

ISSN 3034-3194

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



ЖУРНАЛ ИЗДАЁТСЯ С 1923 ГОДА

В НОМЕРЕ:

ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ  
НА МАЛОДЕЯТЕЛЬНЫХ  
УЧАСТКАХ

стр. 7

ПОИСК, ЛОКАЛИЗАЦИЯ  
И РЕМОНТ ПОВРЕЖДЕНИЙ  
КАБЕЛЬНЫХ  
ЛИНИЙ СВЯЗИ

стр. 15



12 (2024) ДЕКАБРЬ



РЖД

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



# КОГДА ВЛЕЧЕТ ЛЮБИМОЕ ДЕЛО

Людмила Михайловна Ивашевская – сотрудник службы эксплуатации Центральной станции связи удостоена звания Почетный железнодорожник ОАО «РЖД» благодаря почти сорокалетней деятельности на железнодорожном транспорте, преданности профессии и трудовым достижениям.

Людмила Михайловна родом из Подмосковья. Родители работали на электромеханическом заводе и к железной дороге отношения не имели. Они стали первыми и самыми важными учителями в жизни, научившими никогда не сдаваться. Отец был «ужасным» трудоголиком, требовательным ко всем и, прежде всего, к самому себе. Эти его качества передались и дочери.

В школьные годы Людмила, как творческая личность, занималась в литературном кружке, участвовала в театральных постановках. Однако в старших классах серьезно увлеклась математикой, что в дальнейшем повлияло на выбор вуза. Она поступила в МИИТ на факультет «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» со специализацией «Системы передачи информации».

По окончании института девушку направили в Московскую дистанцию сигнализации и связи Московско-Ярославского отделения Московской дороги, где началась ее трудовая деятельность в должности электромеханика КИПа. Здесь опеку над ней взял С.Б. Косарев, многому ее научивший и ставший надежным товарищем и коллегой.

Работники КИПа занималась ремонтом оборудования, вводом новых устройств и систем, регулировкой и паспортизацией аппаратуры передачи данных. В зону ответственности Людмилы Михайловны входили участки обслуживания Ярославского, Дмитровского и Ореховского направлений дистанции. Ее профессиональное становление формировалось не только с учетом опыта старших коллег, но и собственных ошибок. Она вспоминает случай, когда решила провести измерения на стойке дистанционного питания. Однако ее действия привели к короткому замыканию и сгоранию блока аппаратуры. Ситуация усугубилась тем, что в это время проходило селекторное совещание, которое было прервано. Главный инженер дистанции Ю.И. Филиппов, разбирая ситуацию, объяснил молодому электромеханику, что проводить «опыты» нужно в свободное от совещаний время. Тогда руководители старались не отбивать желание молодых специалистов работать, а учили их, как нужно поступать, давали нужные советы. Людмила Михайловна в своей дальнейшей деятельности часто вспоминала этот случай, и при любых промахах сотрудников старалась не ругать их, а объяснять и ободрять.

Через восемь лет Л.М. Ивашевскую назначили старшим электромехаником технического цеха на станции Александров. Это крупная узловая станция 1 класса на границе Московской и Северной дорог. Цех обслуживал аналоговые системы передачи К-60П, декадно-шаговую АТС на 1000 номеров, аппаратуру тонального телеграфирования, оборудование электропитания и др. Кроме того, в зону ответственности входили магистральные и местные кабели связи, а также оборудование на трех ближайших станциях.

Став руководителем среднего звена, Людмила Михайловна столкнулась с проблемой выстраивания новых отношений с коллегами, с которыми за предыдущие годы совместной работы сложились дружеские отношения. Никого



не обижая, ей удалось добиться понимания и сформировать крепкий, надежный коллектив.

В это время дистанция была выбрана полигоном внедрения коммутационных систем «Миником DX-500» для построения сетей ОТС и ОбТС. При этом разработчики осваивали принципы построения сети ОТС, организации диспетчерских кругов, а обслуживающий персонал учился управлять станцией с помощью компьютера. Было принято множество совместных решений, позволивших настроить оборудование с учетом требований железнодорожной сети связи.

Важнейшими принципами в производственной деятельности Людмила Михайловна считает коллективную работу и взаимовыручку, умение мобилизовать имеющиеся усилия и ресурсы. Примером такой работы служит восстановление поста ЭЦ станции Мытищи после пожара в феврале 2005 г. Она вспоминает, как связисты работали в мороз, в закопченных помещениях с сильным запахом гаря, прокладывая новые кабели и монтируя оборудование. Никто не отказывал в помощи. Благодаря слаженному труду, в том числе и связистов, работа станции была восстановлена в короткие сроки.

Когда в процессе реорганизации хозяйств автоматики, телемеханики и связи были созданы дирекции и региональные центры связи, Л.М. Ивашевская перешла работать в группу технической документации Московско-Рязанского РЦС. Пришлось систематизировать и наводить порядок в ведении техдокументации, составлять схемы в формате, доступном для каждого электромеханика, что значительно сокращало время устранения неисправностей и позволяло определять прохождение любой цепи даже специалистам из других цехов.

Актуальность и достоверность информации, а также ее полное и точное отражение стали для Людмилы Михайловны основными принципами работы в группе технической документации, а в дальнейшем в отделе электросвязи и отделе проводной связи службы эксплуатации Центральной станции связи. При разработке нормативных документов и отчетности в производственных системах она во многом полагалась на свой опыт, надеясь, что полученный результат будет не обузой, а помощью в работе причастным отделам в структурных подразделениях.

Внедрение цифрового оборудования и новых технологий позволили создать предпосылки для совершенствования системы технического обслуживания объектов и системы управления эксплуатационным штатом, в том числе и с помощью «инженерных» бригад. Сегодня служба эксплуатации ЦСС совместно с pilotными дирекциями связи отрабатывает изменения существующей организационной структуры ремонтно-восстановительных бригад РЦС. Принимая активное участие в решении этой задачи, Л.М. Ивашевская, как и раньше, опирается на свой многолетний опыт, поскольку знает и понимает все технические процессы изнутри.

При этом Людмила Михайловна с признательностью и глубокой благодарностью говорит обо всех замечательных людях, встретившихся на ее пути, у которых она многому учились и благодаря поддержке которых росла как личность.

НАЗИМОВА С.А.

# СОДЕРЖАНИЕ

## Новая техника и технология

Розенберг Е.Н., Куликов Б.А., Бочков К.А., Харлап С.Н.  
Особенности проведения испытаний на ЭМС  
микроэлектронных систем ЖАТ ..... 2

Синецкий А.С., Иванов Е.Н., Сухинина Т.В.  
Задачи единых алгоритмов обеспечения надежности  
и функциональной безопасности систем ЖАТ ..... 5

## ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА МАЛОДЕЯТЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ

СТР. 7



КЭАЗ обеспечивает безопасность  
на железнодорожном транспорте ..... 11

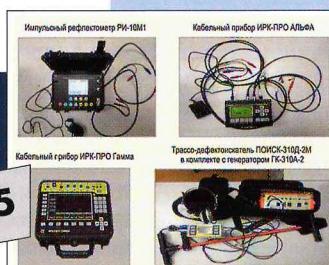
## Беспилотные технологии

Розенберг И.Н., Цветков В.Я.  
Применение онтологий в управлении транспортом ..... 12

## Телекоммуникации

### • ПОИСК, ЛОКАЛИЗАЦИЯ • И РЕМОНТ ПОВРЕЖДЕНИЙ • КАБЕЛЬНЫХ • ЛИНИЙ СВЯЗИ

СТР. 15



## Цифровые технологии

Скорик А.Д., Савонин В.В., Слободсков О.Е.  
Обмен данными между подвижным объектом  
и его цифровым двойником ..... 18

## Обмен опытом

Назимова С.А.  
Диагностика и мониторинг на ВСЖМ-1 ..... 22  
Наумова Д.В.  
Безопасности многое не бывает ..... 25

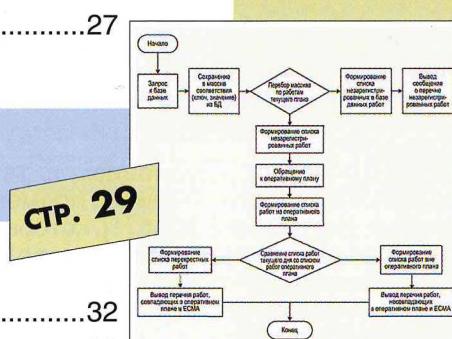
## Вопросы экономики

Родионова А.Н.  
Изменение порядка оплаты сверхурочной работы ..... 27

## Предлагают изобретатели

### • ЭФФЕКТИВНАЯ РАЦИОНАЛИЗАТОРСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

СТР. 29



## Информация

Сороко А.В.  
Ценный источник информации ..... 32  
В мире цифровых технологий ..... 33

## За рубежом

Новости ..... 34  
Указатель статей, опубликованных в журнале  
«Автоматика, связь, информатика» в 2024 г. ..... 36

Назимова С.А.  
Когда влечет любимое дело ..... 2 стр. обл.  
Наумова Д.В.  
Поезд новогоднего настроения ..... 3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: фото предоставлено службой корпоративных  
коммуникаций Восточно-Сибирской дороги

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА

АСИ

12 (2024)  
ДЕКАБРЬ

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



ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

Журнал включен в базы  
данных Российского 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»  
2024

# ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ЭМС МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ЖАТ



**РОЗЕНБЕРГ**  
**Ефим Наумович,**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», первый заместитель генерального директора, профессор, д-р техн. наук, Москва, Россия



**КУЛИКОВ**  
**Борис Андреевич,**

ФБУ «Регистр сертификации на федеральном железнодорожном транспорте», заместитель начальника отдела сертификации электрооборудования, автоматики и телемеханики, Москва, Россия



**БОЧКОВ**  
**Константин Афанасьевич,**  
УО «Белорусский государственный университет транспорта», научный руководитель-заведующий НИЛ «Безопасность и ЭМС технических средств», профессор, д-р техн. наук, г. Гомель, Республика Беларусь



**ХАРЛАП**  
**Сергей Николаевич,**  
УО «Белорусский государственный университет транспорта», ведущий научный сотрудник НИЛ «Безопасность и ЭМС технических средств», доцент, канд. техн. наук, г. Гомель, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** ЭМС, функциональная безопасность, испытания, испытательная лаборатория

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности проведения сертификационных испытаний на электромагнитную совместимость микроэлектронных систем ЖАТ с целью подтверждения их соответствия требованиям технических регламентов таможенного союза и связанных с ними межгосударственных стандартов. Особое внимание уделяется проведению испытаний на ЭМС в соответствии с требованиями по обеспечению функциональной безопасности межгосударственного стандарта ГОСТ IEC 61508. Рассмотрено участие испытательных лабораторий в разработке, проведении испытаний, постановке на производство и испытаниях по подтверждению соответствия на всех этапах жизненного цикла по ГОСТ 33477-2015. Показано, что испытания на ЭМС микроэлектронных систем ЖАТ по типовым методикам без учета требований по функциональной безопасности будут приводить к значительным рискам нарушения требований по обеспечению безопасности движения поездов.

Железнодорожный транспорт, как правило, играет ведущую роль в транспортных системах многих государств. Особое место среди автоматизированных систем управления перевозочным процессом занимают современные микроэлектронные системы железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), призванные в первую очередь обеспечивать безопасность движения поездов.

Функциональная безопасность – это свойство объекта железнодорожного транспорта, связанного с безопасностью, выполнять требуемые функции безопасности при всех предусмотренных

условиях в течение заданного периода времени по ГОСТ 33358-2015 [1], который гармонизирован с международным стандартом верхнего уровня ГОСТ Р МЭК 61508-4-2012 [2].

Опасный отказ системы ЖАТ может привести к возникновению аварии или крушению поезда. В подавляющем большинстве случаев этого не происходит, поскольку причины возникновения аварии (крушения) связаны также с существующей в данный момент поездной ситуацией и действиями человека-оператора (машиниста, дежурного по станции, поездного диспетчера, электромеханика и др.).

Вероятность возникновения аварии (крушения) при этом определяется выражением:

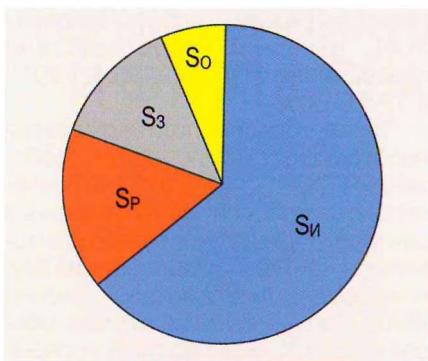
$$Q_A = Q_{\text{оп}} \cdot Q_{\text{пс}} \cdot Q_{\text{чо}},$$

где  $Q_{\text{оп}}$  – вероятность опасного отказа системы ЖАТ;

$Q_{\text{пс}}$  – вероятность существования аварийной поездной ситуации;

$Q_{\text{чо}}$  – вероятность невыполнения человеком-оператором действий по предотвращению (парированию) аварии (крушения).

Исходя из этого, отказ системы ЖАТ считается опасным, если нарушен критерий опасного отказа, даже если авария (крушение) при этом не произошла. Это позволяет рассматривать безопасность си-



стемы или отдельного ее элемента как свойство объекта вне связи с ошибками человека или движением поездов. Диаграмма состояний объекта ЖАТ представлена на рисунке, где  $S_I$ ,  $S_P$ ,  $S_3$ ,  $S_O$  – подмножества исправных, работоспособных, защитных и опасных состояний. Безопасность системы ЖАТ при этом определяется, как свойство системы непрерывно сохранять исправное, работоспособное или защитное состояние в течение некоторого времени или наработки.

Защитный отказ нарушает безотказность, но не нарушает безопасность. Опасный отказ нарушает и безотказность, и безопасность.

Безотказность характеризуется множеством состояний  
 $S_H = S_I \cup S_P$ ,  
а безопасность – множеством состояний

$$S_B = S_I \cup S_P \cup S_3.$$

При этом критерии опасных отказов в обязательном порядке устанавливаются в соответствующих технических нормативных правовых актах на каждый вид систем ЖАТ. Такой подход позволяет сконцентрироваться на относительно небольшом множестве функций и критических элементов.

Системы ЖАТ должны обеспечивать самые высокие требования по уровню полноты функциональной безопасности УПБ-4 (SIL-4) по головному основополагающему международному и гармонизированному с ним межгосударственному стандарту ГОСТ IEC 61508. Основным положением этого стандарта является выполнение мероприятий по обеспечению безопасности на всех этапах жизненного цикла параллельно с разработкой систем, связанных с безопасностью. Это требует привлечения независимых, аккредитованных испытательных центров (лабораторий) для согла-

сования, экспертизы технической документации и проведения испытаний. Такой порядок регламентирован ГОСТ 33477-2015 «Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению» [3].

В таблице выделены «работы и разрабатываемая документация» обязательного приложения Б из ГОСТ 33477-2015, в которых предусмотрено участие испытательной лаборатории на этапах жизненного цикла технических средств систем ЖАТ.

Такой порядок позволяет минимизировать риски опасных систематических отказов, связанных с ошибками человека на всех этапах жизненного цикла, в том числе и при испытаниях по подтверждению соответствия.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (в редакции 2023 г.) [4] определяет системы ЖАТ как «Автоматизированные системы оперативного

Этапы разработки и постановки на производство	Работы и разрабатываемая документация	Функции участников опытно-конструкторских работ				Примечание
		Заказчик (функциональный заказчик)	Разработчик	Изготовитель	Испытательный центр (лаборатория)	
Разработка технического задания	Техническое задание	Утверждение	Разработка	Согласование	Согласование*	–
Разработка технической документации	Программа обеспечения безопасности	Согласование	Разработка Утверждение	Согласование	Экспертное заключение	Для продукции, подлежащей испытаниям на безопасность
	Доказательство безопасности	Согласование	Разработка Утверждение	Согласование	Экспертное заключение	–
Предварительные (заводские) испытания	Программы и методики испытаний		Разработка	Согласование	Согласование*	–
	Проведение испытаний	Участие (при необходимости)	Организация	Участие	Участие*	–
	Протоколы, экспертные заключения		Согласование	Согласование	Экспертные заключения*	–
Эксплуатационные испытания	Программа и методика эксплуатационных испытаний	Утверждение	Разработка»	Согласование	Согласование*	Могут проводиться на опытном полигоне
	Акт приемки в опытную эксплуатацию	Утверждение		Согласование	Согласование*	
	Проведение испытаний	Организация	Проведение	Участие	Участие*	
Приемочные испытания	Программа и методика приемочных испытаний	Утверждение	Разработка**	Согласование	Согласование*	–
	Проведение испытаний	Организация	Проведение	Участие	Участие	–
	Акт приемочной комиссии	Утверждение	Согласование	Согласование	Согласование	–
Постановка на производство	Квалификационные испытания		Участие	Проведение		Серийное производство
Подконтрольная эксплуатация	Издание распоряжения и проведение	Издание распоряжения Организация	Участие	Участие	Участие	По решению приемочной комиссии
Испытания по подтверждению соответствия			Участие	Организация	Проведение Оформление заключений	–

\* Для продукции, подлежащей испытаниям на безопасность

\*\* Разрабатывать программу и методику может организация, аккредитованная на данный вид деятельности на договорной основе, согласование ПМ в таком случае осуществляют разработчик

управления технологическими процессами, связанные с обеспечением безопасности движения и информационной безопасности». Он распространяется на инфраструктуру железнодорожного транспорта, включающую в себя железнодорожный путь, устройство электроснабжения и электросвязи, системы ЖАТ, а также станционные здания и сооружения. Эти элементы имеют разное влияние на безопасность движения поездов и соответственно разные требования по подтверждению соответствия.

Регламент также предоставляет возможность *неприменения или частичного применения стандартов*, определяющих требования функциональной безопасности (ФБ) к конкретным объектам инфраструктуры. Для систем ЖАТ, непосредственно отвечающих за безопасность движения поездов, неприменение или частичное применение стандартов может привести к значительному увеличению рисков нарушения безопасности движения поездов. Принять решения о допустимости неприменения или частичного применения стандартов могут только квалифицированные специалисты в области ФБ, владеющие информацией о критериях опасных отказов, режимах функционирования, способах и методах их имитации при проведении испытаний.

ГОСТ 33477-2015 [3] решает эту проблему путем согласования программы и методики испытаний и обязательного участия либо проведения испытаний независимыми, аккредитованными на ФБ испытательными центрами или лабораториями (см. таблицу). Программа и методика испытаний представляют собой «организационно-методический документ, обязательный для выполнения, устанавливающий объект и цели испытаний, виды, последовательность и объем проводимых экспериментов, порядок, условия, место и сроки проведения испытаний, обеспечение и ответственность по ним, правила реализации методов испытаний, а также ответственность за обеспечение и проведение испытаний».

Испытания систем ЖАТ проводят в режиме функционирования, предусмотренном в технической документации, обеспечивающем наибольшую восприимчивость к воздействию помех конкретного вида (п.5.1.6 ГОСТ 33436.4-1-2015 [5]). При проведении испытаний в соответствии с требованиями этого

ГОСТ необходимо выбрать степени жесткости испытаний по каждому из видов электромагнитных помех, а по результатам воздействия определить критерий качества функционирования технических средств ЖАТ. При этом согласно требованиям (ГОСТ 33436.4-1-2015 [5]) для ТС ЖАТ, техническое состояние которых непосредственно влияет на обеспечение безопасности движения поездов, в части функций (технических характеристик), должен быть «критерий качества функционирования А». В таких режимах системы ЖАТ могут перейти в опасное состояние при воздействии внешних факторов. При наличии опасной поездной ситуации это может привести к крушениям и гибели людей, а также к значительным потерям материальных ценностей.

Дополнительным, особенно важным документом подтверждения требований ФБ систем ЖАТ является доказательство безопасности, разработка и экспертиза которого предусмотрены ГОСТ 33477-2015 [3]. При этом, к сожалению, ТР ТС 003 не учитывает особенности систем ЖАТ, для которых типовые методики испытаний не конкретизируют наиболее неблагоприятные «режимы работы, в которых система наиболее чувствительна к внешним воздействиям».

При согласовании или разработке ПМИ испытательными центрами (лабораториями) устанавливаются режимы работы системы, в которых необходимо проводить испытания, а также определить критерии качества функционирования, которые могут быть связаны с критериями опасных отказов. При этом только специалисты в области ФБ, участвующие в экспертизе технической документации на разных этапах жизненного цикла, могут определить режимы и критерии качества функционирования систем ЖАТ.

Имеются факты проведения испытаний системы ЖАТ в испытательном центре (лаборатории), аккредитованном только на ЭМС без участия специалистов по ФБ. При этом испытания проводились по типовым методикам ГОСТ 33436.4-1-2015 в нормальном режиме функционирования, и получены положительные результаты на соответствие требованиям ТР ТС 003.

Испытания этой же системы ЖАТ в другом аккредитованном испытательном центре (лаборатории) с участием специалистов по ФБ в соответствии с согласованной ПМИ, учитывающей наиболее кри-

тические режимы работы системы ЖАТ, выявили несоответствие требованиям ГОСТ 33436.4-1-2015 и ТР ТС 003.

Таким образом, подтверждается необходимость выполнения требований ГОСТ 33477-2015 об обязательном участии испытательных центров (лабораторий), аккредитованных на ФБ в согласовании ПМИ и проведении испытаний систем ЖАТ. Только в этом случае обеспечивается необходимый уровень безопасности движения поездов при приемке и вводе в постоянную эксплуатацию современных микроэлектронных систем ЖАТ. Все эти требования относятся к микроэлектронным системам ЖАТ, критичным к безопасности на всех этапах жизненного цикла при проведении испытаний на устойчивость к внешним факторам.

Для уменьшения рисков при проведении испытаний на подтверждение соответствия требованиям технических регламентов рекомендуется учитывать такие документы:

ГОСТ 33477-2015 в перечень стандартов, определяющих требования к объектам технического регулирования, ТР ТС 002 и ТР ТС 003;

ГОСТ 33436-1-2015 совместно со стандартами, определяющими требования по функциональной безопасности к системам ЖАТ, в перечень стандартов, содержащих методы испытаний.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 33358-2015. Безопасность функциональная. Системы управления и обеспечения безопасности движения поездов. Термины и определения. Введ. 01.03.2016. Изм. 01.12.2008. М.: Стандартинформ, 2018.

2. ГОСТ Р МЭК 61508-4-2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения. Введ. 01.08.2013. Изм. 01.04.2020. М.: Стандартинформ, 2020.

3. ГОСТ 33477-2015. Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению. Введ. 01.07.2016. М.: Стандартинформ, 2016.

4. ТР ТС 003/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта»: утв. Решением Комиссии ТС от 15.07.2011 № 710 (в ред. от 30.03.2023).

