department, associate professor, PhD in Engineering sciences, Rostov-on-Don, Russia, lesjaignateva@rambler.ru, SPIN-код 9321-1520

**Keywords:** neural network, convolutional layer, train, section, passing trains, virtual railway, stations, control, binary classification, multiclass classification, team, ROC curve, F1-measure, model

**Abstract.** This paper explores the application of artificial neural networks (ANNs) in railway transportation for train passage control on a specific section. A formal problem description is provided. The study involves balancing the training dataset, feature selection, and the proposal of various ANN models. Results demonstrate that the best performance is achieved using an ANN model with a convolutional layer.

**Главный редактор:**

Филиюшина Т.А.

**Редакционная коллегия:**

Аношкин В.В.,  
Безродный Б.Ф., д-р техн. наук,  
Воронин В.А., Вохмянин В.Э.,  
Долгий А.И., канд. техн. наук,  
Кайнов В.М., канд. техн. наук,  
Канаев А.К., д-р техн. наук,  
Кобзев С.А., Назимова С.А.,  
Насонов Г.Ф.,  
Никитин А.Б., д-р техн. наук,  
Орехов Э.Г., Перотина Г.А.,  
Розенберг Е.Н., д-р техн. наук,  
Розенберг И.Н., д-р техн. наук,  
Семион К.В., Сиделев П.С.,  
Слюняев А.Н., Танаев В.Ф.,  
Трясов М.С., канд. техн. наук,  
Хромушкин К.Д., канд. техн. наук,  
Чаркин Е.И.

**Редакционный совет:**

Балакирев В.В., Бубнов В.Ю.,  
Гершвальд А.С., д-р техн. наук,  
Гоман Е.А.,  
Горбунов А.Е., канд. техн. наук,  
Горелик А.В., д-р техн. наук,  
Ефанов Д.В., д-р техн. наук,  
Журавлева Л.М., д-р техн. наук,  
Лисин С.Ю., Петренко Ф.В.,  
Петров А.И.,  
Поменков Д.М., канд. техн. наук,  
Сансызаев М.А., Сергеевич Н.А.,  
Солдатенков Е.Г.,  
Талалаев В.И., канд. техн. наук,  
Ушакова А.С., Черномазов А.В.,  
Шабельников А.Н., д-р техн. наук,  
Шаманов В.И., д-р техн. наук,  
Шубинский И.Б., д-р техн. наук

**Адрес редакции:**

129272, Москва,  
Рижская пл., д. 3

**E-mail:** asi-rzd@mail.ru  
**www.asi-journal-rzd.ru**

**Телефоны:** +7 (499) 262-77-50;  
+7 (499) 262-77-58;  
+7 (499) 262-16-44;  
+7 (985) 774-07-31.

Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 31.01.2025

Формат 60x88 1/8.

Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 13

Отпечатано в типографии ООО «Гран При»  
152900, Ярославская область, г. Рыбинск,  
ул. Орджоникидзе, 57

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

■ В Российском университете транспорта состоялась III национальная научно-практическая конференция «Цифровые технологии и решения в сфере транспорта и образования». Ее организатором выступила кафедра «Вычислительные системы, сети и информационная безопасность» Института управления и цифровых технологий РУТ (МИИТ).

Мероприятие открыл ректор РУТ А.А. Климов. Он отметил актуальность и значимость вопросов, вынесенных на обсуждение.

«Университеты должны быть и являются неотъемлемой частью технологической повестки. Цифровизация – одна из важнейших ее частей. Практически все ведущие инженерные университеты участвуют в реальных работах, связанных с экономикой России в части именно цифровой трансформации», – подчеркнул А.А. Климов.

Директор Института управления и цифровых технологий С.П. Вакуленко отметил, что многочисленные вызовы, связанные с быстрым развитием технологий и сложной геополитической обстановкой, требуют активных научных исследований и предъявляют высокие требования к качеству выпускаемых вузом специалистов. ИУЦТ активно участвует в этом процессе, а конференция является еще одним шагом на пути решения этих задач.



О взаимодействии РУТ с ОАО «РЖД» рассказал первый заместитель директора Главного вычислительного центра А.Е. Пинигин. Он привел статистику: в 2024 г. в ГВЦ трудоустроены 12 выпускников РУТ, более 150 студентов ежегодно проходят там практику. При этом 70 % из них остаются работать в компании.