5. ГОСТ 33436.4-1-2015. Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 4-1. Устройства и аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики. Требования и методы испытаний. Введ. 01.09.2016. Изм. 01.09.2019. М.: Стандартинформ, 2019.

# ЗАДАЧИ ЕДИНЫХ АЛГОРИТМОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ЖАТ



**СИНЕЦКИЙ**  
Андрей Сергеевич,  
ОАО «РЖД», ЦДИ, Управление  
автоматики и телемеханики,  
начальник отдела организации и  
внедрения новых разработок тех-  
нических средств, Москва, Россия



**ИВАНОВ**  
Евгений Николаевич,  
ОАО «РЖД», ПКБ И, отделение  
автоматики и телемеханики,  
начальник отдела микропроцес-  
сорных систем управления ЖАТ,  
Москва, Россия



**СУХИНИНА**  
Татьяна Валерьевна,  
ОАО «РЖД», ЦДИ, Управление  
автоматики и телемеханики, веду-  
щий инженер отдела организации и  
внедрения новых разработок техни-  
ческих средств, Москва, Россия

**Системы ЖАТ, предназначенные для решения трех взаимопроникающих задач (повышения пропускной способности, автоматизации и обеспечения безопасности перевозочного процес-са), реализуют их на основе функциональных алгоритмов. С их помощью выполняется сбор информации с объектов автоматизации и формирование (или блокирование) управляющего воздействия на основе полученной информации и действий человека-оператора. Задачи функциональной безопасности алгоритмов автоматизации также можно отнести к трем направлени-ям: исключение опасных ситуаций, связанных с нарушением условий безопасности движения поездов, воздействие человеческого фактора и отказы в работе устройств.**

■ «Классические» релейные устройства СЦБ, с точки зрения теории автоматики, можно определить как человеко-машинные системы, реализованные на основе дискретных автоматов с двоичной логикой. Необходимое и достаточное описание как логического функционала, так и схемотехнической реализации работы систем содержится в принципиальной схеме устройства. Это позволяет решать все задачи, возникающие на этапах разработки и совершенствования устройств, их проектирования и эксплуатации. Развитие и внедрение систем с логикой, реализованной на аппаратно-программной базе, с одной стороны позволило значительно расширить функциональность устройств, с другой – усложнило алгоритмы, создало неопределенность в ряде вопросов, связанных с анализом работы устройств.

Среди таких вопросов можно выделить следующие: отсутствие единой формы записи функциональных алгоритмов устройств, что критически необходимо, в том числе и эксплуатирующим подразделениям, для анализа работы систем в различных условиях;

усложнение алгоритмов (уже сейчас для большинства микропроцессорных устройств, ушедших от «базы» двоичной дискретной логики) значительно повышает требования к проведению анализа и подтверждению их функциональной безопасности.

Актуальность указанных вопросов все чаще (с развитием и внедрением новых технических средств) подтверждается в процессе эксплуатации систем. Неоднократно отмечены факты незнания эксплуатационным персоналом функционала устройств, что выражается

в увеличении времени устранения отказов, отмечаются факты нарушения нормальной работы систем по причине некорректности работы алгоритмов для ряда ситуаций. Кроме этого, системы и устройства ЖАТ одного назначения, выполненные различными разработчиками, начинают отличаться по функционалу работы.

Для решения указанных проблем по заданию Управления автоматики и телемеханики специалисты ПКБ И разрабатывают требования к единой форме записи функциональных алгоритмов работы устройств ЖАТ. Предварительно предполагается, что она будет выполнена на основе формы записи логических функций, используемой в алгебре предикатов, но при этом адаптированной к специфике устройств ЖАТ, учитывающей их топологию и поэтому интуитивно понятной для специалистов, привыкших работать с релейно-контактной схемотехникой. Примеры адаптированной условной записи обобщенных алгоритмов приведены в конце статьи. Наиболее полное и адекватное описание алгоритмов работы аппаратно-программных средств может быть выполнено на основе сетей Петри.

Анализ функций и подтверждение функциональной безопасности (уровня полноты безопасности) может производиться тремя основными методами: аналитическим, статистическим и экспертным. Первые два метода требуют наличия общепринятых методик подтверждения, третий используется, как правило, при отсутствии таковых. Развитие функционала устройств требует развития способов их проверки и подтверждения безопасности алгоритмов работы. Следует ожидать в ближайшее время появления практически

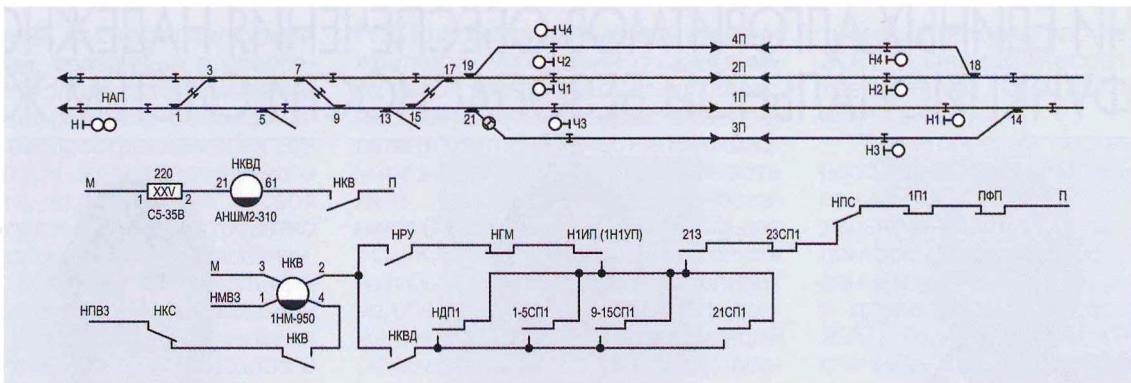


РИС. 1

применимых средств, обеспечивающих полное имитационное моделирование работы устройств, способных выполнять как анализ работы путем полного перебора входных состояний автоматических систем, использующих алгоритмы дискретной двоичной или троичной логики, так и имитационный набор статистической выборки необходимой репрезентативности для систем, использующих другие алгоритмы.

Отметим еще один вполне «традиционный» и опровергнутый многолетней практикой способ обеспечения функциональной безопасности систем – использование типовых, открытых алгоритмов (фактических аналогов «типовых альбомов» релейных устройств СЦБ). Работа над подобными «альбомами» единых алгоритмов обеспечения надежности и функциональной безопасности систем и устройств ЖАТ станет следующим шагом после окончания разработки требований к единой форме записи функциональных алгоритмов. Однако этот «шаг» будет более длительным по времени.

Во-первых, на основе опыта разработки и проектирования устройств ЖАТ предстоит осуществить сбор и анализ всех используемых функциональных алгоритмов, их классификацию с учетом назначения и актуальности применения. Во-вторых, для создания единых обобщенных алгоритмов следует тщательно провести выявление и разделение реализуемых логических функций по упомянутым трем основным задачам: условиям безопасности движения поездов, воздействию человеческого фактора и отказам в работе устройств. Отдельные логические условия могут добавляться или наоборот исключаться, на-

пример, в зависимости от применяемой элементной базы и схемотехники. В-третьих, целесообразно выполнить анализ реализуемых в алгоритмах условий безопасности движения на основе существующей фактической статистики нарушений. Это позволит в необходимых случаях сделать обоснованный выбор между соблюдением условий безопасности и, например, пропускной способностью, а также обосновать необходимость внедрения новых алгоритмов.

Кроме этого, нельзя не учитывать в выборе и обосновании применяемых алгоритмов работу систем и устройств ЖАТ в «сквозных» процессах организации движения поездов. Условия безопасности движения, проверяемые на уровне стационарных и бортовых устройств безопасности, могут взаимно дополнять или обоснованно дублировать друг друга, но при этом должны быть исключены ситуации, когда несоблюдение уровней требований и алгоритмов обеспечения безопасности фактически нивелируют соблюдение условий во всей цепочке. Добиться положительного результата можно путем расчетно обоснованной типизации алгоритмов обеспечения безопасности в устройствах ЖАТ. Это станет фундаментом для нормативного регулирования процесса совершенствования устройств ЖАТ на ближайшую перспективу.

Типовое схемотехническое решение включения кодовключающего реле (проверки условия включения кодирования) в маршруте приема на станцию приведено на рис. 1.

Формы записи для программирования микропроцессорных систем представлены на рис. 2 (а – классическая, б – алгоритмическая, в – адаптированная). Здесь приняты следующие условные обозначения: НКВ – логическая функция «включение кодовключающего реле маршрута приема по светофору Н»; логические переменные: а – включение разрешающего показания на светофоре Н; б – наличие контроля положения определяющих стрелок в маршруте приема на главный путь; с – свободность участка приближения к станции; к – замыкание в маршруте участка маршрута, примыкающего к приемоотправочному пути; л – свободность участка, негабаритного к маршруту; м – отсутствие включения пригласительного сигнала; d, e, f, g – свободность участков маршрута приема; н – свободность главного пути.

Как видно из примеров различных форм записи, на текущий момент наиболее близкой для понимания инженерно-технического персонала, работающего с системами железнодорожной автоматики и телемеханики, является адаптированная условная форма записи. При этом вопрос об окончательной формализации функциональных алгоритмов систем и устройств ЖАТ является предметом дальнейшей работы.

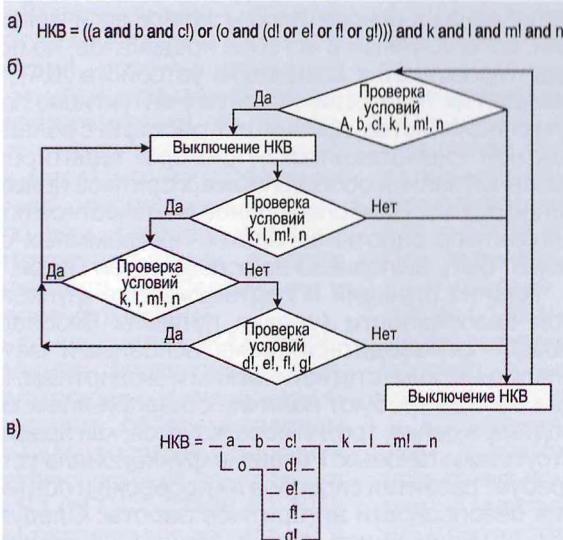


РИС. 2

# ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА МАЛОДЕЯТЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ



**ГИМАЛЬТИНОВ**  
Игорь Рафисович,  
НПЦ «Промэлектроника»,  
главный конструктор систем  
железнодорожной автоматики,  
г. Екатеринбург, Россия



**ТЕТКИН**  
Алексей Юрьевич,  
НПЦ «Промэлектроника»,  
главный специалист по микро-  
процессорным устройствам,  
г. Екатеринбург, Россия

На участках с высокой интенсивностью движения применяют различные системы автоматической блокировки. Для малодеятельных участков экономически обосновано использовать полуавтоматическую блокировку. Она может быть построена как на релейной (РПБ), так и на микропроцессорной элементной базе (МПБ). РПБ имеет ряд функциональных ограничений, которые не позволяют развивать железнодорожную инфраструктуру в соответствии с требованиями настоящего времени. МПБ способна заменить полуавтоматическую блокировку и автоблокировку без промежуточных сигнальных точек.

■ Среди функциональных ограничений релейно-процессорной блокировки можно выделить отсутствие контроля свободности/ занятости перегона и принцип передачи блок-сигналов между примыкающими к перегону станциями, требующий сезонных регулировок и применения фи-

зического канала связи. Также в таких системах не предусмотрена подсистема диагностики, что осложняет поиск и устранение неисправностей. Все это делает перевод участков с РПБ на цифровые средства передачи информации, а также включение их в диспетчерскую централизацию затруднительным, а подчас и невозможным.

## ПУТЕВАЯ БЛОКИРОВКА НА МИКРОЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ

■ Микропроцессорная полуавтоматическая блокировка относится к линейке блокировочных систем научно-производственного центра

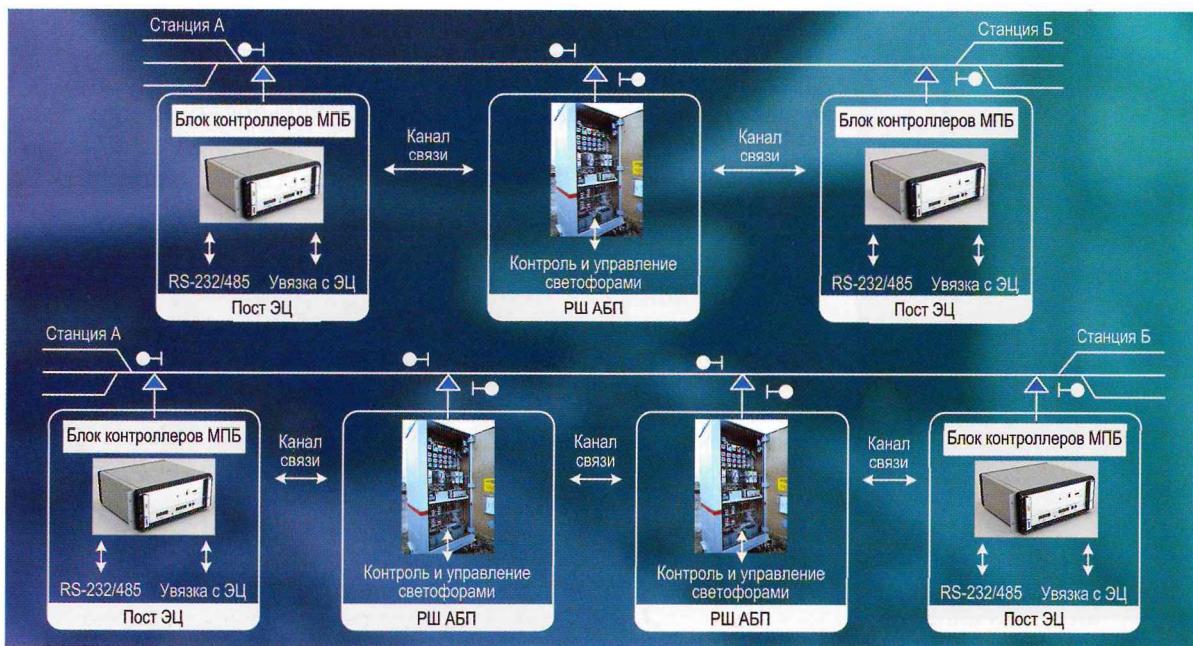


РИС. 1



РИС. 2

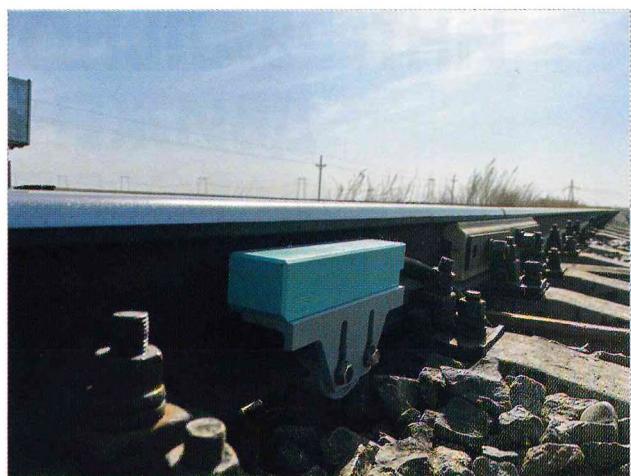


РИС. 3

«Промэлектроника». Областью применения МПБ является замена устаревших релейных устройств полуавтоматической блокировки, перевод участка на современные средства связи и расширение функционала полуавтоматической блокировки за счет встроенных средств контроля свободности перегона и организации на участке автоматических блок-постов. Также МПБ может стать заменой автоблокировке без промежуточных сигнальных точек в зависимости от наличия контроля свободности перегона.

Структурная схема МПБ на перегоне с блок-постом представлена на рис. 1. МПБ состоит из двух одинаковых полукомплектов, разме-

щаемых на прилегающих к перегону станциях. Каждый полукомплект включает в себя блок контроллеров МПБ (рис. 2) с программным обеспечением, реализующим логику полуавтоматической блокировки и схемы увязки с существующей централизацией на станции.

Встроенная функция счета осей и установленные на путях современные датчики ДКУ (рис. 3) позволяют контролировать свободность перегона любой протяженности.

Блок МПБ может размещаться не только на станции, но и в типовых релейных шкафах или существующих модулях (рис. 4). Это значительно снижает стоимость строительства при переоборудовании действующих перегонов с РПБ на МПБ.

Для реализации функций диагностики и архивирования работы оборудования и действий дежурного по станции МПБ оснащается автоматизированным рабочим местом электромеханика (АРМ МПБ). Оно имеет интуитивно понятный интерфейс, встроен-

ную интерактивную справку, а архивные данные формируются в текстовом формате (рис. 5).

Для применения МПБ предусмотрены следующие варианты:

без контроля свободности перегона;

с контролем свободности перегона внешними подсистемами;

с контролем перегона встроенными средствами счета осей с использованием напольной аппаратуры счета осей.

При первом варианте МПБ полностью повторяет функционал РПБ, но позволяет перейти на современные каналы связи. При втором и третьем вариантах применения логика МПБ дополняется функцией автоматического контроля свободности перегона, что повышает безопасность движения на участке. Также появляется возможность реализовать функцию автоматической подачи сигнала о прибытии на станцию. При проектировании предпочтительно использовать третий вариант, так как он обладает рядом преимуществ: минимальное количество

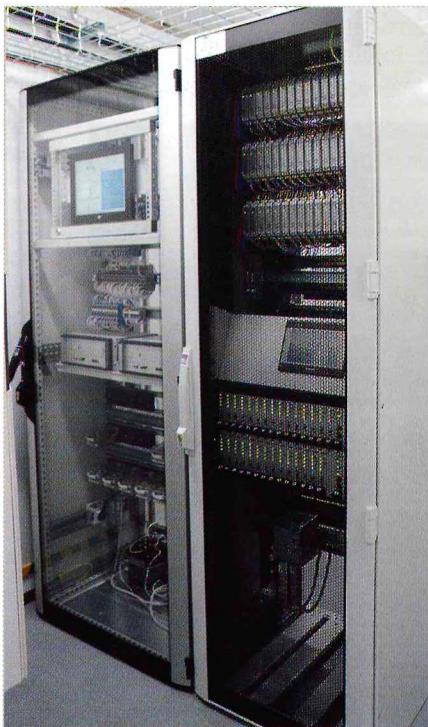


РИС. 4



РИС. 5

Таблица 1

Параметр	Тип линейного окончания МПБ			Километрическое затухание для сигналов ТЧ
	Мезонин ММТЧ	Мезонин ММТЧ	Мезонин MM485	
Типы интерфейсов	Физ. линия	Канал ТЧ	RS-485	
Скорость передачи, кбит/с	2,4	2,4	2,4	
Расчетная частота, кГц	2,4	2,4	—	
Допустимое затухание линии, дБ	25	5	Стандарт RS-485	
Количество занятых пар в кабеле	1	1	1	
Длина кабеля, км: МКПпA4x4x1,05, 7x4x1,05	32	6,5	1,2	0,76
МКПА 7x4x1,05	32	6,5	1,2	0,76
МКБА 7x4x1,2	35	7	1,2	0,71
МКС 4x4x1,2, 7x4x1,2	37	7,5	1,2	0,66
МКСА 4x4x1,2, 7x4x1,2	36	7,3	1,2	0,68
ТЗПА 7X4x1,2	31	6	1,2	0,79
Примечание	При установленном уровне выходного сигнала 0 дБ	При установленном уровне выходного сигнала -13 дБ		

Таблица 2

Параметр	Тип линейного окончания МПБ		
	Мезонин ММТЧ	Мезонин ММТЧ	Мезонин MM485
Типы интерфейсов	Физ. линия	Канал ТЧ	RS-485
Скорость передачи	2,4 кбит/с	2,4 кбит/с	2,4 кбит/с
Уровень (или амплитуда) на передаче	0 дБ	0 дБ или -13 дБ	Стандарт RS-485
Уровень (или амплитуда) на приеме	-25 дБ	-25 дБ	Стандарт RS-485
Допустимое затухание	25 дБ	5 дБ	—
Тип линии	2-х пр.	2-х пр.	2-х пр.
Волновое сопротивление	600 Ом	600 Ом	120 Ом

дополнительной аппаратуры (на границах контролируемого перегона устанавливается по одному счетному пункту, которые подключаются двухжильным кабелем непосредственно к блокам МПБ), отсутствует ограничение на длины контролируемого перегона.

Выбор варианта применения определяется при проектировании в зависимости от потребностей заказчика. При необходимости режим работы может быть изменен уже в процессе эксплуатации системы путем минимальных изменений в монтаже и настройках устройств МПБ.

#### ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ

#### В ПУТЕВОЙ БЛОКИРОВКЕ МПБ

■ Обмен блок-сигналами и технологической информацией между

блоками контроллеров МПБ осуществляется по специализированному протоколу с использованием сигналов ТЧ или по цифровым каналам «точка–точка» с интерфейсом RS-485.

Физические линии связи и аналоговые системы уплотнения могут быть использованы только для передачи блок-сигналов МПБ сигналами тональной частоты. В качестве физической линии связи МПБ должны использоваться провода парной скрутки магистрального кабеля связи. Интерфейс линейного окончания МПБ определяется типом приемо-передатчика, устанавливаемого в виде мезонина в блок МПБ. Допустимые длины физических линий связи и типы мезонинов приведены в табл. 1.

Выбор типа линейного окончания МПБ определяется местными условиями для каждого конкретного проекта.

Характеристики линейного окончания МПБ приведены в табл. 2.

Мезонины ММТЧ предусматривают ступенчатую регулировку уровней выходных сигналов ТЧ: 0 и -13 дБ. Уровень 0 дБ устанавливается при использовании физических линий связи. При использовании систем уплотнения каналов ТЧ значение выходного уровня сигналов ТЧ определяется местными условиями и характеристиками предоставляемых каналов связи. Скорость передачи информации каналу ТЧ составляет 2400 бит/с.

МПБ имеет функцию горячего резервирования каналов связи, которая позволяет повысить надежность работы участка при повреждении одного из каналов. При повреждении любого канала МПБ автоматически выявит проблему и перейдет на резервный канал связи. При этом не будет перерыва в обмене блок-сигналами между станциями, а дежурные по станции и электромеханик будут оповещены о проблеме со связью.

#### РЕШЕНИЕ С АВТОМАТИЧЕСКИМИ БЛОК-ПОСТАМИ

■ Многие годы существовало решение, позволяющее организовать на перегоне с полуавтоматикой только один автоматический блок-пост. Это не обеспечивало экономически оптимальный выбор системы интервального регулирования движения поездов при граничных по пропускной способности полуавтоматики условиях.