Заведующий кафедрой «Вычислительные системы, сети и информационная безопасность» Б.В. Желенков подчеркнул, что в рамках подобных мероприятий на одной площадке происходит объединение науки, производства и бизнеса в сфере цифровизации транспортных технологий. В этом и заключается основное достоинство конференции – она является практико-ориентированной. Сегодня во все сферы транспортной отрасли внедряется интеллектуальная система управления, беспилотные транспортные средства. Все это требует обеспечения информационной безопасности в работе всех этих систем.

Участники обсудили основные правила кибербезопасности, современные подходы к управлению уязвимостями, комплексные решения для защиты информационной инфраструктуры и др.



Представитель отдела развития продуктов АО «ИнфоТеКС» А.Ю. Власенко выступил с докладом на тему: «Вопросы обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем управления технологическим процессом на транспорте в эпоху цифровой трансформации». Он рассказал об использовании наложенных и встраиваемых криптографических средств защиты информации, типовых сценариях защиты информации в АСУ ТП, электронной навигационной пломбе и др.

Представители ГК Софтлайн Ольга Славинская и Мария Агринская проанализировали текущую ситуацию с рисками в сфере цифровой безопасности. Социальная инженерия остается самой опасной угрозой для частных лиц и одним из наиболее популярных векторов атак на организации. Доля таких инцидентов составляет 85 %. Основной целью хакеров является кража данных. Чаще всего в фишинговых сообщениях злоумышленники выдают себя за контрагентов (26 %), специалистов техподдержки или ИТ (15 %) и представителей государственных органов (13 %). Самым распространенным способом доставки вредоносных сообщений по-прежнему является электронная почта (92 %). Однако растет популярность мессенджеров и социальных сетей в качестве каналов для фишинга.

Отдельно было отмечено, что 80 % киберинцидентов происходит по вине сотрудников, из них большая часть – по незнанию.

Руководитель департамента систем управления движением ГК «Наципроектстрой» А.А. Перов рассказал об инновационных разработках Дивизиона ЖАТ, а также концепции построения региональных центров противодействия киберугрозам на основе искусственного интеллекта. Это решение позволит собирать данные со всех имеющихся средств защиты информации, выявлять аномалии, выдавать предупреждения и устранять угрозы.

В рамках конференции прошли 2 секции, посвященные системам искусственного интеллекта и цифровым технологиям и информационной безопасности. Ведущие специалисты отрасли, студенты и аспиранты вуза представили свои перспективные разработки в области применения ИИ на транспорте. Они предложили цифровые решения для автоматизации обработки рукописных документов, распознавания лиц, номеров транспортных средств на КПП. Кроме того, были рассмотрены вопросы создания системы автоматического контроля безопасности серверов, разработки цифрового профиля сотрудника отдела ИТ, распределения данных при обработке информации в транспортных киберфизических системах в управлении транспортными потоками и др.

По итогам встречи эксперты сформировали рекомендации по развитию образовательных программ подготовки специалистов в области информационных технологий и информационной безопасности транспортной отрасли.

НАУМОВА Д.В.

# ЖУРНАЛ «АСИ»

## приглашает к сотрудничеству!

Почта России  
П5063  
П5074

### УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал «Автоматика, связь, информатика»  
более 100 лет является единственным источником  
полезной информации в области железнодорожной  
автоматики, телемеханики, связи, вычислительной  
техники, информатизации транспорта.

!!! До 25 числа каждого месяца  
вы можете подписаться онлайн  
на бумажную версию журнала !!!

Почта России предлагает  
доставку нашего журнала  
по выгодным ценам



Свидетельством его высокого научно-технического уровня является то, что он входит в перечень ведущих периодических изданий, публикация в которых учитывается при защите докторской и кандидатской диссертаций Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки РФ, а также в базу данных «Russian Science Citation Index» (RSCI), доступ к которой осуществляется через платформу Web of Science.

Адрес редакции:  
129272, Москва,  
Рижская пл., д. 3

Телефоны:  
+7 (499) 262-77-50  
+7 (499) 262-77-58  
+7 (495) 262-16-44



Для оформления онлайн-подписки достаточно перейти по ссылке <https://podpiska.pochta.ru/press/П5063>, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить ее



Оформить онлайн-подписку также можно через наш сайт [www.asi-journal-rzd.ru](http://www.asi-journal-rzd.ru) в разделе «Подписка»



Электронную версию отдельных статей журнала можно приобрести на сайте Научной электронной библиотеки [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7655](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7655)



Оформить подписку на электронную версию журнала можно на сайте ООО «Агентство «Книга-Сервис» [http://akc.ru/itm/avtomatika-svyi\\_informatika/](http://akc.ru/itm/avtomatika-svyi_informatika/)