Сейчас утверждены и апробированы технические решения, предусматривающие организацию на перегоне до 10 автоматических блок-постов. Такие решения уже эксплуатируются на участке Никельтау – Кандыагаш в Казахстане и реализуются на участке Барановский – Гоздево Дальневосточной дороги. Таким образом, заказчик получает безразрывную технико-экономическую модель для выбора оптимальной системы интервального регулирования движения поездов.

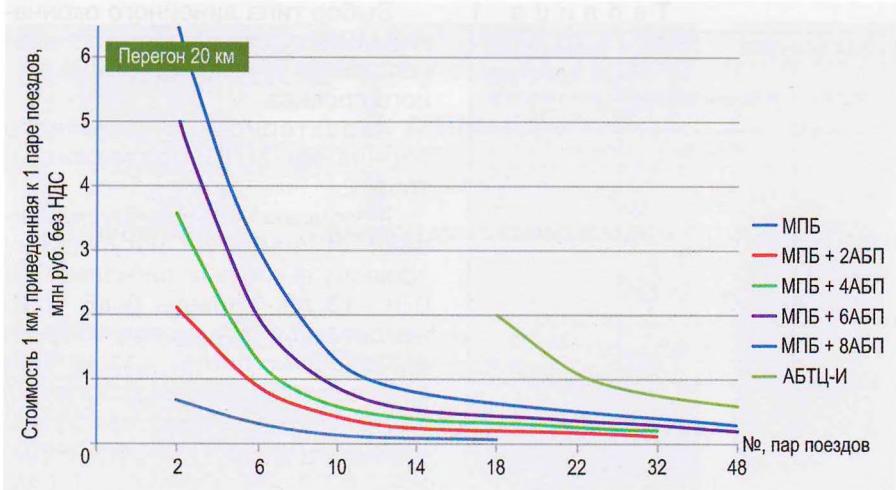


РИС. 6

Логику зависимостей блок-поста в МПБ выполняет контроллер, идентичный станционному. При организации нескольких автоматических блок-постов на одном перегоне система МПБ может выступать альтернативой автоблокировке на счете осей. Количество блок-постов зависит от требуемой пропускной способности участка, его длины и допустимой скорости движения.

Порядок отправления и приема поездов на перегоне с АБП МПБ в основном аналогичен порядку, установленному для перегонов, оборудованных согласно Типовым проектным решениям РПБ-7-77. Исключение составляет порядок действий дежурного по станции по восстановлению работы МПБ в случаях сбоя в работе или после устранения причин отказа в работе устройств МПБ.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ МПБ

Сокращение реле и блоков, а также использование при МПБ волоконно-оптических линий связи взамен кабельных или воздушных линий приводит к исключению затрат, связанных с простоем поездов по причине их отказов. Стоимость оборудования 1 км СИРДП, приведенная к одной паре поездов, представлена на рис. 6.

Срок окупаемости системы МПБ без контроля перегона не превышает 3-х лет, что указывает на высокую эффективность и целесообразность реконструкции средств ЖАТ. Вариант внедрения МПБ с контролем перегона более затратный, однако и этот вариант является эффективным, поскольку срок окупаемости значительно меньше срока полезного использования оборудования.

В настоящее время полуавтоматическая блокировка МПБ эксплуатируется на железных дорогах магистрального и промышленного транспорта в России, Грузии, Узбекистане, Казахстане, Белоруссии, Армении и странах Прибалтики.

научно-производственный центр  
**ПРОМЭЛЕКТРОНИКА**

**С Новым годом!**

**Уважаемые коллеги!**

Желаем вам чудесных праздников, замечательного настроения и вдохновения!

Пусть 2025 год станет для вас временем новых открытий и важных событий.

Реклама

# КЭАЗ ОБЕСПЕЧИВАЕТ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

**Ключевую роль в обеспечении безопасности движения на железнодорожном транспорте играют дистанции СЦБ. Работа устройств железнодорожной автоматики и телемеханики напрямую зависит от надежности системы электроснабжения. Курский электроаппаратный завод уже на протяжении 79 лет разрабатывает и производит качественную продукцию и комплексные решения для стабильной работы стратегически важных объектов, в том числе транспортной инфраструктуры.**

■ В ассортименте КЭАЗ более 32 тыс. наименований электрооборудования для реализации комплексных решений. Компания имеет собственное производство полного цикла в России и развитые компетенции в НИОКР. Благодаря этому предприятие достигло высокого уровня сырьевой независимости. Кроме этого, оно внесено в реестр промышленной продукции Министерства промышленности и торговли РФ.



Устройство электропитания микропроцессорных комплексов

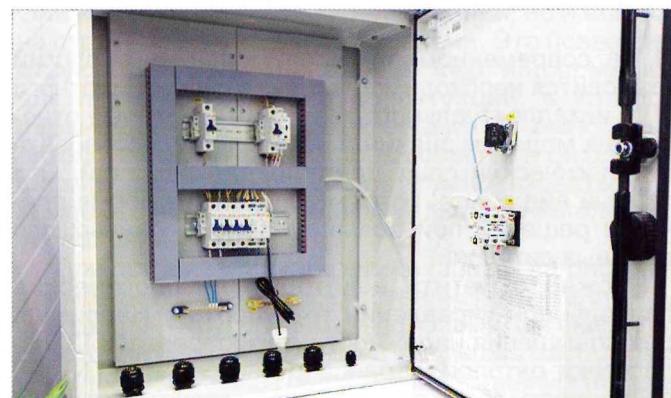
В связи с уходом с рынка западных брендов у производителей щитового оборудования для электропитания устройств ЖАТ возникла необходимость в импортозамещении электротехнических компонентов. КЭАЗ предлагает оборудование для вводно-распределительных устройств служебно-технических зданий СЦБ и связи, а также для систем управления электрообогревом стрелочных переводов.

На базе продукции компании уже реализованы решения на предприятиях ОАО «ЭЛТЕЗА», ООО «1520 Сигнал», АО «НПЦ «Промэлектроника», АО «Радиоавионика», ООО «ПКФ «Технология».

Оборудование КЭАЗ использует и Центр компьютерных железнодорожных технологий (ЦКЖТ) Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I. Разработанные ЦКЖТ устройства электропитания микропроцессорных комплексов УЭП-МПК тиражируются с 2004 г. и применяются как на объектах

магистрального транспорта России и Казахстана, так и в метрополитене.

«Специалисты ЦКЖТ стояли у истоков разработки и применения в России микропроцессорной техники в системах управления и обеспечения безопасности движения поездов. Для практической реализации научных исследований ЦКЖТ использует экспериментальную производственную базу, на которой осуществляется апробация новых технических решений. Изделия КЭАЗ мы применяем более 10 лет, в течение которых в тесном сотрудничестве со специалистами завода адаптируем производимые изделия для железнодорожной автоматики и телемеханики, – отмечает заведующий лабораторией ЦКЖТ «Электромагнитная совместимость и электропитающие устройства ЖАТ», доцент кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» В.А. Шатохин.



Шкаф наружного освещения

В этом году готовятся к пуску станции «Горный институт» и «Театральная» Петербургского метрополитена, станция Аппаратная Свердловской дороги, где также использовано оборудование КЭАЗ.

Предприятие постоянно развивается, совершенствуя продукты и сервис, чтобы стать надежной опорой энергобезопасности России и гарантом ее стабильности.

Пресс-служба КЭАЗ

**КЭАЗ**  
ЭНЕРГИЯ ЕДИНСТВА



305044, Россия, г. Курск, ул. 2-я Рабочая, д. 23

Тел.: 8-800-777-94-62

E-mail: [keaz@keaz.ru](mailto:keaz@keaz.ru)

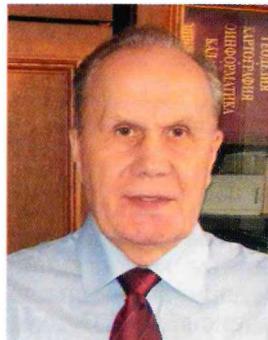
[www.keaz.ru](http://www.keaz.ru)

На правах рекламы

# ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТОМ



**РОЗЕНБЕРГ**  
**Игорь Наумович**,  
 Российский университет  
 транспорта РУТ (МИИТ),  
 научный руководитель,  
 профессор, д-р техн. наук,  
 член-корреспондент РАН,  
 Москва, Россия



**ЦВЕТКОВ**  
**Виктор Яковлевич**,  
 АО «Научно-исследовательский  
 и проектно-конструкторский  
 институт информатизации,  
 автоматизации и связи на  
 железнодорожном транспорте»,  
 заведующий научным отделом,  
 профессор, д-р техн. наук,  
 Москва, Россия

**Ключевые слова:** транспорт, управление, транспортная онтология, модели знаний, связанные данные, семантическая сеть

**Аннотация.** Статья посвящена вопросу применения онтологий для решения задач управления в сфере транспорта. Его актуальность вызвана необходимостью развития интеллектуального и беспилотного управления. На основе опыта введено понятие «транспортная онтология» и описано ее содержание. Предложена схема ее построения. Рассмотрено введение информационной маркировки для построения онтологий в интеллектуальном управлении.

■ На современном этапе применение онтологий становится необходимостью в сфере беспилотного [1] и интеллектуального транспорта, которые относятся к моделям знаний и позволяют использовать онтологический опыт для принятия решений. Это особый вид опыта, который сокращает время принятия решений при большом объеме данных для сложных ситуаций.

Можно отметить некоторые онтологические подходы при управлении транспортом. Например, для повышения надежности грузоперевозок [2] используют онтологии транспортных сетей (OTN). Их особенность состоит в том, что они конструируются на основе файлов геоданных. Следует отметить, что пока нет общих методов формирования транспортных онтологий, они создаются для решения только частных задач, в том числе для моделирования логистики. Примером может служить онтология транспортных сбоев [3], которая представляет собой структурные схемы моделирования событий при планировании движения поездов.

Теорию онтологий рассматривают как теорию анализа, связанную с выделением типов, свойств объектов и связи их сущностей. По степени иерархии различают формальные, описательные, предметные и частные онтологии. Схема их формирования приведена на рисунке, где цифрами обозначены: 1 – частные, 2 – предметные, 3 – формальные онтологии (описательные на схеме не показаны). К формальным относятся онтологии, построенные с максимальной степенью обобщения, частным – на-

правленные на решение прикладных задач. Транспортные онтологии попадают в зоны 1 и 2.

Формированию онтологий предшествует сбор информации. Она может содержать онтологическую неопределенность, которую надо исключить. На основе четкой информации создают фактофиксующие модели, которые объединяют параметры в элементарную сущность, описывающую реальный факт. Формируют терминологические отношения между ключевыми терминами. В результате создают систему связанных данных.

Для построения онтологий требуется создание системного словаря или глоссария исследуемой области. Такой словарь отличается от обычного тем, что представляет собой совокупность терминов и отношений между ними, причем отношения являются дополнением словаря. Наличие отношений меняет словарные дефиниции (дефиниция – объяснение, которое делает сложные идеи доступными, помогает понять то или иное явление или объект, его основные характеристики и особенности).

В обычном словаре дефиниция описывает сущность понятия без особой связи с другими понятиями, а в онтологическом включает описание взаимодействия или связи термина с другими понятиями реальности. Это – расширенный словарь с пояснениями, а также с рекомендациями применения в разных ситуациях. При этом глоссарий можно рассматривать как словарь ключевых терминов для конкретной области, в том числе транспортной инфраструктуры, киберпространства, логистики,



оптимизации перевозок и др. Глоссарий есть систематизированная и связанная совокупность информационных единиц. Для транспортной области эти единицы соответствуют реальным зданиям, сооружениям, железнодорожным путям, подвижным средствам, объектам сигнализации и др. В глоссарий целесообразно включать не только технические, но и экономические, организационные, управленические и информационные факторы.

Составление глоссария есть первый этап формирования онтологий. На втором этапе, заключающемся в обобщении понятий и составлении обобщенных описаний сущностей данной предметной области с включением сравнительного и качественного анализа, а также метамоделирования [4], формируется предметная (прикладная) онтология.

Прикладная онтология может быть классифицирована как обобщение семантической сети и системы связанных данных. Это задает ее двухуровневость. Система связанных данных в простейшей интерпретации представляет собой сеть терминов. Она образует частную онтологию. Семантическая сеть – это сеть смыслов или знаний, которые могут выражаться разными терминами с учетом накопленного опыта, помогающего улучшить повторное использование знаний о транспортных ситуациях и управленических решениях в этих ситуациях.

Исследования [5] показали возможность применения онтологий в цифровом управлении. Это обусловлено возможностью цифровых технологий автоматически осуществлять интеграцию данных для построения связанной системы данных. Кроме того, сами онтологии можно задействовать для интеграции данных [5]. Это инкрементный (связанный с приращением) процесс: первоначально интеграцию данных применяют для создания онтологий, которые затем используют для большей интеграции данных. Для создания связанной системы данных интеграция осуществляется через частные технологические схемы, поскольку общая методика построения прикладных онтологий отсутствует.

Растущее применение информационно-коммуникационной технологии в транспортной отрасли дает возможность автоматически собирать сведения от подвижных объектов. Состояния объектов, связанных с пространственным перемещением, можно контролировать с помощью коммуникационных и космических технологий. Однако здесь возникает некоторая проблема: чем больше объемы собираемых данных, тем значительнее неоднородность, которая формирует дополнительные контексты. Большие данные ставят проблему предобработки информации, выявления ее неоднородности и согласования. Одно из решений этой проблемы заключается в использовании информационных моделей и информационных единиц. После систематизации первичной информации можно строить онтологии, которые сами могут помочь дальнейшему конструированию и получению знаний для создания новых онтологий.

Транспортные онтологии формируют общее представление знаний в транспортной инфраструктуре. Они не только создают модели знаний, но и влияют на стратегический статус компании. Это позволяет структурировать управленческую информацию для принятия решений по ситуации, в которой перемещается подвижный объект. Транспортные онтологии могут быть сформированы в цифровой форме, что дает возможность использовать их в компьютерных и интеллектуальных технологиях управления.

Для организации семантики (зона 2 на рисунке) применяют методы искусственного интеллекта, благодаря чему решается проблема организации семантики больших данных и в больших масштабах. Онтологии, а также графовые базы данных [6] применяют как инструмент удовлетворения потребности в условиях больших данных.

При формировании транспортных онтологий задействована технология маркировки информации – процедура, относящаяся к области интеллектуального управления. Маркировка в контексте искусственного интеллекта состоит в добавлении описательной информации к данным; например, наборы изображений, ряды данных или измерения датчиков. Маркировка применяется в области глубокого машинного обучения, используемого для беспилотного транспорта. Выборки данных (например, изображения или облака точек в мобильном лазерном сканировании) маркируются описаниями, которые изучаются онтологической моделью. Идея маркировки задействована в создании автомобильной глобальной онтологии (Automotive Global Ontology – AGO) как система организации знаний [6].

Исследования в области транспорта выявили важность структур знаний предметной области для различных целей: оценки сцен автономного движения в приложениях реального времени [7], обеспечения автоматической поддержки проектирования и анализа систем мониторинга производительности общественного транспорта [8] или для использования знаний с целью поддержки в управлении испытаниями транспорта [9].

Нет необходимости применять онтологии для управления обычным транспортом, они целесообразны в сложных ситуациях, при высокоскоростном движении. Кроме того, они являются обязательными при беспилотном движении и киберфизическом управлении транспортом [10]. Онтология – инструмент интеллектуального управления, опыт использования которой ставит задачу разработки направления для управления интеллектуальным транспортом.

Таким образом, развитие технологий управления транспортом логически приводит к использованию онтологии, которая представляет собой модель знаний. Таких моделей может быть много по типу предметной области (транспорт, строительство) и по степени обобщения информации. Зарубежный опыт дает основание ввести обобщающее понятие «транспортная онтология». Развитие беспилотного, интеллектуального и киберфизического транспорта требует применения онтологического моделирования.

Представленная в статье схема (см. рисунок) является одним из предложений в этом направлении. За рамками схемы остались методы интеграции и кластеризации разнородной информации. Это – техническая сторона, больше связанная с обработкой данных, чем с онтологическими проблемами. Понятие «онтологическая неопределенность» дополняет его при комплексном анализе. В этом понятии неопределенность переходит в область семантики и знаний. Даже четкая информация может содержать онтологическую неопределенность. Онтологическая неопределенность в управлении транспортом – перспективная область исследова-

ния, в первую очередь для беспилотного транспорта. Применение онтологии в управлении означает смену эпохи управленческой информации на эпоху управленческих знаний.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Dolgy A.I., Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. Spatial logic in process of unmanned vehicle operation // AIP Conference Proceedings. 2021. Vol. 2402, Iss. 1. P. 50059. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0074851>.
2. Development of transportation management system with the use of ontological and architectural approaches to ensure trucking reliability / A. Dorofeev, N. Altukhova, N. Filippova, T. Pashkova, N. Ponomarev // Sustainability. 2020. Vol. 12, no 20. P. 8404. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12208504>.
3. The transport disruption ontology / D. Corsar, M. Markovic, P. Edwards, J.D. Nelson // The Semantic Web—ISWC 2015. Cham, Switzerland: Springer, 2015. P. 329–336. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-25010-6\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-25010-6_22). (Lecture Notes in Computer Science; vol. 9367).
4. Metamodelling in the information field / V.Ya. Tsvetkov, S.V. Shaitura, A.M. Minitaeva, V.M. Feoktistova, Yu.P. Kozhaev, L.P. Belyu // Amazonia Investiga. 2020. Vol. 9, no 25. P. 395–402.
5. Zheng Y., Törmä S., Seppänen O. A shared ontology suite for digital construction workflow // Automation in Construction. 2021. Vol. 132, no 12. P. 103930. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103930>.
6. Design and implementation of an ontology for semantic labeling and testing: automotive global ontology (AGO) / I. Urbieto, M. Nieto, M. Garcia, o. Otaegui // Applied Sciences. 2021. Vol. 11, no 17. P. 7782. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11177782>.
7. Bagschik, G.; Menzel, T.; Maurer, M. Ontology based scene creation for the development of automated vehicles // Proceedings of the 2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). 2018. P. 1813–1820. DOI: [10.1109/IVS.2018.8500632](https://doi.org/10.1109/IVS.2018.8500632).
8. An ontology-based framework to support performance monitoring in public transport systems / F. Benvenuti, C. Diamantini, D. Potena, E. Storti // Transportation Research. Part C: Emerging Technologies. 2017. Vol. 81, no 8. P. 188–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.06.001>.
9. Resource Description Framework (RDF) // W3C: Semantic Web Standards. 2014. URL: <https://www.w3.org/RDF/>.
10. Дзюба Ю.В., Цветков В.Я., Козлов А.В. Киберфизические системы в управлении транспортом // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 1. С. 10–12. DOI: [10.34649/AT.2022.1.1.002](https://doi.org/10.34649/AT.2022.1.1.002).



# ПОИСК, ЛОКАЛИЗАЦИЯ И РЕМОНТ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ



**ЕВДОКИМОВА**  
**Ольга Геннадьевна,**  
 Петербургский государственный  
 университет путей сообщения  
 Императора Александра I,  
 кафедра «Электрическая  
 связь», доцент, канд. техн. наук,  
 Санкт-Петербург, Россия



**БЫЧКОВ**  
**Дмитрий Васильевич,**  
 ОАО «РЖД», Центральная  
 станция связи, Октябрьская  
 дирекция связи, главный  
 инженер, Санкт-Петербург,  
 Россия



**ХАЙСОВ**  
**Андрей Валерьевич,**  
 ОАО «РЖД», Центральная  
 станция связи, Октябрьская  
 дирекция связи, Центральный  
 региональный центр связи,  
 главный инженер,  
 Санкт-Петербург, Россия

**Ключевые слова:** кабельные линии связи, повреждение кабеля, поиск места повреждения, ремонт кабельных линий связи

**Аннотация.** В статье рассматриваются факторы, снижающие надежность линейно-кабельных линий связи и признаки их повреждения. Основное внимание уделено медножильным кабелям. Описываются практические способы и методы обнаружения повреждений. Сформулирована необходимость разработки и внедрения технических и организационных решений, позволяющих сократить время поиска, локализации и ремонта кабелей связи, чтобы минимизировать время перерыва сервиса и, как следствие, сбоев движения поездов.

■ В последнее время участились случаи преднамеренного воздействия злоумышленников на инфраструктуру железнодорожного транспорта, в том числе на кабельные линии связи (КЛС). От их работоспособности в определенной степени зависит стабильность действия системы обеспечения движения поездов в целом. Правильная эксплуатация КЛС способствует безотказной работе инфраструктуры [1] с установленным коэффициентом готовности. В связи с этим скорость обнаружения повреждений на кабеле и их локализация имеют важное значение.

Выход из строя КЛС в большинстве случаев приводит к сбоям в работе систем связи и СЦБ, как следствие, – к отказам 1-й, 2-й и 3-й категорий, а ОАО «РЖД» несет экономические и имиджевые потери.

Разветвленность трасс кабельных линий, сложная конфигурация (с учетом многократных ремонтов, выносов и др.) обуславливают актуальность проблемы уменьшения продолжительности восстановительных работ и разработки решений по обнаружению мест повреждений. Причем в городских условиях, когда ремонтные работы требуют снятия асфальтового

покрытия или вскрытия промерзшего грунта, время восстановительных работ увеличивается.

На надежность КЛС влияют внутренние и внешние факторы. Внутренние в основном формируются из-за использования некачественных материалов, нарушения технологии и др. К внешним факторам относятся: нарушение норм прокладки и монтажа, механические повреждения, коррозия брони и оболочки, пробой изоляции жил, сдвиги и деформация почвы, неправильная эксплуатация, вибрация, старение. Примеры повреждения медножильного кабеля под воздействием внешних факторов показаны на рис. 1 и 2.

Наиболее часто встречающимися повреждениями, их причинами и признаками являются:

повреждения оболочек кабеля, вызывающие нарушение герметичности и падение давления газа;

понижение сопротивления изоляции жил кабеля до 100 кОм и ниже;

обрыв кабеля;

попадание влаги в муфты, вызванное деградационным разрушением герметизирующего материала.

Нарушение целостности КЛС может происходить в процессе работы техники или ручного инструмента



РИС. 1



РИС. 2

в зоне прокладки кабеля, когда отсутствует точная информация о его местоположении. Также повредить могут злоумышленники, преследующие различные цели (кражи ценных металлов из кабелей, саботаж железнодорожной инфраструктуры или попытка подключения к линии связи для несанкционированного доступа к информации). При этом последствия повреждений могут носить катастрофический характер.

К регламентирующему документам, используемым при реализации поиска, локализации и ремонта повреждений кабельных линий связи на участках с диспетчерской централизацией, относятся:

распоряжения № ЦСС-979/р от 29.09.2015 г. «Об организации проверок пространственно-аппаратного резервирования вторичных сетей с каналами связи для ДЦ» и № ЦСС-663/р от 11.04.2022 г. «Основные требования по содержанию служебно-технических зданий и сооружений с кабельными коммуникациями технологической железнодорожной электросвязи»;

инструкция по монтажу, ремонту и восстановлению кабельных линий железнодорожной связи с применением новых технологий и материалов;

регламент взаимодействия работников хозяйства автоматики и телемеханики Октябрьской дирекции инфраструктуры и Октябрьской дирекции связи при проведении совместных регламентных работ.

Обслуживание и ремонт кабельных линий связи в настоящее время регламентированы в основном такими нормативными документами, как «Сборник карт технологического процесса по обслуживанию и ремонту кабельных линий связи» и «Сборник технико-нормировочных карт на техническое обслуживание кабельных линий связи» в редакции распоряжения № ЦСС-226/р от 08.02.2022 г., а также «Сборник технико-нормировочных карт на техническое обслуживание кабельной канализации и линейных сооружений» № ЦСС-1490/р от 25.12.2019 г.

Для обнаружения места повреждения первоначально проводятся измерения с помощью диагностического комплекса МДК. Затем на ближайших точках к предполагаемому месту выполняются измерения в ручном режиме. Далее в месте предполагаемого повреждения кабель осматривается визуально. Если визуальным осмотром не удается выявить место повреждения, вскрывается одна из муфт, ограничивающих данную строительную длину, и осуществляются повторные измерения.

Диагностирование, локализация и ремонт повреждений кабельных линий связи на участках выполняются установленным порядком по технологическим картам [2] с соблюдением технологии,

изложенной в «Правилах по охране труда при работах на линейных сооружениях кабельных линий передачи».

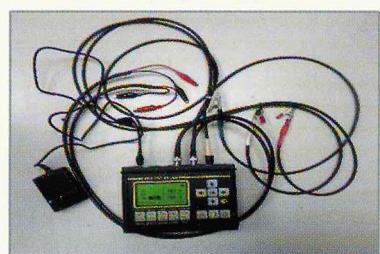
Технология герметизации соединительных муфт, оболочек и шлангов кабелей связи «холодным» способом исключает использование открытого огня. Этот способ может применяться при герметизации стыков соединительных муфт, ремонте оболочек кабелей местной связи, при герметизации муфт на стыке кабелей с разнородными оболочками, а также при монтаже прямых соединительных муфт и ремонте шлангов на кабелях магистральной и внутризоновой связи. Монтаж муфт, ремонт оболочек и шлангов следует производить при температуре не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . При этом непосредственно до момента применения монтажные материалы должны содержаться при положительной температуре. Если работы выполняются при более низких температурах, необходимо обеспечить обогрев рабочей зоны.

Следует отметить, что определение точного места повреждения в металлических кабелях представляет собой сложную взаимосвязанную систему мероприятий, занимающих порой продолжительное время. Совершенствование используемых для определения мест повреждения методов [3], приборов, устройств и систем значительно облегчает работу персонала. Для обнаружения повреждения (обрыва) на медных кабелях, как уже упоминалось, применяются модульные диагностические комплексы МДК. При этом порог срабатывания модуля МДК выставляется согласно утвержденному реестру по параметрам и ряду факторов (длины линии, числа отпаев, муфт и др.) для каждого кабельного участка отдельно, но точно определить место и причину в ав-

Импульсный рефлектометр РИ-10М1



Кабельный прибор ИРК-ПРО АЛЬФА



Кабельный прибор ИРК-ПРО Гамма

Трассо-дефектоскоп ТОИСК-310Д-2М  
в комплекте с генератором ГК-310А-2

РИС. 3



РИС. 4

томатическом режиме до приезда электромеханика с рефлектометром крайне сложно. Комплекс измерений по локализации места повреждения порой под силу лишь специалистам с многолетним опытом. Основными приборами для поиска повреждений на полигоне Октябрьской дороги являются трассо-дефектоскопы «ПОИСК» и ПОИСК-310Д-2М в комплекте с генератором ГК-310А-2, кабельные приборы ИРК-ПРО Альфа и ИРК-ПРО Гамма, импульсный рефлектометр РИ-10М1 (рис. 3).

Импульсный рефлектометр РИ-10М1 – это одноканальный кабельный локатор, предназначенный для определения характера и местоположения неоднородностей и повреждений кабельной линии (обрыв, короткое замыкание, муфта, сростка кабеля, параллельный отвод, разбитость пар). Он предназначен для проведения измерений на симметричных и несимметричных кабелях с волновым сопротивлением от 30 до 500 Ом (измерение длины кабеля, расстояний до неоднородностей волнового сопротивления или повреждений, коэффициента укорочения линии при известной ее длине). Функционал прибора позволяет записать в память и воспроизвести до 100 рефлектограмм для последующей их обработки в стационарных условиях. Примеры рефлектограмм основных повреждений на кабелях связи приведены на графиках (рис. 4).

Поиск трассы периодически осложняется расхождениями с существующими схемами, и некоторые составляющие трассы (муфты, повороты, изменения глубин) определить точно на местности сложно.

Применение современных технологий электронной маркировки кабелей в процессе проектирования и строительства трасс будет способствовать повышению точности их идентификации и сокращению времени на поиск места повреждения и установки муфты. Известна суть технологии электронной маркировки [4], заключающаяся в зондировании поверхности специальным прибором (маркероискателем), генерирующим сигналы с целью определения местоположения маркера, заложенного в грунт рядом с КЛС при ее строительстве или при ремонтно-восстановительных работах. Маркер в свою очередь представляет собой резонирующий колебательный контур, помещенный в защитный пластиковый кожух. Сигнал от прибора вызывает в маркере колебания

определенной частоты, с помощью которых он идентифицируется.

Маркеры различаются по своим резонансным частотам в зависимости от типа коммуникации. Применение интеллектуальной маркировки, когда происходит не только обнаружение маркера, но и его абсолютная идентификация по информации, записанной при закладке, облегчает задачу поиска подземной коммуникации для проведения аварийно-восстановительных работ. Применение электронной маркировки КЛС позволит создать реперные точки для последующей привязки посредством спутниковой навигации и электронной паспортизации и инвентаризации трассы (электронная карта + данные с информацией из интеллектуальных маркеров).

Следует отметить, что интеллектуальная маркировка – это не замена, а эффективное дополнение существующих методов, способствующее сокращению времени поиска, локализации и ремонту кабелей связи. Имеется положительный опыт применения системы электронной маркировки волоконно-оптических линий связи российскими предприятиями энергетического сектора, который постепенно масштабируется. При этом внедрение современных технологий и научных методов способствует обеспечению непрерывности, стабильности грузо- и пассажиропотоков, повышению эксплуатационных показателей железнодорожного транспорта в целом.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года : утв. Распоряжением Правительства РФ от 17.06.2008 № 877-р // Министерство транспорта Российской Федерации : официальный портал. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010>.
- Сборник технико-нормировочных карт на техническое обслуживание кабельных линий связи, утв. 30 сентября 2019 г. (в редакции распоряжения от 8 февраля 2022 г. № ЦСС-226/р).
- Анализ методов поиска трассы и локализации мест повреждений полностью диэлектрического оптического кабеля / В. Гуреев, Б. Попов, В. Попов, К. Яблочкин // Первая миля. 2021. № 8. С. 26–31. DOI: 10.22184/2070-8963.2021.100.8.26.31.
- Тузов Г.А. Трассоиск и электронная маркировка кабелей связи : презентация. 2014. URL: [https://skomplekt.com/files/attachments/category/175/doc\\_c12895\\_3.pdf?srslitid=AfmBOooHZgjCDtH-XJn2Un5OxTcPO5DrXZ2\\_Auk4RTytHPhwaXjDNfSD](https://skomplekt.com/files/attachments/category/175/doc_c12895_3.pdf?srslitid=AfmBOooHZgjCDtH-XJn2Un5OxTcPO5DrXZ2_Auk4RTytHPhwaXjDNfSD)

# ОБМЕН ДАННЫМИ МЕЖДУ ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ И ЕГО ЦИФРОВЫМ ДВОЙНИКОМ



**СКОРИК**  
Александр Дмитриевич,  
АО «Концепт»,  
генеральный директор,  
г. Королёв, Россия



**САВОНИН**  
Владимир Владиславович,  
АО «Концепт» руководитель  
проекта, г. Королёв, Россия



**СЛОБОДСКОВ**  
Олег Евгеньевич,  
АО «Российский институт мощ-  
ного радиоостроения» ведущий  
инженер, канд. техн. наук,  
Санкт-Петербург, Россия

**Ключевые слова:** абонентский терминал; сеть связи, устойчивая к задержкам; интернет вещей, IoT; цифровой двойник

**Аннотация.** В статье рассмотрен способ обеспечения двусторонней связи между подвижным объектом и его цифровым двойником. Авторами представлен облик прототипа абонентского устройства (терминала) с использованием общепромышленных технологий IoT и сетей, устойчивых к задержкам (разрывам) при создании гетерогенных сетей связи. Предложенное решение позволяет обеспечить связь цифровых двойников с реальными физическими подвижными объектами в процессе их эксплуатации. Кроме этого, сформулированы практические подходы к созданию технической основы для массового использования цифровых двойников.

■ В Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации среди основных направлений развития информационных и коммуникационных технологий определен интернет вещей (IoT).

Внедрение решений IoT в производственных компаниях зачастую ограничивают аспекты нормативно-правового характера и обеспечения безопасности передаваемой информации и информационной безопасности в целом [1–3]. Для производственных предприятий большой объем полезной информации (в том числе коммерческой) связан с таким этапом жизненного цикла, как эксплуатация. При этом целесообразно в процессе эксплуатации иметь не только цифровую модель изделия, но и его цифровой двойник. Цифровой двойник (ЦД) представляет собой систему из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с ним и (или) его составными частями [4].

В ОАО «РЖД» цифровые двойники подвижного состава позволяют прогнозировать загрузку железнодорожных путей, определять оптимальные маршруты, рассчитывать стоимость эксплуатации подвижного

состава и путевого оборудования, вырабатывать оптимальные режимы эксплуатации всей транспортной сети и др. [5]. Для получения экономического эффекта от использования ЦД стоимость внедрения решений двусторонней связи для IoT должна быть сопоставима или даже ниже услуг мобильной связи. Только тогда можно говорить о значительном росте развития указанных технологий.

В соответствии с ГОСТом [4] для создания цифрового двойника подвижного объекта (ПО) необходимо организовать двустороннюю информационную связь между этим объектом и его цифровой моделью. Решение этой задачи при нахождении ПО в зоне обслуживания сотовых систем или на стоянке (остановке) не вызывает сложностей. Обмен информацией осуществляется с помощью известных устройств связи, например, с помощью мобильной связи с применением технологий 4G/LTE [6] по сети Интернет. Однако организация канала связи для приема и передачи информации с ПО в процессе движения потребует установки на борт дополнительных устройств. Связь ПО с его цифровой моделью

возможна и при помощи спутниковых систем передачи данных или специальной бортовой аппаратуры, организующей отдельный канал передачи данных «борт–земля». При этом подвижные объекты различных типов, очевидно, будут оборудованы разными техническими средствами передачи данных, а сам процесс передачи данных в движении с борта ПО сопровождается периодическими разрывами соединений и задержками связи.

Однако такие системы не всегда могут быть использованы. Например, кроме зоны обслуживания (покрытия) важную роль играют особенности применения изделий, в частности мобильность, когда физический объект подвижен. При этом зачастую возникают ситуации, когда он оказывается вне зоны обслуживания, либо услуга не может предоставляться по другим причинам. В этом случае целесообразно обратить внимание на сетевые технологии, обеспечивающие передачу информации в условиях непредсказуемых перерывов и задержек. К ним относятся протоколы архитектуры DTN [6, 7].

В предлагаемом решении двусторонняя информационная связь между подвижным объектом и его цифровой моделью осуществляется по протоколам, устойчивым к задержкам. Решение задачи по организации процесса передачи данных в гетерогенной сети «подвижный объект – цифровой двойник» предложено реализовать путем применения для передачи информации bundle-протокола DTN.

Такая необходимость продиктована несколькими факторами:

возникновение ситуации, когда между объектом и его цифровой моделью отсутствует работоспособный маршрут передачи данных, но возможна составная передача от «узла к узлу» при появлении связи между соседними узлами;

при наращивании количества абонентов DTN возможно их объединение в сеть, что приведет к повышению надежности и своевременности доставки данных.

Протокол уровня приложений DTN (Disruption-TolerantNetworking – протокол, устойчивый к задержкам) разработан для решения проблем TCP/IP протокола в сетях с большими временными задержками передачи сообщений [7]. Этот протокол оперирует специальными блоками данных – бандлами (bundle), представляющими собой сообщение, содержащее не только значимое для приложения содержимое, но и информацию, необходимую для маршрутизации. Узлы DTN, обмениваясь бандлами, хранят их. По мере

появления связи со следующим узлом данный бандл пересыпается дальше, пока не будет достигнут узел назначения или время его жизни истечет. Пример пересылки бандла от «узла к узлу», при отсутствии прямого канала между объектом и его цифровой моделью представлен на рис. 1.

Известно техническое решение применения протокола DTN [9], когда двусторонняя информационная связь между летательным аппаратом и его цифровым двойником осуществляется по каналам спутниковой и мобильной связи, а также каналам специализированных бортовых систем передачи данных.

Недостатком этого решения является то, что из представленных вариантов организации информационного обмена общепромышленному (массовому) применению соответствует лишь сотовая связь. Кроме этого, в представленной системе реализация протоколов архитектуры DTN предполагается отдельной микросхемой с сохранением информации в отдельный блок памяти. Такой аппаратный подход прежде всего лишает решения гибкости в случае развития протоколов архитектуры DTN и при миграции решения от одного вида подвижного объекта к другому (по причине изменения протоколов передачи данных и каналов связи). Микросхема DTN в таком случае и устройство в целом подлежат переконструированию.

Помимо этого, описание решения не содержит требований по необходимому общесистемному и специальному программному обеспечению, а в формуле изобретения область применения ограничена таким этапом жизненного цикла изделия как испытания.

Авторами статьи предлагается прототип абонентского терминала, технической основой которого стало расширение арсенала устройств, применяемых для внедрения технологии цифровых двойников любого подвижного объекта на этапах испытаний и эксплуатации. Система обмена информацией может быть выполнена в корпусе произвольной формы (конформное исполнение) для эргономичной интеграции с корпусом подвижного объекта.

В технической основе используется одноплатный вычислитель ПРДФ.466229.001 (микроЭВМ подобная Raspberry Pi, Banana Pi и др.). Вычислитель представляет собой многослойную печатную плату, которая соединяет обязательные порты и блоки устройства. Упрощенная схема процессорного модуля на основе такого вычислителя в составе устройства обмена информацией между подвижным объектом и его цифровым двойником (с отличиями от патента на изобретение RU 2796694) приведена на рис. 2.

Одноплатный модуль (1) представляет собой многослойную печатную плату с наружными и внутренними проводящими слоями. Для увеличения производительности вычислений платы могут собираться в стэк. Плата вычислителя соединяет обязательные элементы устройства.

Тип центрального блока устройства – процессор (2) – определяется в зависимости от требований по объему производимых вычислений

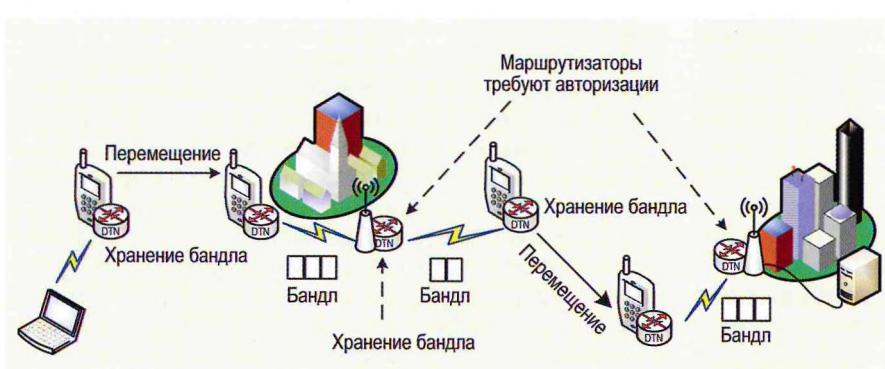


РИС. 1

и доступному энергопотреблению (в базовом варианте 1892BM018 «Скиф» для решений ориентированных на отечественную электронно-компонентную базу, или RK3588 от Rockchip для быстрого прототипирования и массовости). Основная задача процессора заключается в исполнении программного кода операционной системы и специального программного обеспечения μD3TN.

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) (3) представляет собой микросхему энергозависимой памяти с произвольным доступом. Содержимое ОЗУ стирается после выключения питания. Применяется для хранения промежуточных данных во время работы устройства.

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) (4) – микросхема с энергонезависимой памятью предназначена для хранения загрузочного программного обеспечения (операционной системы), которое запускается первым в момент включения устройства и отвечает за его загрузку. Кроме того, ПЗУ используется для хранения сформированных пакетов сообщений бандлов μD3TN (в отдельном разделе) до подтверждения их приема следующим узлом и для хранения статистики функционирования устройства.

Перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) (5) представляет собой микросхему с энергонезависимой памятью, используемой для хранения дополнительных конфигурационных файлов устройства.

Порт LAN 1 (6) служит для подключения к контроллеру или вычислительной сети подвижного объекта, набор портов USB (7) (2–3 порта опционально) – для подключения периферийных устройств (клавиатуры, мыши и др.), LAN 2 (8) – для подключения к технологическим сетям (отладка, обслуживание и др.). Порт HDMI (VGA) (9) требуется для подключения внешнего устройства отображения информации.

Операционная система (10), не являясь физическим аппаратным блоком, выступает важным функциональным элементом, с помощью которого организуется файловая система, управление оперативной памятью, переключение между прикладными программами и др. В представленном решении вариативно рассматривается два вида операционных систем: FREE RTOS (как открытый проект операционной системы реального времени) и Lite OS (как требующая минимальных аппаратных ресурсов и зарекомендовавшая себя в решениях IoT).

Специальное программное обеспечение μD3TN (11) открытого проекта является маршрутизатором архитектуры DTN. Оно формирует и обрабатывает бандлы, которыми обменивается с другими маршрутизаторами с использованием протоколов передачи данных низкоуровневых уровней в зависимости от выбора трансивера.

Процессорный модуль (1) устанавливается в корпус абонентского терминала. В корпусе терминала независимо или на соответствующей интерфейсной плате дополнительно размещаются такие элементы, как:

технологический дисплей (12) для отображения технического состояния (норма, авария, ошибка и др.), режима работы (работа, отладка и др.), дополнительной служебной информации объекта;

источник электропитания (или батарейка) (13);

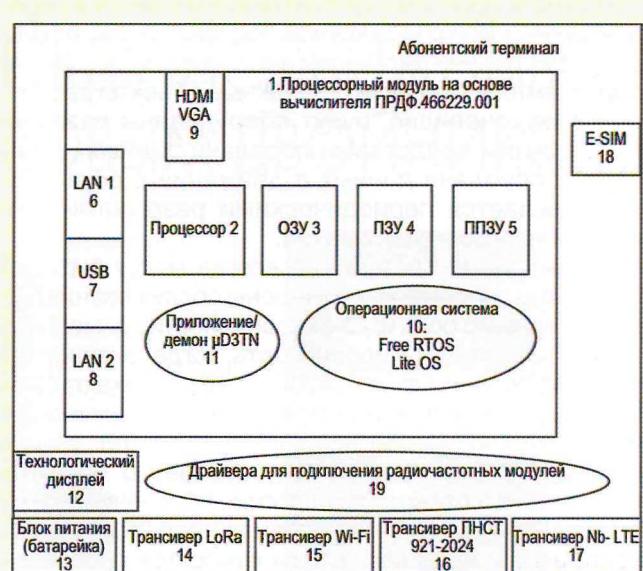


РИС. 2

трансивер LoRa (14) – приемо-передающий модуль, как один из общепромышленных вариантов передачи информации в IoT (может использоваться для прямого взаимодействия с аналогичными абонентскими терминалами);

трансивер Wi-Fi (15) – приемо-передающий модуль, как один из общепромышленных вариантов передачи информации в IoT;

спутниковый трансивер (16) по стандарту PINST 921-2024 – приемо-передающий модуль для работы по спутниковым LoRa подобным абонентским каналам, как один из перспективных вариантов передачи информации в IoT;

трансивер Nb-LTE (17) – приемо-передающий модуль, как один из общепромышленных вариантов передачи информации в IoT;

eSIM-микрочип электронной сим-карты (18) применяется для стандартизованного подхода к идентификации и аутентификации;

драйверы для подключения радиочастотных модулей (19) – для инициализации работы портов и трансиверов.

Область применения цифровых двойников в ОАО «РЖД» освещена во многих публикациях, в частности в [10–12]. Однако в этих материалах способы доставки информации от объектов к их цифровым моделям, как правило, остаются вне рамок рассмотрения.

Очевидно, что на узловых и крупных сортировочных станциях, объектах с высоким пассажиропотоком проблем с инфраструктурой связи не возникает. Предлагаемый авторами способ передачи информации и облик абонентского устройства в наибольшей степени подойдут для применения в местах с низкой интенсивностью движения и слабо развитой в техническом отношении инфраструктурой. При наращивании количества абонентов DTN возможно их автоматическое объединение в сеть, что приведет к увеличению сетевой связности объектов на основе непосредственно самих абонентских терминалов и, как следствие, к повышению надежности и сво-

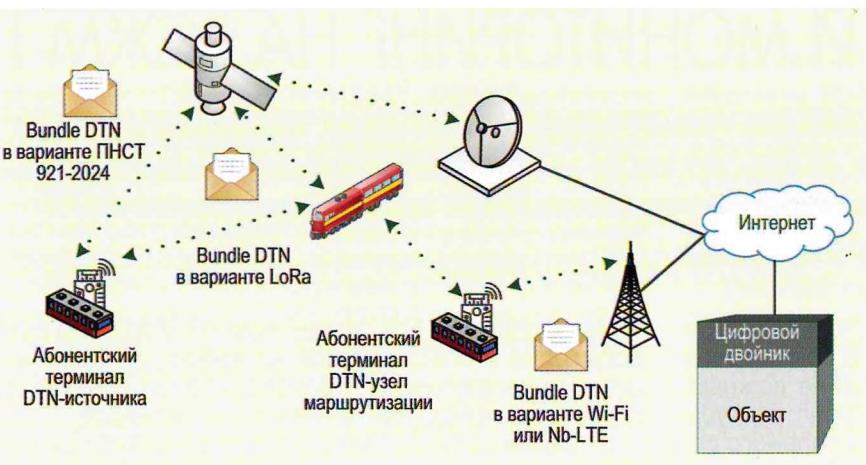


РИС. 3

евременности обмена данными между подвижным объектом и его цифровым двойником.

Для непосредственного обмена данными с использованием абонентских терминалов предлагается в их составе задействовать трансивер LoRa. Набор трансиверов не является статичным и жестко закрепленным, поскольку специальное программное обеспечение μD3TN реализует, в том числе, функции маршрутизатора DTN. Это же программное обеспечение формирует и обрабатывает пакеты бандлов, которыми абонентский терминал обменивается с другими абонентскими терминалами и узлами посредством протоколов передачи данных нижележащих уровней в зависимости от выбора трансивера. Таким образом, пакеты бандлов формально независимы от нижележащих уровней, а правила маршрутизации, хранения и пересылки определяются на более высоком уровне архитектуры DTN.

Вариант реализации системы схематично представлен на рис. 3. Общие соображения по вопросу применения DTN в целях передачи информации достаточно подробно изложены в [13]. Положительные результаты практической реализации похожих систем представлены в [14].

Одним из сдерживающих факторов перехода к цифровой экономике является сложность применения цифровых двойников реальных промышленных изделий на этапе их эксплуатации. Технологии IoT позволяют достаточно хорошо решать эту проблему для стационарных объектов, а также опираться на развернутую инфраструктуру сетей сотовой связи (Nb-LTE) и Wi-Fi. Однако отсутствуют проработанные решения для подвижных и стационарных объектов в условиях непрогнозируемых разрывов связи и задержек. В статье предложен вариант решения такой задачи с применением абонентского терминала архитектуры DTN, а также облик абонентского терминала, применимого в подобных системах.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богун С.А. Проблемы правовой природы цифровых двойников // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. 2023. Т. 23, № 2. С. 62–66.

2. Любко К.С. Проблемы при внедрении цифровых двойников в цепях поставок // Студенчество – Инновации – Экономика современной России : сборник материалов студенческой научной конференции. Йошкар-Ола, 2021. Вып. 6. С. 96–97.

3. Астахова Т.Н., Краснова А.С. Цифровой двойник как драйвер цифровизации деятельности организаций // Региональная информатика (РИ-2022) : материалы конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 229–231.

4. ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. Введ. 01.01.2022. М.: ФГБУ «РСТ», 2021.

5. Чернышевская Ю. Атака клонов : цифровые двойники на железной дороге // РЖД-Партнер.ру : портал. 2021. 30 авг. URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/ataka-klonov-tsifrovye-dvoyniki-na-zheleznoy-doroge/>.

6. ГОСТ Р 59026–2020. Информационные технологии. Интернет вещей Протокол беспроводной передачи данных на основе стандарта LTE в режиме NB-IoT. Основные параметры. Введ. 01.01.2021. М.: Стандартинформ, 2020.

7. Special issue on DTN // Journal of Communications. – 2010. – V. 5. – № 2. – P. 106–130

8. Крылов Б.А., Курников А.Е. Задачи обеспечения качества передачи информации в DTN сетях // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2011. № 3 (73). С.102–105.

9. Патент № 2796694 РФ, B64C 99/00. Система обмена информацией между летательным аппаратом и его цифровым двойником / Солдатов А.С. № 2023101433; заявл. 24.01.2023; опубл. 29.05.2023; Бюл. № 16.

10. Юханов С.С., Зуев Д.В., Бочкарев С.В., Федоров А.А. Преимущества технологии цифрового двойника инфраструктуры // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 4. С. 25–27. DOI: 10.34649/AT.2021.4.4.002.

11. Ольгейзер И.А. Цифровой двойник сортировочной горки // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 1. С. 20–22. DOI: 10.34649/AT.2020.1.1.003.

12. Зуев Д.В., Бочкарев С.В. Цифровой двойник инфраструктуры ОАО «РЖД» // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 11. С. 1–14. DOI: 10.34649/AT.2020.11.11.001.

13. Турилов В.А. Использование DTN в сети связи Северного морского пути для организации гарантированного достоверного информационного обмена // Техника средств связи. 2023. № 3 (163). С. 42–49. DOI: 10.24412/2782-2141-2023-3-42-49.

14. Кебкал К.Г., Кебкал В.К., Кебкал А.Г. Цифровые гидроакустические сети для связи в условиях длительных задержек и разрывов соединения: экспериментальное исследование // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2 (20). С. 12–19.



# ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ НА ВСЖМ-1

**В ноябре прошло заседание секции «Комплексные проблемы транспорта» Научно-технического совета ОАО «РЖД» по теме: «Модель диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Санкт-Петербург».**

■ Председатель секции начальник Департамента технической политики ОАО «РЖД» **В.Е. Андреев** отметил, что обсуждаемый вопрос крайне важный. Решить все задачи по содержанию инфраструктуры ВСЖМ с помощью планово-предупредительного ремонта невозможно. В основе обслуживания должны лежать диагностика и мониторинг. На данном этапе изучается огромное облако исходных данных, которое нужно разделить на составляющие для каждого подразделения инфраструктуры, обслуживания подвижного состава, науки.

Он отметил, что по опыту китайских коллег при обслуживании инфраструктуры высокоскоростных магистралей наибольшему воздействию подвергается контактная сеть, при этом путь менее подвержен изменениям. В работе с проектировщиками ВСЖМ-1 нужно учитывать весь накопленный опыт и четко понимать, что и в каком объеме закладывать в проект, какой комплекс задач будут решать мониторинг и диагностика.

О формировании и концептуальной основе Модели диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Санкт-Петербург на секции доложил заместитель начальника Департамента технической политики ОАО «РЖД» **А.Г. Акопян**.

Совместно с причастными подразделениями инфраструктурного комплекса, инженерного блока, а также научно-отраслевого комплекса компании сформирован фундаментальный документ, определяющий дальнейшие шаги по выстраиванию системы диагностирования ВСЖМ-1 на период до 2028 г.

Докладчик отметил, что создание системы диагностики представляет собой наукоемкий процесс с поэтапным выполнением ряда сложных задач, одной из которых является верификация научно-технических результатов, полученных на первом опытном участке. Именно такой подход позволит создать систему диагностирования, способную обеспечить требуемый уровень безопасности движения на скоростях до 400 км/ч.

Подготовка к созданию системы диагностирования началась в 1 квартале текущего года с анализа имеющихся исходных данных характеристик существующей скоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург. Анализ показал, что имеющаяся нормативная база не в полной мере учитывает нормативные вопросы, необходимые для выстраивания комплексной системы диагностирования для обеспечения требуемого уровня безопасности и заданных характеристик.

Для организации работы по формированию Модели диагностирования и мониторинга инфраструктуры ВСЖМ-1 сформирована рабочая группа во главе с заместителем генерального директора ОАО «РЖД» – начальником Центральной дирекции

инфраструктуры Е.А. Шевцовым и с участием руководителей и специалистов компаний, профильных центров компетенций, производителей средств диагностики, представителей концессионеров.

В рамках научно-технического развития при поддержке рабочей группы специалисты АО «НИИАС» провели трудоемкую работу по патентным исследованиям за десятилетний период, анализу мирового опыта финансирования ВСМ. К сентябрю текущего года был разработан и утвержден фундаментальный документ в виде Модели диагностирования и мониторинга, которая включает в себя 450 параметров технического состояния объектов инфраструктуры и устройств электросвязи, подлежащих контролю на скоростях до 400 км/ч.

Сформированная Модель позволила заложить основу для дальнейшей разработки нормативной базы, регламентирующей целевое состояние процесса диагностирования и мониторинга. К существующей потребности на основе проведенных исследований и интервьюирования представителей производственного блока компании представлены дополнительные предложения по 22 документам эксплуатационного характера. Сформированы предложения по актуализации 124 документов. Кроме этого, есть предложения по актуализации четырех ГОСТов в области диагностирования ВСЖМ.

Более подробно о проведенных исследованиях и анализе применяемых средств и технологий в Модели диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры ВСЖМ-1 рассказал заместитель начальника Научно-технического комплекса интеллектуальных систем контроля и управления АО «НИИАС» **З.Б. Хакиев**.

Специалисты института провели анализ существующего мирового уровня техники в области диагностирования объектов инфраструктуры в ракурсе решаемых задач и требуемых результатов для диагностирования ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург. Они сравнили опыт лидеров в части применения мобильных диагностических комплексов для проведения обследования инфраструктуры ВСЖМ. Сравнение выполнено по комплектации диагностических поездов, скорости и количеству измеряемых параметров и др.

При этом выявлены основные тенденции разработки и применения мобильных комплексов, среди которых: интеграция средств диагностирования инфраструктуры в системе подвижного состава; контроль состояния инфраструктуры в реальных условиях эксплуатации поездов; применение данных диагностирования в системах управления движением поездов; прогнозирование технического состояния инфраструктуры с использованием ИИ.

З.Б. Хакиев отметил, что все перечисленные

тенденции нашли свое отражение в разработанной институтом Модели, и большинство из них активно реализуется в текущей научно-технической деятельности ОАО «РЖД». В частности, разрабатывается Российская система управления движением поездов РСУДП, создается автоматизированная стационарная система диагностирования, которая за счет комплексного анализа различных видов диагностических данных и построения прогнозов отклонений позволит обеспечить содержание и ремонт инфраструктуры по ее фактическому состоянию, а также реализует функцию выдачи системе РСУДП рекомендаций по ограничению скорости электропоездов при возникновении критических ситуаций.

Докладчик рассмотрел применение мобильных средств диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры ВСЖМ-1. В целевом состоянии мобильными средствами диагностики должны измечаться порядка 170 параметров, используя при этом полнофункциональный диагностический комплекс инфраструктуры ДКИ, который даст возможность проводить измерения на скорости до 80 км/ч. Эти комплексы уже могут применяться на этапах строительства, в частности, для неразрушающего контроля рельсов, износа контактного провода и др.

Для перехода на использование высокоскоростного диагностического комплекса, который позволит проводить измерения на скоростях до 400 км/ч, начата работа по модернизации ИНФОТРАНС-ВЕЛАРО Rus, планируется разработка программно-аппаратного комплекса обработки и консолидации данных ускорений подвижного состава, проведение испытания ПАК на регулярном высокоскоростном подвижном составе и др.

Следующий вид диагностики для ВСЖМ – встроенные средства, куда входят: Система технического диагностирования и мониторинга устройств ЖАТ (СТДМ ЖАТ), Система диагностирования электротехнического оборудования тяговой подстанции (СДТП), Система оперативного контроля и управления технологическими сетями связи (ОУТ СС). Анализ техники мирового уровня показал, что отечественные встроенные средства диагностирования порой превосходят зарубежные аналоги по количеству измеряемых параметров и уровню техники.

На ВСЖМ-1 планируется также применение ручных и съемных (переносных) средств диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры. Полностью отказаться от них невозможно, поэтому применение таких средств видится по некоторым сценариям: при проведении работ по ТО и Р; при проведении вторичного контроля рельсов; применение на второстепенных и тракционных путях, на контрольных и специальных участках. Измерения ручными и съемными средствами предусмотрены по 227 параметрам, которые распределены между хозяйствами автоматики и телемеханики, электроснабжения, путевого хозяйства, электросвязи, пассажирских обустройств, а также для контроля метеоусловий.

Еще один вид диагностирования – стационарные средства. Их идея заложена в концепте РСУДП. На верхнем уровне она подразумевает агрегацию данных от разных видов диагностики. В частности, для стационарной диагностики предусмотрен контроль 43 параметров. Данные с мобильных средств, ручных, съемных и стационарных устройств поступают в блок

комплексной обработки АПК ДМИ. Результат этой обработки в виде рекомендаций по возможным отклонениям в состоянии инфраструктуры передается двум основным потребителям: диспетчерскому персоналу подразделений, отвечающих за эксплуатацию и содержание инфраструктуры с последующим формированием задач для обслуживающего персонала; в систему управления движением поездов с выдачей рекомендаций по ограничению скорости в случаях выявления отклонений.

Главный инженер Дирекции диагностики и мониторинга инфраструктуры ЦДИ М.Ш. Хаметов отметил, что организация процесса диагностирования высокоскоростной магистрали будет выстроена согласно эксплуатационным характеристикам через имеющиеся технологические процессы проверки геометрии состояния пути и неразрушающегося контроля, а также видеоконтроля, проверки устройств ЖАТ, контактной сети мобильными средствами дефектоскопии и съемными средствами.

Для диагностирования ВСЖМ-1 дополнительно потребуется около 146 тыс. человек, подбор которых уже осуществляется. Весь персонал необходимо будет обучить и подготовить для работы по диагностированию главных путей, проверке состояния станционных путей, искусственных сооружений, земляного полотна и др.

Кроме этого, докладчик рассмотрел потребное количество средств для диагностирования ВСЖМ, а также существующие нормативные документы для организации проверки диагностическим комплексом. В плане НТР идет разработка технических требований на новый диагностический комплекс.

Главный инженер Центральной станции связи А.Д. Чесноков рассказал о роли Модели в развитии средств и технологий связи для железнодорожной инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта общего пользования.

В соответствии с Моделью участие устройств связи можно подразделить на два направления: мониторинг устройств связи, участвующих в перевозочном процессе, и сеть передачи данных для организации мониторинга объектов инфраструктуры.

Для обеспечения перевозочного процесса ВСЖМ-1 на базе организуемой системы технологической связи и радиосвязи планируется реализовать шесть основных телекоммуникационных сервисов: телефонная связь; технологическая радиосвязь; оперативно-технологическая связь; передача данных корпоративных систем; передача событий управляющих систем производителей; видео- и аудиоконференции.

За основу моделей системы технологического диагностирования и мониторинга железнодорожной электросвязи, запланированных к применению на ВСЖМ-1, взята существующая система, которая является автоматизированной, территориально распределенной с объектами диагностирования и мониторинга железнодорожной электросвязи. Мониторинг цифровых систем и сетей связи отработан в основном по проводным сетям и состоит из стационарных и встроенных систем диагностики.

Для средств радиосвязи требуется мониторинг беспроводных систем дополнительно к стандартным, стационарным. В настоящее время ведется разработка мобильного программно-аппаратного комплекса, который позволит в онлайн-режиме проводить мо-

ниторинг всех сетей радиосвязи и передавать диагностическую информацию, что дает возможность работать по предотказному состоянию.

На текущий момент перечисленные сети и системы железнодорожной связи проектируются и планируются к строительству в объеме, необходимом для обеспечения сервисов, связанных с организацией перевозочного процесса, но не учитывают потребности передачи диагностической информации от объектов инфраструктуры ВСЖМ-1.

Выступающий заметил, что необходима детальная проработка таких вопросов, как: планируемый объем передаваемой диагностической информации; требования к каналам связи; способ передачи информации; необходимость передачи диагностической информации с борта поезда; наличие/отсутствие критической информации; места и точки сбора диагностической информации; периодичность передачи информации; онлайн/оффлайн режим; необходимость приоритизации трафика и др.

Главный инженер Проектно-конструкторского бюро по инфраструктуре **И.А. Евдокимов** рассказал о перспективном подходе к технологии контролируемых параметров состояния объектов железнодорожной инфраструктуры для проектируемой ВСЖМ-1.

В утвержденной Модели диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры ВСЖМ-1 определен, в том числе, перечень диагностируемых параметров с указанием средств диагностики, источников данных скоростей, диапазона погрешности измерений 452 параметров с последующей возможностью корректировки по результатам опытной эксплуатации и апробации. Докладчик отметил, что перечень параметров на сегодняшний день приведен без распределения их по степени влияния на безопасность движения поездов для принятия мер по их устраниению.

На основе утвержденной Модели произведен анализ нормативных документов и сформирован предварительный перечень основных 149 контролируемых параметров для инфраструктуры с распределением по видам диагностики, объектам инфраструктуры, оперативности реагирования при выявлении отклонений.

По видам диагностики – это стационарные, съемные средства, мобильный традиционный и мобильный скоростной подвижной состав.

По объектам инфраструктуры – это путевая инфраструктура, устройства ЖАТ, контроль состояния контактной сети, системы охраны и контроля деформации земляного полотна на основе волоконной оптики, контроль климатических и природных параметров.

По оперативности реагирования – это принятие оперативных мер (ограничение скорости вплоть до полного закрытия движения), организация плановых работ, дополнительные факторы (информационные).

Для оперативного реагирования на нештатные ситуации и принятия необходимых мер по обеспечению безопасности движения поездов при организации комплекса диагностирования параметров ВСЖМ-1 нужно уделить особое внимание стационарной диагностике, которая должна обеспечивать автоматизированный контроль на линейно-протяженных объектах инфраструктуры с применением технологий ИИ, Интернета вещей и др.

Кроме этого, важно учитывать создание банка данных инцидентов на базе российских систем управления безопасностью движения поездов, которые послужат основой и для самообучения ИИ.

В целях исключения влияния человеческого фактора в технологии содержания ВСЖМ-1 и для обеспечения контроля устранения выявленных неисправностей задания на выполнение работ и отчеты об устранении неисправностей должны формироваться в будущей единой системе, прообразом которой может стать ЕК АСУИ, и передаваться исполнителям на мобильные рабочие места.

При реализации модели диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры важно обеспечить взаимодействие всех участников процесса. Диагностика должна стать неким флагманом по оперативному отслеживанию отклонений параметров объектов инфраструктуры от проектных данных и обеспечить предиктивное планирование выполнения первостепенных работ без угроз возникновения событий для безопасности движения поездов.

НАЗИМОВА С.А.

**НПС // 1520 СИГНАЛ**

# 2025 с новым годом!

Создаем Цифровое Будущее

Москва, ул. Лётчика Бабушкина, ап. 1, стр. 2  
Тел.: +7 (495) 901-15-20  
[www.1520signal.ru](http://www.1520signal.ru)

# БЕЗОПАСНОСТИ МНОГО НЕ БЫВАЕТ

В Российском университете транспорта (МИИТ) состоялась XXII Всероссийская научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов». В этом году она прошла под девизом: «Инновационное развитие. Экспертный диалог. Практика достижений».

■ Мероприятие традиционно объединило представителей государственной власти, науки и транспортной отрасли, а также производителей железнодорожной техники и зарубежных коллег – всех, кто стремится обеспечить гарантированный уровень безопасности движения и безаварийную работу железнодорожного транспорта.

Одним из ключевых вопросов для обсуждения на пленарном заседании стал переход на современные методы управления и технические решения. Особое внимание экспертов было уделено импортозамещению и изменению цепочек поставок комплектующих для железнодорожной продукции, обеспечению соответствия обязательным требованиям.

«Безопасность всегда была и остается важнейшим фактором устойчивой работы как железнодорожного, так и всех других видов транспорта», – так начал свое приветствие участникам научный руководитель РУТ (МИИТ), член-корреспондент РАН **И.Н. Розенберг**. Главной целью обеспечения безопасности в транспортной отрасли является постоянное снижение риска возникновения аварийной ситуации из-за ошибок человека, техногенных или природных факторов. Достижение этой цели возможно только при объединении усилий научного и транспортного сообщества, а также государственной власти. Такая совместная работа позволяет развивать культуру безопасности на транспорте, применять новейшие достижения науки, техники и технологий для повышения эффективности комплексных систем безопасности.

Заместитель генерального директора – начальник Департамента безопасности движения ОАО «РЖД» **Ш.Н. Шайдуллин** рассказал о развитии инноваций в обеспечении гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса железнодорожного транспорта.

Российские железные дороги динамично развиваются: растет скорость, повышается масса поездов, внедряются новые образцы подвижного состава. В свою очередь система обеспечения безопасности движения должна всецело соответствовать всем этим изменениям.

Реализация инвестиций в научно-техническое развитие – один из ключевых показателей, который служит основой для прорывных технологий в качестве новых контуров безопасности.

Практически любая инновация, новое техническое решение ведет в конечном итоге к повышению безопасности движения: снижается число отказов технических средств и влияние человеческого фактора.

В рамках ежегодного бенчмаркинга (метод анализа, который помогает найти лучшие практики в отрасли) среди более 80 железнодорожных компаний мира ОАО «РЖД» занимает ведущую позицию в области обеспечения безопасности движения поездов, цифровой трансформации перевозочного процесса и технологий квантовой коммуникации.

Изменения в новой редакции Правил технической эксплуатации железных дорог РФ стали процессом перехода к более современному и эффективному технологическому укладу. Теперь в ПТЭ предусмотрена возможность внедрения инноваций, применения высокотехнологичных продуктов, которые нельзя было полноценно использовать при прежних правилах. Разрешена эксплуатация дистанционно или автоматически управляемого подвижного состава, допустимо ведение грузовых локомотивов машинистом без помощника, стало возможно удаленно управлять станцией, применять современные технологии регулирования движения поездов.

Ярким примером повышения эффективности в организации движения за счет внедрения инновационного решения можно назвать технологию «виртуальной сцепки» на Восточном полигоне. Эта технология интервального регулирования движения поездов позволяет сократить интервал между попутно следующими поездами с 12 до 6–8 мин за счет обмена по цифровому радиоканалу информацией о режиме движения между локомотивами ведущего и ведомого поездов. Таким образом, оптимизируется график движения, появляется возможность увеличения провозных и пропускных способностей железнодорожной инфраструктуры.

Значительны изменения в развитии диагностики на ходу поезда. В этом случае технологический эффект связан с ускорением технического обслуживания поезда в парке отправления, безлюдным автоматическим контролем неисправности поезда в пути следования и мониторингом технического состояния вагона по всему участку обслуживания.

Техническое зрение и сканирование инфраструктуры позволяет проводить критические измерения объективными средствами контроля без участия человека, строить модели деградации устройств и прогнозные модели состояния инфраструктуры с учетом влияния на перевозочный процесс, формировать систему контроля жизненного цикла объектов, применяя радиочастотные метки идентификации и др.

В конце выступления Ш.Н. Шайдуллин привел интересное и важное высказывание П.И. Пестеля: «Государственное Благоденствие состоит из двух



Во время пленарного заседания



На одной из сессий

главных предметов: Безопасности и Благосостояния. Отличительное и главное качество Безопасности есть сохранение... Не может быть Благосостояния, если не существует Безопасности».

Президент ОПЖТ **В.А. Гапанович** подчеркнул, что стандартизация является залогом качества и безопасности железнодорожного транспорта. Он рассказал о процедуре контроля первого изделия (FAI) при организации поставок, вводе в эксплуатацию АСУ «Портал СДС ОПЖТ», реализации проекта «Доверенная среда» и др.

В рамках трех пленарных заседаний и шести рабочих сессий участники вырабатывали согласованные подходы для обеспечения комплексной безопасности движения.

Спикеры обсудили совершенствование цифровых технологий в ОАО «РЖД», оценили реализованные инновационные решения, направленные на повышение транспортной доступности регионов и внедрение высокоскоростного движения и безлюдных технологий.

На сессии «Умные технологии, беспилотные ИТС в обеспечении безопасности и надежности транспортных систем» выступил директор по развитию Союза операторов железнодорожного транспорта **Д.В. Шпади**. В своем докладе «Цифровой двойник грузового вагона: объективная необходимость или время еще не пришло?» он подчеркнул, что для создания цифровой тени грузового вагона необходимо наличие:

реестра комплектующих, допущенных к применению в конструкции вагона;

полного комплекта оцифрованной нормативно-технической, конструкторской и технологической документации;

машиночитаемой (сохраняемой на всем жизненном цикле) маркировки, содержащей полный набор сведений о составных частях и самом вагоне;

производственно-технологического оборудования, соответствующего требованиям цифровой промышленности.

Руководитель Департамента развития ООО «Транстелесофт» **Д.В. Волковский** представил локомотивную систему безопасности движения БОРТ. Она непрерывно контролирует скорость состава и самостоятельно применяет автостопное торможение при превышении допустимой скорости или несанкционированном отключении системы.

Актуальные проблемы обеспечения функциональной безопасности объектов железнодорожной инфраструктуры на различных этапах жизненного цикла затронули спикеры сессии «Инженерно-технические решения и инновационные системы диагностики в обеспечении безопасности движения». Докладчики рассказали также о дистанционных средствах контроля грузовых поездов, опыте применения программно-аппаратного комплекса оптоволоконных распределенных сенсоров «Дунай» для контроля активности Северомуйского железнодорожного тоннеля на БАМе и др.

Интересные темы были подняты на сессии «Гарантоспособность персонала, поколение будущего». Эксперты делились мнениями на счет того, как формировать ответственность и профессиональную психологическую надежность у будущих железнодорожников.

Кроме того, участники рассмотрели опыт и практическую реализацию комплексных решений в обеспечении безопасности движения на железнодорожных переездах, цифровые технологии в развитии транспортных агломераций железнодорожной транспортной сети, а также повышение культуры безопасности и снижение влияния человеческого фактора.

**НАУМОВА Д.В.**

Реклама

**ТРАНСМАШ**  
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
КОНЦЕРН ТРАНСМАШ

С Новым 2025 Годом!!!

Уважаемые партнеры, друзья!  
Поздравляем Вас с Новым 2025 годом!  
Пусть этот год будет продуктивным, успешным и  
перспективным. Желаем каждому счастья и добра в доме,  
здравья и успехов Вам и Вашим близким.  
Всех с праздником!

Коллектив ЗАО Концерн «ТРАНСМАШ»



РОДИОНОВА

Анна Николаевна,  
ОАО «РЖД», ЦСС, Нижегородская дирекция связи, Казанский РЦС, финансово-экономический сектор, ведущий инженер по организации и нормированию труда, г. Казань, Россия

# ИЗМЕНЕНИЕ ПОРЯДКА ОПЛАТЫ СВЕРХУРОЧНОЙ РАБОТЫ

**С 1 сентября 2024 г. вступили в силу изменения в порядке оплаты сверхурочной работы. Теперь, кроме оклада, нужно учитывать стимулирующие и компенсационные выплаты. В этой статье рассказывается про новые правила оплаты сверхурочной работы, о том, как начисляется оплата за сверхурочные работы с учетом новых правил.**

■ Сверхурочной признается работа, которую выполняют вне рамок утвержденного рабочего времени. Например, если сотруднику пришлось задержаться на работе, это считается сверхурочным временем, оплата переработки производится в повышенном размере. При этом следует учитывать, что ненормированное время не является сверхурочным, и компенсируется ежегодным дополнительным оплачиваемым отпуском.

Трудовой кодекс установил следующие ограничения на сверхурочный труд: не более 4 ч за два дня подряд и не более 120 ч за год.

Работодатель вправе привлекать сотрудников к сверхурочной работе при наличии таких обстоятельств, как:

необходимость предотвращения производственного ЧП, устранение его последствий;

устранение аварии на системе жизнеобеспечения населения,

проведение неотложных работ в условиях ЧС или военного времени.

В остальных ситуациях работодатель может вызвать сотрудников на работу при их письменном согласии. Но даже в этом случае нельзя допускать переработки по трудовому кодексу: несовершеннолетних (за исключением спортсменов и артистов); беременных женщин и сотрудников, оформленных в штат по ученическому договору.

В соответствии со статьей 152 Трудового кодекса оплата переработки должна начисляться за первые два часа сверхурочной

работы в полуторном размере, в последующие часы – в двойном.

Вместо доплаты работник вправе взять дополнительное время отдыха, но не менее времени, отработанного сверхурочно. Для этого он должен составить соответствующее заявление.

Что же изменилось в расчете оплаты сверхурочной работы? При расчете нужно учитывать как сам оклад сотрудника, так и все компенсационные и стимулирующие выплаты, установленные к оплате ежемесячно (Федеральный закон от 22.04.2024 № 91-ФЗ).

Ранее в статье 152 ТК РФ не было прямого указания, от какой базы считать повышение от переработок: только от оклада или от полной заработной платы. В связи с этим работники получали за сверхурочные часы меньше, чем за стандартное рабочее время, что приводило к недовольству сотрудников и трудовым спорам. Теперь законодатели обязали учитывать все составляющие заработной платы при расчете переработки. Причем речь идет только о тех выплатах, которые являются частью оплаты труда сотрудника, а разовые премии и аналогичные выплаты, не входящие в систему оплаты труда, учитывать нельзя.

Список компенсационных и стимулирующих выплат (в том числе премии), которые учитываются при оплате сверхурочных (по кодам видов выплат) следующий.

**Доплаты/надбавки:** 007 – доплата за совмещение профессий (должностей), предусмотренных штатным расписанием подраз-

деления; 009 – доплата за расширение зон обслуживания или увеличение объема выполняемых работ; 014 – доплата за исполнение обязанностей временно отсутствующего работника без освобождения от работы, определенной трудовым договором; 017 – доплата за совмещение профессий (должностей), отсутствующих в штатном расписании подразделения; 019 – доплата бригадирам из числа рабочих, не освобожденных от основной работы, за руководство бригадой; 025 – надбавка за класс квалификации и за профессиональное мастерство; 044 – доплата за работу в сложных метеорологических условиях; 056 – надбавки руководителям, специалистам и служащим за высокий уровень квалификации, высокие достижения в труде, выполнение особо важной работы; 057 – доплата на тяжелых работах, с вредными и (или) опасными условиями труда; 059 – надбавка лицам, допущенным к государственной тайне; 061 – надбавка за работу в условиях повышенной угрозы здоровью и жизни работников; 063 – надбавка за присвоенные классные звания; 079 – персональные надбавки производственного характера; 091 – стимулирующая надбавка работникам подразделений ОАО «РЖД», расположенных на участках Байкало-Амурской магистрали; 150 – зональная надбавка; 160 – доплата за работу с разделением рабочего дня на части за фактически отработанное время;

**Премии:** 008 – премия рабочим-сдельщикам, предусмотренная системой премирования; 011 – премия рабочим-повременщикам, предусмотренная системой премирования, 012 – премия руководителям, специалистам и служащим за основные результаты производственно-хозяйственной деятельности, 088 – премия, начисленная на ежемесячное денежное вознаграждение руководителям и специалистам.

Изменения, отвечающие новым требованиям трудового законодательства, установлены на все автоматизированные системы для расчета заработной платы, включая ДЗО. Кроме того, работодатель должен внести изменения в трудовые договоры; в положение об оплате труда; в коллективные договоры; в иные локально-нормативные акты, регулирующие финансовые отношения между работодателем и сотрудником.

Соответствующие изменения решением правления ОАО «РЖД» (протокол от 4 октября 2024 г. № 84) внесены в Положение о корпоративной системе оплаты труда работников филиалов и

структурных подразделений открытого акционерного общества «Российские железные дороги», утвержденного решением правления ОАО «РЖД» (протокол № 40 от 18–19 декабря 2006 г.).

Как теперь рассчитывать оплату за сверхурочную работу? Как уже упоминалось, что согласно ТК установлено универсальное правило оплаты: первые два часа переработки оплачиваются в полуторакратном размере, последующие – в двукратном. Это минимальные размеры доплаты, которые работодатель может увеличивать. Такое решение необходимо зафиксировать в локальных актах, например, коллективном договоре.

Факт переработки и количество часов фиксируется в табеле учета рабочего времени с указанием количества часов. Бухгалтеру остаются первые два часа рассчитать по 1,5-кратному окладу, тарифу или расценке. Остальные часы оплатить в двукратном размере.

Итак, порядок расчета за сверхурочное время таков.

Сначала определяется базовая ставка оплаты за час работы. Суммируется оклад, дополнительные

выплаты, входящие в ежемесячную зарплату. Полученная сумма делится на количество рабочих часов в месяце.

**Оклад + Стимулирующие и компенсационные выплаты**

**Количество рабочих часов в месяце**

После этого рассчитывается оплата за первые два часа переработки (базовая ставка умножается на коэффициент 1,5 и на 2 часа) и доплата за последующие часы переработки (базовая ставка умножается на коэффициент 2 и на количество последующих сверхурочных часов). Затем суммируются доплаты за первые два часа переработки и за последующие часы для получения итоговой суммы доплаты за всю сверхурочную работу.

По вопросам, касающимся норм трудового законодательства Российской Федерации, нормативных документов ОАО «РЖД», локальных нормативных актов на регулярной основе проводится разъяснительная работа в трудовых коллективах посредством электронных носителей и личных встреч с работниками.



На правах рекламы

# ЭФФЕКТИВНАЯ РАЦИОНАЛИЗАТОРСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ



**БОРИСОВА**  
Алина Амировна,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Московская  
дирекция связи, Московско-  
Курский РЦС, начальник  
технического отдела,  
Москва, Россия



**САДОВСКИЙ**  
Денис Алексеевич,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Московская  
дирекция связи, Московско-  
Курский РЦС, ведущий  
инженер, Москва, Россия

**В этом году Московско-Курский региональный центр связи стал лидером по рационализаторской работе и бережливому производству в Московской дирекции связи, хотя ранее занимал одно из последних мест в этой деятельности. Хорошие результаты стали возможны благодаря повышению активности и мотивированности работников регионального центра. С некоторыми рационализаторскими предложениями читатели могут ознакомиться в этой статье.**

■ Рационализаторская деятельность на железнодорожном транспорте – это форма научно-технического творчества, направленная на совершенствование техники, технологий, а также организации производства. При этом функция инженера по рационализации заключается не только в оформлении заявок на рационализаторские предложения, но и в оказании помощи авторам в изложении сути идей, определении экономического эффекта, в скрупулезной проверке, не регистрировалось ли предложение ранее в других подразделениях. Поэтому такую работу, как правило, выполняет специалист с большим производственным опытом, способный оказать необходимую помощь авторам предложений.

В этом году в Московско-Курском региональном центре связи уже внесено более 80 рацпредложений с суммарным экономическим эффектом около 1900 тыс. руб. Данные показатели являются наиболее высокими в Московской дирекции связи и Московско-Курском регионе Московской дороги. Так, в прошлом году реализовано три мультифункциональных проекта бережливого производства на сумму 139,834 тыс. руб., а в этом году экономический эффект от внедрения только одного мультифункционального проекта составил 271,33 тыс. руб. Кроме того, на конкурс «Идея ОАО «РЖД» были поданы три рацпредложения, которые заняли призовые места.

Начальники участков, старшие электромеханики, электромеханики на постоянной основе участвуют в рационализаторской деятельности и внедрении проектов бережливого производства. Регулярно без отрыва от основного рабочего процесса проводится обсуждение того или иного предложения по конкретному улучшению обслуживания устройств. Очень важно, что под рационализаторское предложение попадает не только изменение одной детали или

конструкции, но и совокупность нестандартных изменений в простых процессах, которые могут использоваться многие годы, но оставаться незамеченными, также важны и инновационные идеи.

Рассмотрим несколько реализованных в прошлом году предложений. К примеру, электромеханик А.В. Новожилов разработал и внедрил три предложения.

**«Способ вызова абонента из диспетчерского круга по непостоянному EDSS-соединению».** При построении систем оперативно-технологической связи абоненты, находящиеся на разных станциях, объединяются в одну общую конференцию (диспетчерский круг) с помощью жестко прописанных тайм-слотов в потоках Е1. Периодически возникают ситуации, когда к кругу требуется подключить абонента, который находится достаточно далеко от уже организованной схемы. Для одного абонента необходимо занимать под дополнительный тайм-слот емкость потоков на большом участке. Зачастую подключение таких «удаленных» абонентов к кругу нужно на короткий отрезок времени, после чего организованное ответвление разбирается либо остается незадействованным.

Для схем ОТС на основе СМК-30 КС предложен способ подключения абонента в круг по временной схеме с использованием непостоянного EDSS-соединения. На пульте диспетчера прописывается именная кнопка «Диспетчерский круг (объединение)» и АОН подключаемого абонента. При нажатии кнопки по маршруту от пульта ДНЦ к пульту абонента коммутируется ОбТС-соединение, аналогично процессу объединения кругов. Повторно нажав именную кнопку, ДНЦ может выключить абонента из круга. Его включение в круг происходит аналогично по обратному маршруту. При наборе номера вызов коммутируется до станции СМК-30 КС и через таблицу настроек «Расширенные номера» подключается к конферен-

ции. Такой способ позволяет при необходимости более оперативно подключать отдельных абонентов к диспетчерскому кругу. При этом экономится емкость потоков Е1 и тайм-слоты не занимаются на постоянной основе.

**«Оптимизация таблицы графика проверок ПРС».** Для проведения проверок ПРС при проезде на локомотиве в ЕДЦУ ежедневно в ночную смену подготавливаются бланки проверок, содержащие покилометровое графическое изображение участка, расположение станций и радиостанций. Формат таблицы проездов неудобен, требуется кропотливо просматривать полностью все участки по всем РЦС для обнаружения нужной даты. Из-за этого возможны ошибки и пропуск нужного участка проезда. Разработана таблица проездов в excel, которая позволяет избежать случайных ошибок. Для удобства восприятия даты сгруппированы и могут быть отсортированы для каждого месяца, проезды по всем РЦС сведены в одну таблицу, группы дат выделены градиентом цвета. Использование варианта визуального представления графика проверок ПРС в виде сводной

таблицы значительно упрощает и ускоряет процесс подготовки бланков.

**«Организация перевода абонентов при замене коммутационной станции с сохранением постстанционной связи и АОНов для входящих вызовов».** При замене коммутационной станции, в том числе при переезде абонентов в другое здание, на одном из раздельных пунктов возникает следующая проблема: часть абонентов уже переведена на новую КС, а часть еще остается на старой, но обе КС должны быть подключены к основной сети ОТС. При этом нельзя сделать на обеих станциях одинаковый план нумерации, так как внешние вызовы все равно будут проходить только на одну из них. До полного перевода всех абонентов не будут работать вызовы постстанционной связи, прописанные в СМК-30 КС как «Прямой абонент». На время перевода обычно абонентам новой коммутационной станции присваивается нумерация с другим префиксом. Но это очень неудобно, так как новые номера абонентов необходимо перезаписывать у большого числа их собеседников. Причем всех учить и проинформировать об изменении номеров переезжающих абонентов довольно сложно. Предлагается во время таких переводов временно ставить на портах уже переключенных абонентов «Безусловную переадресацию» на их номер на новой КС. Любой входящий вызов по межстанционной, перегонной, постстанционной или общетехнологической связи будет переадресован на прописанный в настройках АОН новой станции. В СМК-30 КС данная настройка производится путем выбора значения «Да» параметра «Безусловная переадресация» таблицы настроек порта «Дополнительные услуги». После переклю-

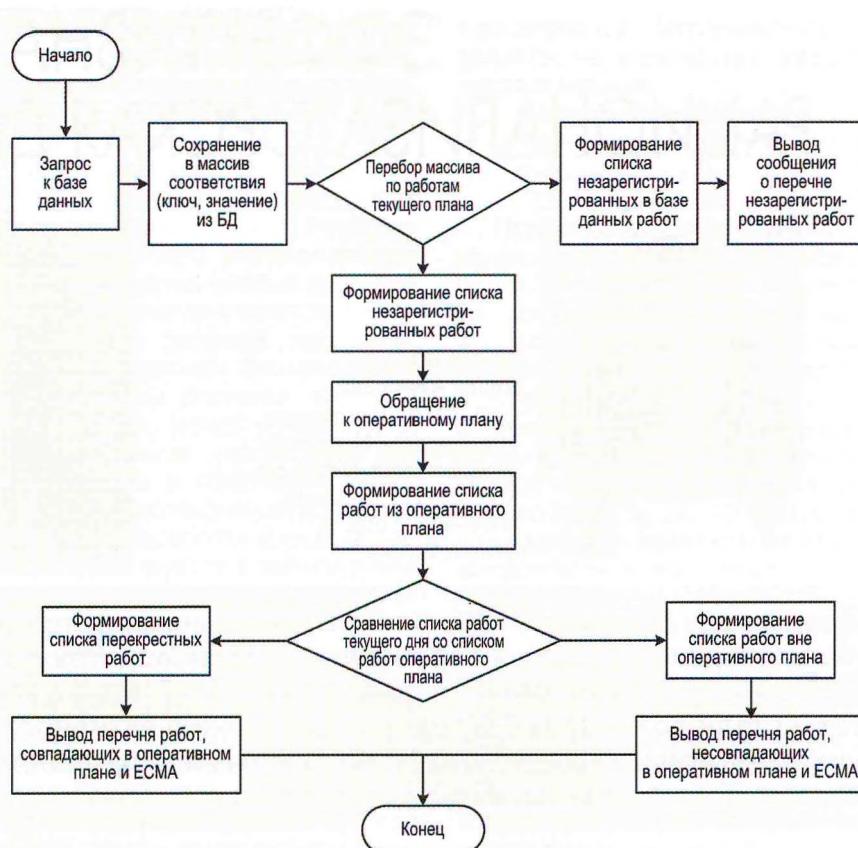


РИС. 1

чения всех абонентов префикс нумерации АОНов на новой КС нужно заменить старым префиксом. Данный способ переключения абонентов позволяет избежать путаницы в их нумерации и многократно сокращает объем работы по перенастройке коммутационных станций.

Интересные рацпредложения разработал и реализовал электромеханик И.В. Виноградов, использовав при этом знание языков программирования. Одно из них касается алгоритма, который позволяет значительно сократить ошибки при составлении суточного плана ЕСМА. Практика показала, что при составлении суточного или годового плана для отдельной бригады в модуле ЕСМА могут произойти ошибки. Чтобы исключить влияние человеческого фактора, рационализатором были созданы алгоритмы и макросы, написанные на встроенным в пакет Microsoft Office языке программирования Visual Basic Application (VBA).

Предлагаемый алгоритм, изображенный на блок-схеме (рис. 1), позволяет значительно сократить ошибки при составлении суточного плана ЕСМА, исключив возможные несоответствия между планом в ЕСМА и оперативным планом.

При выполнении макроса алгоритм обращается к базе данных (DB.xls), в которой размещены данные в формате «ключ, данные», где в качестве ключа используется наименование работы из ГТП, технологических карт ЕСМА. В роли данных взят регламент работы, который бригады применяют при составлении годового и четырехнедельного плана ГТП.

Для заполнения базы данных необходимо открыть файл (DB.xls) и внести туда название работ в ранее представленном формате, тем самым зарегистрири-

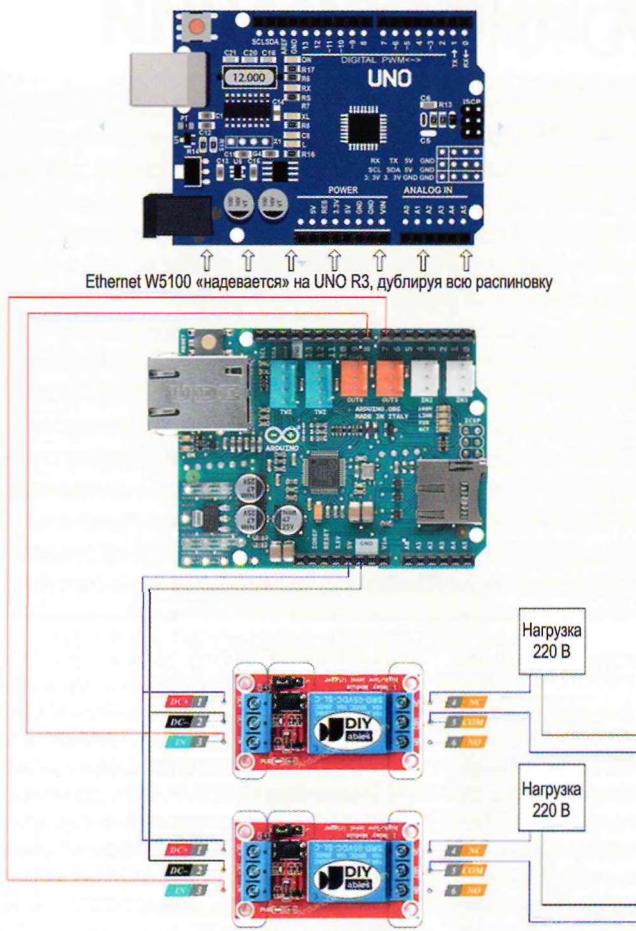


Рис. 2

ровать их и закрыть файл. Далее алгоритм обращается к оперативному плану, считывает текущую дату и собирает в массив пункты по ГТП, которые запланированы на этот день. После этого сравниваются данные, полученные с массивов, и выводится информация о соответствии и пересечении работ ЕСМА – оперативный план. Кроме того, выводится информация о несоответствии оперативного плана и суточного плана ЕСМА, об отсутствии работ в ЕСМА, а также информация о незарегистрированных работах в базе данных. Данное предложение стало первым в Московской дирекции связи и третьим на Московской дороге зарегистрированным объектом интеллектуальной собственности.

Другое предложение И.В. Виноградова направлено на решение задач, возникающих в ходе работы ремонтно-восстановительных бригад. Предлагаемое устройство позволяет включать и выключать электропитание оконечных устройств. Например, если необходима перезагрузка ПК, кондиционера и лю-

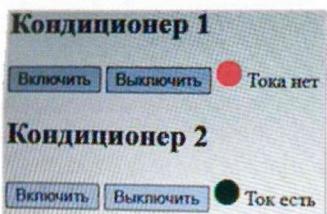


РИС. 3

бого другого устройства (~220 В), достаточно войти в веб-интерфейс и получить доступ к переключению электропитания. Например, для шкафов ГТСС необходимо контролировать электропитание двух кондиционеров. Для того чтобы у эксплуатирующего персонала была возможность переключения электропитания этих кондиционеров, использована плата «Arduino Uno r3», «Ethernet shelter W5100» и два реле переключения электропитания. Управляет реле «Arduino Uno r3», а для доступа к веб-интерфейсу по сети СПД используется «Ethernet Shelter W5100». Схема подключения представлена на рис. 2. К «Arduino Uno r3» подключается «Ethernet shelter W5100», который дублирует всю распиновку «Arduino Uno r3». К логическим контактам 7, 8 «Ethernet shelter W5100» подключается контакт управления «IN» 1-го и 2-го реле.

Контакты нагрузки 220 В подключаются к «NC» «COM». На «Arduino Uno r3» прописывается логика поведения, поднимается веб-сервер, заранее прописываются IP-адрес и MAC-адрес устройства. «Ethernet shelter W5100» служит для подключения устройства в сеть СПД. Оно через интерфейс «RJ-45, Ethernet» подключается к сети, вследствие чего появляется возможность управлять реле через веб-интерфейс (рис. 3).

Много реализованных идей и на счету одного из авторов статьи. К примеру, в процессе эксплуатации кабелей с жилами МДК было выявлено занижение изоляции на боксах БММ. Проседание изоляции происходило из-за устаревания бокса, плохой герметичности и попадания влаги. При соединении кабельных жил между собой, обычно их обматывают изолентой или насаживают кембрик. Такие меры не всегда надолго защищают соединение. Было предложено применять термоусадочную трубку с kleевым слоем. Такая трубка универсальна и имеет степень сжатия 4:1, что позволяет использовать ее при разных диаметрах жил и надежно изолировать место соединения. За счет клея влага не попадает внутрь соединения и хорошо держит изоляцию, даже если полностью погружена в воду.

Еще одно предложение касается использования генератора от кабелеискателя для проверки правильности подключения жил кабеля. При приемке работ по вводу двухсторонней парковой связи громкоговорящего оповещения (ДПСГО) производится проверка физических свойств кабеля, правильности подключения всех контактов и наличия монтажных карточек. Физические свойства кабеля определяются мегомметром Е6-31. В процессе измерения каждый отрезок кабеля отсоединяется от колодок на напольной муфте. Для того чтобы проверить правильность подключения динамиков, указанных в монтажной карточке муфты, можно попросить дежурного по станции дать счет. Если аппаратура еще не подключена, можно воспользоваться стационарным низкочастотным генератором. Но недостатком такого решения является подключение к одному фидеру, а их может быть больше четырех. Кроме того, если сигнал мощный, он может наводиться на остальных жилах кабеля. Предлагается для проверки правильности подключения динамической цепи использовать генератор от кабелеискателя. Он не занимает много места и его мощности хватает для подачи сигнала на два динамика. Если сигнала нет, то с помощью щупа от кабелеискателя можно найти повреждение или неправильность подключения на колодке или опоре. Это позволяет экономить время проверки.

# ЦЕННЫЙ ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ



В.И. Сороко

В 2024 г. во все центры научно-технической информации и библиотек ОАО «РЖД» и все региональные подразделения ЦДИ поступило второе научно-техническое издание – Энциклопедия «Автоматика, телемеханика, связь на железных дорогах России» в трех книгах. Оно стало логическим продолжением вышедшего в 2006 г. первого издания Энциклопедии, в предисловии к которому отмечалось, что «Железнодорожный транспорт – специфическая отрасль, отрасль с непрерывным технологическим циклом работы, огромными масштабами внедрения технических средств, динамичностью, сложностью связей между предприятиями-изготовителями, организациями-разработчиками и предприятиями, эксплуатирующими технические средства, работающими на единый перевозочный процесс. Поэтому эффективность его работы во многом зависит от уровня технических

средств и систем, их надежности и долговечности. Главным направлением повышения эффективности работы отрасли является научно-технический прогресс. Он предполагает создание, освоение производства и внедрение на транспорте все более современных машин, механизмов, приборов, систем. Одним из важнейших направлений научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте является разработка и внедрение устройств и систем автоматики, телемеханики и связи».

■ Именно этому и посвящено второе издание Энциклопедии, в котором содержится еще больший объем информации о том, как последовательно на протяжении более полуторавековой истории, включая последние 18 лет, шло развитие и внедрение устройств и систем автоматики, телемеханики и связи на сети железных дорог России. Без участия тысяч и тысяч специалистов, среди которых известные ученые, конструкторы, организаторы производства, проектировщики, строители, специалисты по эксплуатации устройств ЖАТ, а также руководителей, внесших большой вклад в развитие железнодорожной отрасли, невозможно было бы добиться тех успехов и результатов, которыми сегодня ОАО «РЖД» уверенно гордится.

Энциклопедия также содержит огромный объем информации, который можно было бы объединить под рубрикой «События и люди», «Прошлое и настоящее». Цель – не только вспомнить и увековечить имена тех, кто самоотверженным трудом с пользой для страны и для будущих поколений трудился на железной дороге, но и на примере сегодняшнего поколения специалистов, добившихся значимых результатов в своей трудовой деятельности, показать чего может добиться человек в жизни своим трудом.

Во вступительном слове к изданию генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров отметил: «...новое издание Энциклопедии станет ценным источником профессиональной информации для всех железнодорожников, а также отраслевых экспертов, которые стремятся глубже понять технологические

асpekты работы железнодорожного транспорта».

Идея создания Энциклопедии принадлежит Виктору Ивановичу Сороко, известному ученому и специалисту в области железнодорожной автоматики и телемеханики. На протяжении 45 лет он был бессменным автором справочника – настольной книги нескольких поколений специалистов по СЦБ, первое издание которого увидело свет в 1976 г. Оно стало востребованным источником получения актуальной информации об устройствах ЖАТ и параметрах аппаратуры СЦБ.

К сожалению, работа над новой Энциклопедией стала последней для Виктора Ивановича, в июне 2021 г. на 78 году жизни его не стало.

Однако в 2022 г. подготовка издания к выпуску была продолжена благодаря оказанной поддержке руководства ОАО «РЖД». Энциклопедия вышла из печати в год 80-летия со дня рождения В.И. Сороко.

В связи с этим выражаю слова благодарности О.В. Белозёрову – генеральному директору – председателю правления ОАО «РЖД», С.А. Кобзеву – первому замести-

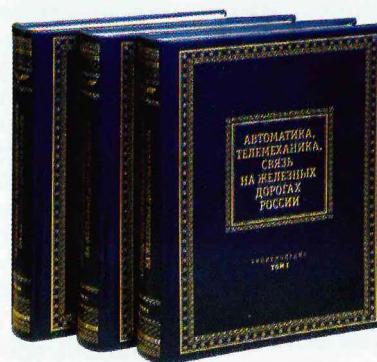
телю генерального директора ОАО «РЖД», Д.С. Шаханову – заместителю генерального директора ОАО «РЖД», А.М. Храмцову – заместителю генерального директора – главному инженеру ОАО «РЖД» до ноября 2024 г., а также хочу поблагодарить за содействие в работе над изданием А.А. Климова – ректора Российского университета транспорта, Е.Ю. Браурова – первого заместителя Директора Департамента управления персоналом ОАО «РЖД», Д.В. Горлевского – начальника Управления кадров ЦДИ – филиала ОАО «РЖД», В.Н. Колосовского – заместителя начальника Управления кадров ЦДИ и всех сотрудников кадровых подразделений региональных дирекций ЦДИ.

Кроме этого, выражаю признательность за оказанную помощь В.Д. Верескуну – ректору Ростовского государственного университета путей сообщения, Д.В. Швалову – руководителю Испытательного Центра ССЖАТ НИЧ РГУПС, С.В. Бушуеву – проректору по научной работе Уральского государственного университета путей сообщения; В.В. Башурову – декану электротехнического факультета УрГУПС; А.Г. Ходкевичу – заведующему кафедрой «Автоматика и телемеханика» Омского государственного университета путей сообщения; А.А. Зыкину – начальнику отдела СЦБ и связи «Иркутскжелдорпроект» – филиала АО «Росжелдорпроект».

Благодарю всех, кто в той или иной степени оказал содействие и помог в завершении работы над вторым изданием Энциклопедии.

**СОРОКО А.В.**

заместитель президента  
Российской академии наук,  
доктор экономических наук



# В МИРЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## ПРОСМОТР ОНЛАЙН ИНТЕРЬЕРА ПОЕЗДА ДО ПОКУПКИ БИЛЕТА

■ РЖД добавили функцию просмотра интерьера поезда перед покупкой билета на сайте компании.

«На портале [ticket.rzd.ru](http://ticket.rzd.ru) в профилях поездов пассажиры смогут увидеть подборку фотографий вагонов разных типов», – сообщает компания (цитата по ТАСС).

Сейчас функция просмотра интерьера вагонов доступна при покупке билетов на поезд №104 Москва – Адлер, №1/2 Москва – Казань, №9/10 Москва – Саратов, на некоторых межрегиональных «Ласточках» и ряде других поездов. Вскоре фотографии появятся у каждого пассажирского поезда регулярного сообщения. Также просмотр фотографий будет доступен в приложении «РЖД пассажирам».

<https://rzddigital.ru/>

## ОПЛАТА ПРОЕЗДА ПО ГЕОЛОКАЦИИ

■ На Горьковской дороге стартовал pilotный проект оплаты проезда по геолокации, сообщает РЖД.

Воспользоваться новой опцией могут пассажиры пригородных поездов АО «ВВППК» сообщением Нижний Новгород – Моховые Горы. Оплатить проезд можно через мобильное приложение «ПроТранспорт+», разработанное ООО «РЖД-Цифровые пассажирские решения» (входит в цифровой холдинг «РЖД-Технологии»). С помощью Bluetooth-меток на железнодо-

рожных станциях оно определяет местоположение пассажира. Пользователю нужно запустить приложение перед началом поездки и сделать отметку о завершении по ее окончании. Система рассчитает стоимость билета и спишет эту сумму с привязанной банковской карты. «QR-коды электронных билетов и чеки отобразятся на экране смартфона», – говорится в сообщении.

«Объединение на базе единого приложения отработанных технологий оплаты в пригородном железнодорожном и городском наземном транспорте позволит реализовать бесшовную мультимодальную поездку для пассажира с возможностью применения единого тарифа», – сказал генеральный директор АО «Волго-Вятская пригородная пассажирская компания» А.Г. Кузнецов.

Ранее «РЖД Цифровой» сообщал о запуске оплаты по геолокации на Калининградской дороге. Она доступна на маршруте Калининград-Южный – Зеленоградск-Новый. Также тестирование новой технологии ранее было запущено в Казани на линии между центральным железнодорожным вокзалом Казани и аэропортом Казань имени Г. Тукая, которую обслуживает пригородная компания «Содружество».

Приложение «ПроТранспорт+» разработано и внедряется в рамках реализации «Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» в части «Билетные решения для региональных городов».

<https://rzddigital.ru/>

Реклама

**РАДИОАВИОНИКА**  
Акционерное общество

С Новым Годом!

# НОВОСТИ

## КИТАЙ

■ В Китае успешно испытали беспилотный тяжеловесный поезд. Во время первого опытного рейса беспилотный углевозный поезд за 2,5 ч проехал участок протяженностью примерно 200 км между станциями Хуанхуа-Южная и Дунъин-Западный вдоль побережья Желтого моря на востоке страны.



В составе поезда длиной 1,3 км было 108 вагонов, его масса составила 10,8 тыс. т.

Участок следования беспилотного поезда является частью электрифицированной двухпутной магистрали, по которой из Шочжоу (провинция Шаньси) осуществляются перевозки угля в восточном направлении. Во время движения поезда все станции по маршруту его движения работали в необслуживаемом режиме под управлением из диспетчерского центра.

Ожидается, что переход к беспилотным поездам на этой магистрали позволит увеличить среднюю скорость движения на 1,7 км/ч при сокращении расхода электроэнергии на их тягу на 2,9 %, что приведет к значительному повышению эффективности перевозок угля в направлении запад – восток.

*Источник:* [www.news.cn](http://www.news.cn)

## КАЗАХСТАН

■ Компании «Казахстан темир жолы» и «Qaz Rail Automatic» перевели на цифровое управление крупнейшую в стране станцию Достык.

Трансграничный переход через станцию Достык совмещает две колеи: 1520 мм и 1435 мм. На станции введено в действие 217 стрелок, 291 светофор, более 250 рельсовых цепей и 59 участков, оборудованных автоматической локомотивной сигнализацией, 37 приемоотправочных и 12 сортировочных путей.

Объект оснастили современной системой микропроцессорной и диспетчерской централизации, оборудование для которой произвели в Казахстане.

В системе МПЦ-QZ интегрированы функции автоматической блокировки, автоматической локомотивной сигнализации, сигнализации железнодорожных переездов, линейного пункта диспетчерской централизации. Система стала первой отечественной системой сигнализации, централизации и блокировки, обеспечивающей высокий уровень надежности и безопасности на стратегическом направлении.

Цифровизация станции Достык – часть проекта строительства вторых путей на участке Достык – Мойынты, который соединяет Казахстан с КНР. Расширение

линии увеличит ее пропускную способность в 5 раз, с 12 до 60 пар поездов в сутки, и позволит нарастить объем транзитных перевозок между Китаем и Европой.

*Источник:* [www.railways.kz](http://www.railways.kz)

■ Легкорельсовая линия в Астане будет достроена до конца 2025 г. Новая транспортная система будет включать 18 станций протяженностью 22,4 км. На линии будут эксплуатироваться 19 беспилотных поездов. Они будут курсировать с интервалом в 4–5 мин.

До конца этого года запланировано достроить основные железобетонные конструкции станций, в следующем году должны быть уложены рельсы, отделаны станции, построены депо и поставлен беспилотный подвижной состав.

В реализации проекта задействованы несколько китайских компаний. Они участвуют в наладке систем связи, сигнализации и автоматизации.

*Источник:* [www.techzd.ru](http://www.techzd.ru)

## БЕЛАРУСЬ

■ Первый поезд «Минск–2024», изготовленный на предприятии «Метровагонмаш» (входит в ТМХ), начал курсировать на Зеленолужской линии Минского метрополитена.



Поезда проектировались специально для Зеленолужской линии, где применяются платформенные двери. Для точного совмещения проемов дверей поезда и платформенных дверей его промежуточные вагоны укорочены по длине на 140 мм, а головные – на 70 мм, и оснащены необходимым оборудованием для синхронизации.

Все вагоны поездов моторные. Конструкционная скорость – 90 км/ч. Срок службы вагонов метро составляет 30 лет. Подвижной состав обеспечен надежной шумо- и теплоизоляцией, современными асинхронными тяговыми электродвигателями российского производства.

Всего для минского метрополитена будет поставлено 28 метровагонов этой модели.

*Источник:* [www.sb.by](http://www.sb.by)

## ЕГИПЕТ

■ Железные дороги Египта спустя 50 лет возобновили пассажирские перевозки на Синайском полуострове. В опытную эксплуатацию введен поезд на линии протяженностью 100 км Эль-Фердан (Исмаилия) – Бир-эль-Абд.

Реконструкция линии является первым этапом более масштабного проекта создания железнодорожной сети протяженностью 500 км, которая свяжет Эль-Фердан, Порт-Саид, Бир-эль-Абд с портами Ариш и Таба, что в 10 км от израильского порта Эйлат. Проведенные работы включали обновление путей и пяти станций, в том числе Бир-эль-Абд.

Возобновление железнодорожных перевозок, включая грузовые, на Синайском полуострове рассматривается как жизненно важная часть стратегии правительства Египта по стимулированию развития данного региона. Это позволит улучшить условия транспортировки различных видов продукции между промышленными и населенными районами полуострова, а также зонами добычи полезных ископаемых, откуда грузы будут отправляться на экспорт в направлении портов Ариш и Таба.

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

## ГЕРМАНИЯ

■ Автономный региональный поезд Alstom совершил тестовую поездку в Германии. Поезд, оснащенный комплексом систем Autonomous Regional Train Evolution (ARTE), проехал несколько километров в автономном режиме и в режиме дистанционного управления.

Для испытаний оператор Нижней Саксонии LNNG предоставил два дизель-поезда Alstom Coradia LINT. Они оснащены Европейской системой управления поездами (ETCS) и системой автоворедения (ATO), позволяющими получать данные о препятствиях на пути следования поезда через систему камер и обрабатывать информацию, поступающую от сопутствующей железнодорожной инфраструктуры.

Кроме того, ARTE оборудована системой дистанционного управления (RTO). Благодаря ей работник может удаленно довести поезд до ближайшей станции с планшета, подключенного к АТО. Через камеру на передней части головного вагона он получает прямую трансляцию движения поезда. При этом RTO позиционируется как вспомогательное решение.

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

## ЕВРОПА

■ Компания Hitachi Rail анонсировала программное обеспечение Hyper Mobility Asset Expert (HMAX) на платформе искусственного интеллекта IGX в партнерстве с американской компанией NVIDIA. Пакет технологических решений позволит оптимизировать мониторинг состояния подвижного состава, системы сигнализации и железнодорожной инфраструктуры.

Софтвер разработан на базе существующей технологии, которая используется для анализа состояния инфраструктуры и агрегатов поездов и разработки рекомендаций по их обновлению. Через облачную платформу HMAX клиенты смогут дистанционно получать доступ к аналитическим материалам. Это позволит оптимизировать процесс мониторинга и повысить эффективность аналитических функций программного обеспечения.

Благодаря новой технологии инженеры смогут получать аналитические данные в режиме реального времени через программу XGX и «платформу обработки данных» Holoscan. Для оптимизации аналитических процессов данные будут обрабатываться на борту поезда и в центрах управления железнодорожной сигнализацией. Отправка данных в единый диспетчерский центр не потребуется.

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

## САУДОВСКАЯ АРАВИЯ

■ Саудовская Аравия завершила испытание первого водородного поезда Coradia iLint на Ближнем Востоке.

В ходе испытаний поезд преодолевал расстояние от 10 до 20 км по линиям 1 и 2 восточной сети SAR в Эр-Рияде.

Coradia iLint – первый в мире пассажирский поезд, работающий на водородных топливных элементах. В 2022 г. парк из 14 поездов начал курсировать на пассажирских маршрутах в Германии, а в сентябре 2023 г. во время испытаний водородный Coradia iLint проехал 1175 км без дозаправки водородных баков.

Источник: [www.railway-technology.com](http://www.railway-technology.com)

Реклама

ЭЛТ ЗА  
ОБЪЕДИНЕННЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ

www.elteza.ru

2024

С НОВЫМ ГОДОМ!

@eltezaru

# УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

## ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ

## «АВТОМАТИКА, СВЯЗЬ, ИНФОРМАТИКА» в 2024 г.

### **СЛОВО РУКОВОДИТЕЛЮ**

Ф и л ю ш к и н а Т. А. – Знания – основной ресурс развития общества.....	1
Ч а р к и н Е. И. – Цифровизация компании продолжается.....	4
Ч е р н о г а е в С. И. – Сила, объединяющая коллектизы .....	2

### **СИГНАЛИЗАЦИЯ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ, БЛОКИРОВКА**

Д а в ы д о в С. В., К у л е ш о в А. Е. – Комплекс устройств стрелочного перевода для линии ВСЖМ-1.....	11
Б е р с е н е в А. С., П а н и ш е в С. Е., К о р м и ш и н В. Н. – Новый этап внедрения инновационного вагонного замедлителя Т-2020.....	10
В о р о н и н В. А., Л о б а н о в а В. С. – Развитию Восточного полигона приоритетное внимание! .....	5
Д е н и с о в А. А., Ш т о л ь А. А. – Система интервального регулирования для железнодорожных линий промышленного назначения...	
Диагностика и мониторинг на ВСЖМ-1 .....	12
Д и м о в А. В., М е н а к е р К. В., В о с т р и к о в М. В. – Моделирование системы тягового электроснабжения переменного тока.....	3
Д м и т р е н к о А. С. – Цифровые решения для метрополитенов .....	6
З е н к о в и ч Ю. И., Ш и н к а р ё в С. Г. – Применение инновационного метода расчета кабельных линий со светодиодными излучателями светофоров .....	1
Ж у д а н о в И. Н., Г у м е н н и к о в В. Г., К р а в ч е н к о С. С. – Микропроцессорная система автоматизации сортировочных горок ГАЦ-АРС... .....	9
И с а й ч е в а А. Г., Б а ш а р к и н М. В., Ш а ш и н Д. А. – Разработка устройства мониторинга тягового тока.....	10
К а м е н е в А. И. – В ногу со временем .....	6, 7, 8
К а н у х и н К. А., З у б о в С. С., К о б з е в В. А. – Как организовать продление срока службы вагонных замедлителей.....	8
К и р и л л о в А. Н. – Прокладка магистральных кабелей СЦБ при электротяге переменного тока ..	9
К о з л о в с к и й А. П., Л о б а н о в а В. С., О с и п о в А. П. – Совершенствование оценки межпоездного интервала .....	6
К о к у р и н И. М., П у ш к и н И. А. – Тяговые расчеты в комплексе систем диспетчерской централизации.....	8

К р а с и л ь н и к о в В. С. – Опорные балки для установки устройств контроля схода в межшпалльном пространстве .....	3
К р а с и л ь н и к о в В. С. – Особенности размещения устройств контроля схода на дополнительных шпалах и закладных брусьях .....	9
К о в е л ь А. Ю. – Аппаратно-пространственное резервирование каналов диспетчерской централизации .....	4
К у з н е ц о в М. Б., П а в л о в Е. В., Щ е р б и н а Е. Г. – Особенности выбора УЗИП для защиты микропроцессорной техники .....	10
К у з н е ц о в М. Б., Щ е р б и н а Е. Г., П а в л о в Е. В. – Унификация методов контроля параметров УЗИП.....	1
К Э А З обеспечивает безопасность на железнодорожном транспорте .....	12
Л и н ь к о в В. И., К у з ь м и н В. С. – Выбор технико-эксплуатационных характеристик рельсовых цепей на ВСЖМ.....	6
Л у к о я н о в Д. С. – Роль СТДМ в технологии обслуживания .....	1
Л у к о я н о в Д. С., Ш в е ц о в Е. Н. – Снижение вероятности сбоев кодов АЛСН .....	6
Г и м а л т и н о в И. Р., Т е т к и н А. Ю. – Интервальное регулирование движения поездов на малодеятельных участках .....	12
Н а у м о в а Д. В. – Актуальные вопросы напольного оборудования ЖАТ .....	2
Н а у м о в а Д. В. – Актуальные направления научно-технического развития .....	5
Н а у м о в а Д. В. – Вопросы грозозащиты .....	6
Н а у м о в а Д. В. – Формируя образ будущего .....	8
Н а у м о в а Д. В. – Развитие сортировочного комплекса.....	10
Н а у м о в а Д. В. – ЖАТ на высоких скоростях..	11
Н а у м о в а Д. В. – Перспективы развития метрополитенов.....	11
Н а у м о в а Д. В. – Безопасности много не бывает.....	11
Н а з и м о в а С. А. – Итоги конкурса рационализаторских предложений.....	9
Н о в и к о в В. Г., К о н о н о в В. В. – Система оперативной передачи команд при сбоях в движении на линиях Московского метрополитена .....	9
О л ь г е й з е р И. А., С у х а н о в А. В., К о р н и е н к о К. И., Б о р о в л е в П. В. – Устройство счета и контроля расцепа вагонов ....	5

Павлов Е. В., Гоман Е. А., Фурсов С. И. – Новый уровень российской системы управления движением поездов МПЦ-ЭЛ-20 .....	11	Евдокимова О. Г., Еремин Б. Н., Хайсов А. В. – Защита объектов от атмосферных и коммутационных перенапряжений .....	7
Попов Д. А., Рябиченко Р. Б. – Заземлители и заземляющие устройства. Нормативные требования.....	5	Евдокимова О. Г., Бычков Д. В., Хайсов А. В. – Поиск, локализация и ремонт повреждений кабельных линий связи .....	12
Разгонов А. П., Воронин В. А., Бикташев Р. Ж., Хорошавин Д. В. – Устройство защиты аппаратуры СЦБ от импульсных помех .....	9	Казанский Н. А., Лысюк П. И. – Применение фотонных коммутаторов в телекоммуникационных системах .....	4
Рассказов В. В. – Применение композитного материала SMC .....	8	Куряев И. В., Щелконогов С. В. – Мобильные технологии при обслуживании устройств электросвязи .....	5
Розенберг Е. Н., Озеров А. В., Баранов А. Г. – Проектные решения РСУДП для ВСЖМ-1 .....	3	Литвин В. И. – Нормирование работ в информационной системе ЕСМА .....	8
Розенберг Е. Н., Куликов Б. А., Бочкин К. А., Харлап С. Н. – Особенности проведения испытаний на ЭМС микроэлектронных систем ЖАТ .....	12	Назимова С. А. – Развитие технологий требует реорганизации деятельности .....	5
Синецкий А. С., Иванов Е. Н., Сухинина Т. В. – Задачи единых алгоритмов обеспечения надежности и функциональной безопасности систем ЖАТ .....	12	Назимова С. А. – Итоги конкурса рационализаторских предложений .....	9
Сороко А. В. – Ценный источник информации .....	12	Наумова Д. В. – Импортонезависимость в телекоммуникациях .....	6
Татиевский С. А., Пензев П. В., Минаков Д. Е., Минаков Е. Ю. – Аэродинамическое воздействие высокоскоростных поездов на напольное оборудование устройств ЖАТ .....	2	Плеханов П. А., Роенков Д. Н. – Перспективная подвижная связь .....	1
Трушин В. В. – Развитие культуры безопасности для создания здоровых условий труда .....	5	Роенков Д. Н., Богданов Д. Р. – Программно-определенное радио для мониторинга состояния элементов инфраструктуры .....	9, 10, 11
Филюшкина Т. А. – Не останавливаться на достигнутом .....	3	Рябиченко Р. Б. – Применение эвристического метода при обслуживании линий связи .....	6
Хатламаджиян А. Е., Ольгейзер И. А., Соколов В. Н., Корниенко К. И. – Комбинированная схема закрепления подвижного состава .....	7	Свирский В. Ю. – Проекты новосибирских рационализаторов .....	10
Ходкевич А. Г., Соколов М. М., Рыбина Л. А. – Анализ качества электрической энергии, питающей устройства ЖАТ .....	7	Стрекалов С. В., Челышев А. В. – Усовершенствованная связь с местом аварийно-восстановительных работ .....	1
Хромушкин К. Д. – Поддерживая лидерство в инновациях .....	3	Стрекалов С. В., Равинская Е. М. – Внедрение факсимильного центра ОАО «РЖД» .....	6
Хромушкин К. Д., Павлов Е. В., Машенко П. Е., Жученко А. И. – Инновационные решения для ВСЖМ .....	5	Шурдак А. В., Ермаков А. О., Новиков Д. Е., Романюк Д. А. – Единое телекоммуникационное решение для ВСЖМ-1 ...	7
Ханычев А. А. – Повышение надежности горочных стрелочных электроприводов .....	10	Юркин Ю. В., Маслова А. А. – Расчет зоны покрытия при проектировании сети мобильной связи .....	8
<b>ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ, РАДИОСВЯЗЬ</b>			
Антонов А. А., Журавлева Л. М., Алиев С. С., Нилов М. А. – Атмосферная оптическая связь. Области применения .....	10	<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>	
Борисова А. А., Садовский Д. А. – Эффективная рационализаторская деятельность .....	12	Артюхина М. А. – Переход к единой сервис-ориентированной архитектуре внешних взаимодействий системы «Экспресс» .....	6
Горбунов И. В. – Рационализация помогает в работе .....	2	Ефимова О. В., Егоров С. В. – Экономическая эффективность внедрения программных роботов .....	1
Евдокимова О. Г., Кученко С. М., Мешков Б. А. – Применение технологии IoT для автоматизации диагностики состояния заземлителей .....	4	Кукушкин С. С., Кудюкин В. В., Хакиев З. Б., Белов А. Н. – Перспективы развития методов позиционирования поездов на основе волоконно-оптических измерений .....	2
		Максимов Э. Ю. – Нормирование работ по предоставлению ИТ-услуг .....	6
		Орлюк А. А. – Еще раз об искусственном интеллекте .....	7
		Полевский И. С., Чигирёнов А. С. – АПК фиксации исполненного движения .....	6

Соколов С. В., Охотников А. Л. – Измеритель модуля скорости для подвижных транспортных объектов.....

## ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Стахеев И. Г., Лукин К. И., Сагдеев А. К., Титова О. В. – Защита кабельных линий от перехвата информации.....

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Агадуров С. Е., Котенко И. В., Саенко И. Б., Глухов А. П. – Использование суперкомпьютеров для анализа данных об информационной безопасности.....

Булавин Ю. П., Игнатьева О. В. – Обучение искусственных нейронных сетей с подкреплением .....

Карташев Д. А., Седых Д. В., Горшков И. С. – Импортозамещение цифровых средств разработки технической документации.....

Любченко А. А., Смолин И. Ю. – Особенности алгоритма распознавания номера вагона по изображению .....

Наумова Д. В. – Цифровые технологии транспорта и логистики .....

Охотников А. Л., Соколов С. В. – Структура автономной интегрированной высокоточной системы позиционирования.....

Попов П. А. – Инновационное развитие железных дорог .....

Скорик А. Д., Савонин В. В., Слободской О. Е. – Обмен данными между подвижным объектом и его цифровым двойником .....

Сонин Д. Ю. – Автоматизация бизнес-процессов ЦТУ .....

## БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Башаркин М. В., Исаичева А. Г., Исаичева Н. А. – Тепловизионный контроль рельсовой линии с помощью БПЛА.....

Розенберг И. Н., Цветков В. Я. – Применение онтологий в управлении транспортом .....

## БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Вавкин К. Ю. – Совершенствование процессов продолжается.....

Постников О. А. – Меняя технологии, стремимся к эталону .....

Сиделев П. С. – Эталонное предприятие. Опыт лучших.....

Страшнов М. В. – Творческие идеи на благо производства .....

## ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ

Родионова А. Н. – Изменение порядка оплаты сверхурочной работы.....

Хотин М. И., Миронова Н. Л. – Инновационные подходы к вознаграждению и поощрению.....

Хотин М. И., Миронова Н. Л. – Нестандартные подходы к проведению фотографии рабочего дня .....

## ТЕХНИЧЕСКАЯ УЧЕБА

Филимонов А. С. – Совершенствование подхода к проведению технической учебы .....

Шмыгинский В. В., Глушко В. П. – Практические навыки изучения систем со спектральным разделением каналов .....

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Апенько С. Н., Давыдов А. И., Лукаш А. В. – Модель цифровых компетенций выпускников технических специальностей.....

Баранов Л. А., Бестемьянов П. Ф., Выгнанов А. А., Фиронов А. Н. – Опыт и перспективы подготовки специалистов для высокоскоростного движения .....

Гришаев С. Ю., Кудюкин В. В., Хатламаджиян А. Е., Ольгейзер И. А. – Кадры для Цифровой железнодорожной станции .....

Казакевич Е. В. – Аспекты взаимодействия операторов связи с вузами.....

Наумова Д. В. – Делаем будущее своими руками .....

Ферулов Д. В. – В учении нельзя останавливаться .....

Ходкевич А. Г. – Студенческая олимпиада СЦБистров .....

Швалов Д. В. – Юбилейный выпуск специалистов .....

Голованов А. С., Зубарева О. А. – Фундамент мастерства и ответственности.....

Горбунова Н. Е. – Вперед за мечтой!.....

Захарова И. А. – Своей профессией горжусь.....

Молокин С. А. – Мастера своего дела.....

Московский квартет награжденных.....

Назимова С. А. – Человек дела .....

Назимова С. А. – Она талантлива во всем ..

Назимова С. А. – Продолжает дело родителей.....

Назимова С. А. – Когда влечет любимое дело .....

Наумова Д. В. – Передавая опыт и сохраняя традиции .....

Озерова Е. Ю. – Московский этап Чемпионата профессионалов .....

Перотина Г. А. – Изобретатель, педагог, учений .....

Перотина Г. А. – Лучший наставник среди связистов .....

Рябов С. В. – Человек на своем месте .....

Рябов С. В. – Наставник – второй отец .....	9	Наумова Д. В. – Объединяем инновации – формируем будущее .....	11
Рябов С. В. – Стиль жизни – добрые дела.....	9	Наумова Д. В. – Поезд новогоднего настроения .....	11
Рябов С. В. – Высокая награда главного инженера .....	11	Назимова С. А. – Без фотоники нет прогресса .....	5
<b>ИНФОРМАЦИЯ</b>			
В мире цифровых технологий.....	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12	Рябов С. В. – Демонстрация новых перспективных разработок .....	8
Внедрение инновационных технических средств ЖАТ .....	4		
Гранты для молодых ученых.....	2, 11		
Ефимов А. В. – Совершенствование системы менеджмента качества .....	7		
Идея ОАО «РЖД».....	4		
Наумова Д. В. – Главные достижения страны	1	Наумова Д. В. – Страйке века – 50! .....	7
Наумова Д. В. – Железные дороги России – будущему страны .....	1	Наумова Д. В. – Дорога нашей жизни .....	8
Наумова Д. В. – Цифровая транспортировка ..	1	Наумова Д. В. – Профессионал, преданный делу .....	9
Наумова Д. В. – День пассажирской логистики .....	1		
Наумова Д. В. – Правление подвело итоги..	1		
Наумова Д. В. – Создавая социальное благополучие .....	1		
Наумова Д. В. – Новые векторы развития обозначены .....	1		
Наумова Д. В. – Новое окно возможностей.	1		
Наумова Д. В. – Притяжение инноваций.....	1		
Наумова Д. В. – Искусственный интеллект в дорожной отрасли .....	1		
Наумова Д. В. – ПМЭФ–2024 .....	1		
Наумова Д. В. – Любимый праздник во все времена .....	1		
Наумова Д. В. – Из прошлого в будущее .....	1		
Наумова Д. В. – Объединим усилия, создавая возможности .....	10		
Наумова Д. В. – Энергия молодости.....	10		
<b>ЮБИЛЕЙ</b>			
Головин В. И., Подкорытов С. А., Кондратьев А. Н. – 30 лет на траектории безопасности .....	10		
Наумова Д. В. – Страйке века – 50! .....	7		
Наумова Д. В. – Дорога нашей жизни .....	8		
Наумова Д. В. – Профессионал, преданный делу .....	9		
<b>СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ</b>			
Ласточкина Л. М. – Зарождение сигнального дела на железных дорогах России.....	9		
Мельников Д. О. – Начало развития связи на железнодорожном транспорте России .....	1		
Наумова Д. В. – Мемориалы Победы .....	5		
Топилина В. С. – Оптический телеграф – основа развития связи .....	2		
Топилина В. С. – Создание и применение телеграфных аппаратов .....	3		
Топилина В. С. – Переезд из Петрограда в Москву .....	4		
Топилина В. С., Сокольский С. В. – Этапы развития телекоммуникаций в ЦСС .....	5		
Топилина В. С. – Этапы развития телекоммуникаций в ЦСС .....	6, 7		
<b>ЗА РУБЕЖОМ</b>			
Новости .....	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12		

**Подписка на бумажную версию журнала  
«АВТОМАТИКА, СВЯЗЬ, ИНФОРМАТИКА»  
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 оформления счета для покупки журналов обращайтесь в ЦНТИБ по телефонам:  
+7 (499) 262-81-58, +7 (499) 262-54-29

AO ATIC

# ABSTRACTS

## Features of EMC testing of microelectronic railway automation systems

**EFIM N. ROSENBERG**, JSC «Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communications in Railway Transport», First Deputy General Director, Professor, Doctor of Technical Sciences, Moscow, Russia, info@vniias.ru

**BORIS A. KULIKOV**, FBI «Register of Certification on Federal Railway Transport», Deputy Head of the Department of Certification of Electrical Equipment, Automation and Telemechanics, Moscow, Russia, register@rsfgt.ru

**KONSTANTIN A. BOCHKOV**, EI «Belarusian State University of Transport», Scientific Director-Head of the Research Laboratory «Safety and EMC of Technical Equipment», Professor, Doctor of Technical Sciences, Gomel, Republic of Belarus, bochkov1999@mail.ru

**SERGEY N. HARLAP**, EI «Belarusian State University of Transport», Leading researcher of the Research Laboratory «Safety and EMC of technical equipment», Associate Professor, Ph.D. (Tech.), Gomel, Republic of Belarus, hsn2013@tut.by

**Keywords:** EMC, functional safety, tests, test laboratory

**Abstract.** The article discusses the features of conducting certification tests for electromagnetic compatibility of microelectronic systems of railway automation and telemechanics in order to confirm their compliance with the requirements of technical regulations of the customs union and related interstate standards. Particular attention is paid to the relationship between EMC tests and the requirements for ensuring functional safety according to the fundamental interstate standard GOST IEC 61508. The participation of test laboratories in the development, testing, launching into production and tests to confirm compliance at all stages of the life cycle according to GOST 33477-2015 is considered. It is shown that EMC tests of microelectronic railway automation and telemechanics systems using standard methods without taking into account the requirements for functional safety will lead to significant risks of violating the requirements for ensuring the safety of train traffic.

## Application of ontologies in transport management

**IGOR N. ROSENBERG**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director of RUT (MIIT), D.Sc. (Eng.), prof., Moscow, Russia, i.rozenberg@geosc.ru

**VIKTOR Y. TSVETKOV**, JSC NIIAS, Head of the Scientific Department, D.Sc. (Eng.), prof., Moscow, Russia, cvj7@mail.ru

**Keywords:** transport control, ontology, transport ontology, knowledge models, linked data, semantic network

**Abstract.** The article explores the use of ontologies to solve management problems in the field of transport. The relevance of the study is due to the need to develop intelligent and unmanned control. The main goal of the work is to study the experience of using ontologies in transport and to propose a methodological scheme for the formation of ontologies. In the transport sphere, private ontologies predominate, which are listed in the article. Based on the experience of using ontologies in the field of transport, the concept of «transport ontology» is introduced. The content of transport ontology is revealed. A scheme for its construction of three types of ontologies is proposed. A method for using information labeling to build ontologies used in intelligent control is noted.

## Experience in organizing the search, localization and repair of damage to cable lines at the site of the oktyabrskaya railway

**OLGA G. EVDOKIMOVA**, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, Department of Electrical Communication, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, St. Petersburg, Russia, evdokimovaog\_kf@mail.ru, SPIN-код: 7312-5208

**DMITRY V. BYCHKOV**, Chief Engineer, Oktyabrskaya Directorate of Communications-structural division of the Central Communications Station-branch of JSC «Russian Railways», St. Petersburg, Russia, dima1977@mail.ru

**ANDREY V. KHAISOV**, Chief Engineer, Central Regional Communications Center of the Oktyabrskaya Directorate of Communications-structural division of the Central Communications Station-branch of JSC «Russian Railways», St. Petersburg, Russia, haisovav@mail.ru

**Keywords:** cable communication lines (KLS), cable damage, repair of cable communication lines

**Abstract.** The article discusses the factors that reduce the reliability of linear cable communication lines. And signs of their damage. The main attention is paid to copper-core cables. Practical ways and methods of damage detection are described. The necessity of developing and implementing technical and organizational solutions to reduce the time of searching, localization and repair of communication cables in order to minimize the time of service interruption and as a result of train failures is formulated.

## The design of a user terminal capable of providing data exchange between a mobile object and its digital twin

**ALEXANDER D. SKORIK**, JSC «Concept», General Director, Korolev, Russia, alexander\_skorik@mail.ru, SPIN-код: 2569-2666

**VLADIMIR V. SAVONIN**, JSC «Concept», Project Manager, Korolev, Russia, balbur68@mail.ru

**OLEG E. SLOBODSKOV**, JSC «Russian Institute of Powerful Radio Engineering», Leading Engineer, Ph.D. (Tech.), St. Petersburg, Russia, o.slobodskov@mail.ru

**Keywords:** user terminal, delay-tolerant communication network, Internet of Things, IoT, digital twin

**Abstract.** The article proposes a method for ensuring two-way communication between a mobile object and its digital twin. The aim of the work is to form the appearance of a subscriber terminal using general industrial IoT technologies and networks that are resistant to delays (breaks) when creating heterogeneous communication networks. The novelty of the work lies in the fact that the proposed method allows for communication between digital twins and real physical mobile objects at one of the most important stages of their life cycle, namely, at the operation stage. Result: the paper formulates and describes the appearance of a prototype subscriber device (terminal) capable of providing two-way communication between a mobile product and its digital twin. Practical significance: the article formulates practical approaches, the implementation of which will create a technical basis for the mass use of digital twins of industrial products and accelerate the transition to a digital economy.

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



Главный редактор:  
Филюшкина 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,  
Семёнов К.В., Сиделев П.С.,  
Слюняев А.Н.,  
Трясов М.С., канд. техн. наук,  
Храмцов А.М.,  
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,  
Журавлёва Л.М., д-р техн. наук,  
Лисин С.Ю., Петренко Ф.В.,  
Петров А.И.,  
Поменков Д.М., канд. техн. наук,  
Сансызбаев 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 30.11.2024  
Формат 60x88 1/8.  
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 24207  
Тираж 735 экз.

Отпечатано в типографии ЗАО «Алгоритм»  
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36

# ПОЕЗД НОВОГОДНЕГО НАСТРОЕНИЯ

■ Дедушка Мороз и его помощники вот уже в четвертый раз отправились в путешествие по нашей необъятной стране на специальном тематическом поезде.

Поезд Деда Мороза – это празднично оформленная передвижная резиденция новогоднего волшебника. Внутри находится его приемная, вагоны «Сказочная деревня» и «Кукольный театр», сувенирная лавка и вагон-ресторан.

Это совместный проект ОАО «РЖД» и Вологодской области. Именно там, в г. Великий Устюг, расположена резиденция Деда Мороза.



За три года новогодний поезд проехал свыше 74 тыс. км, подарил праздничное настроение почти 1,5 млн человек и посетил больше 170 городов. Самый большой из них – это Москва, а вот самый маленький – поселок Чильчи в Тындинском районе Амурской области, где живет всего 180 человек. Сильные метели, морозы, ледяные дожди – ничего не помешало Деду Морозу встретиться с ребятами, которые, несмотря ни на что, приходили на вокзалы к прибытию долгожданного поезда.

В сезоне 2024–2025 Поезд Деда Мороза будет колесить по стране с 19 ноября по 11 января. За 54 дня состав посетит города Сибири, Дальнего Востока, Урала, Севера и европейской части России и даже отправится на остров Сахалин, если позволят погодные условия.

В этом году в честь юбилея БАМа волшебное путешествие началось с нулевого километра Байкало-Амурской магистрали – города Тайшет. В большинство городов



поезд прибывает с паровозами, среди которых надежный, мощный и быстрый паровоз П-36. Во главе состава также встает ретро-электровоз серии ВЛ-82м, которых в мире осталось совсем мало.

Во всех населенных пунктах маленьких и взрослых гостей ждет анимационная программа у поезда. Во время длительных стоянок у них будет возможность посетить передвижную резиденцию и кукольный театр.



В рамках экскурсии посетители могут пройти квест в вагоне «Сказочная деревня», поближе пообщаться с Дедом Морозом и Снегурочкой и получить от них подарки, посмотреть спектакль, принять участие в чаепитии, а также отправить открытку родным и друзьям. Кроме того, в процессе развлекательной программы жители других регионов России будут больше узнавать о Вологодской области.

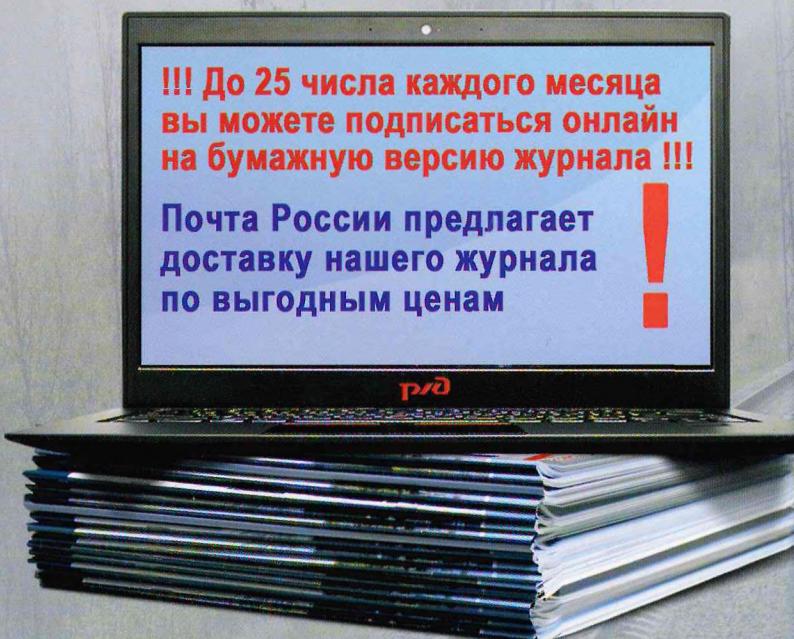
После окончания путешествия Дед Мороз вернется в свою вотчину, а сказочный поезд отправится в Карелию, где помощники волшебника будут принимать гостей на платформе Морозная до следующей зимы.

НАУМОВА Д.В.

# ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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



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/P5063>, 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 000 «Агентство «Книга-Сервис» [http://akc.ru/item/avtomatika-svyz\\_az-informatika/](http://akc.ru/item/avtomatika-svyz_az-informatika/)