

ISSN 3034-3194

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



ЖУРНАЛ ИЗДАЁТСЯ С 1923 ГОДА

В НОМЕРЕ:

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ГОРОЧНОГО ВЕСОМЕРА  
КВГ-15

стр. 5

НОВЫЕ СПОСОБЫ  
ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ  
ПО МАГИСТРАЛЬНОЙ  
КВ-РАДИОСВЯЗИ

стр. 9



РЖД

6 (2025) ИЮНЬ

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



# ПРОФЕССОР С БОЛЬШОЙ БУКВЫ

■ В июне 75-летний юбилей отмечает профессор, доктор технических наук, научный руководитель научно-исследовательской лаборатории «Системы диспетчерского контроля и управления» РГУПС Игорь Давидович Долгий.

Он родился в семье железнодорожников, чья трудовая деятельность была тесно связана с Северо-Кавказской железной дорогой. Отец был заместителем начальника службы технического обеспечения, мать работала в технической конторе на станции Ростов-Товарный.

В школе Игорь отдавал предпочтение математике, физике и черчению, поэтому выбор Ростовского института инженеров железнодорожного транспорта (ныне – РГУПС) для получения высшего образования был неудивителен с учетом его приверженности инженерным дисциплинам и семейным традициям.

В 1972 г. он получил диплом с отличием по специальности «Электрические машины и аппараты» с присвоением квалификации «инженер-электромеханик».

По словам героя статьи, на Энергетическом факультете, где он учился, работали блестящие профессионалы, благодаря которым он освоил азы технологии проведения исследований, моделирования физических процессов. Можно сказать, что они вдохновили его заниматься научной деятельностью.

Так, Игорь Давидович принял решение поступить в аспирантуру института по направлению «Автоматическое управление и регулирование на железных дорогах». Его научным руководителем стал доктор технических наук, профессор Анатолий Абрамович Явна, которого Игорь Давидович считает своим учителем и наставником в жизни.

После окончания аспирантуры он стал ассистентом на кафедре «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», работая по совместительству в Научно-исследовательском секторе РИИЖТа.

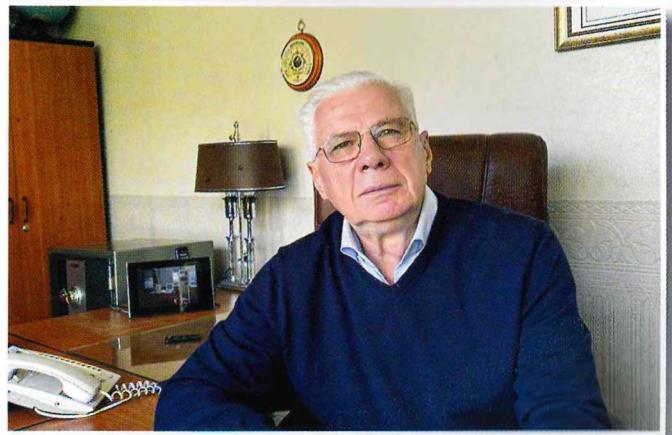
В 1980 г. И.Д. Долгий защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование и разработка информационно-логических устройств на железнодорожном транспорте».

В 1982 г. в институте была создана научно-исследовательская лаборатория «Системы диспетчерского контроля и управления». Игорь Давидович возглавил ее. Коллектив лаборатории разработал первую отечественную микропроцессорную систему диспетчерской централизации «ДЦМ-ДОН», принятую в 1990 г. в постоянную эксплуатацию на участке Батайск – Староминская Северо-Кавказской дороги. Устройствами системы были оборудованы более 80 линейных пунктов на станциях Северо-Кавказской, Восточно-Сибирской, Северной и Целинной железных дорог.

В лаборатории также разработана и внедрена в эксплуатацию микропроцессорная система «ДЦ-ЮГ с распределенными контролируемыми пунктами». Ею оборудованы железнодорожные линии в РФ (более 1900 км) и Казахстане (425 км).

И.Д. Долгий принимал непосредственное участие в создании релейно-процессорной централизации «РПЦ-ДОН», внедренной на ряде станций магистрального и промышленного транспорта в России и Армении.

С 2001 по 2024 гг. он возглавлял кафедру «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте». Под его руководством проведена комплексная модернизация учебно-лабораторной базы кафедры, созданы две специа-



лизированные учебно-научные лаборатории микропроцессорных систем централизации на железнодорожном транспорте, разработано методическое обеспечение.

В 2012 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Теоретические основы, методы и средства разработки интегрированных систем диспетчерского управления на базе интеллектуальных технологий».

В течение многих лет И.Д. Долгий руководил Центром интегрированных систем управления Ростовского филиала АО «НИИАС».

Юбиляр участвовал в ряде фундаментальных и поисковых научно-исследовательских работ, является автором нескольких учебников и более 20 учебных пособий, свыше 140 научных работ, в том числе 3 монографий, и более 20 патентов на изобретения, авторских свидетельств и свидетельств о регистрации программ для ЭВМ. В качестве научного руководителя он подготовил девять кандидатов технических наук. И.Д. Долгий продолжает активно заниматься научно-исследовательской деятельностью.

В его копилке имеется множество наград. Среди них: именные часы министра путей сообщения СССР, знак «Почетный железнодорожник», медаль «Лауреат Всероссийского выставочного центра», памятная медаль «За строительство Крымского моста», а также звания «Заслуженный работник транспорта Российской Федерации» и «Почетный работник Северо-Кавказской железной дороги».

Коллеги и многочисленные ученики ценят и уважают Игоря Давидовича за принципиальность, порядочность, настойчивость и твердость в достижении поставленных целей, высочайший профессионализм, готовность всегда помочь независимо от сложности проблемы.

Продолжает железнодорожную династию его сын, Александр Игоревич Долгий. Он с отличием окончил факультет «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» РГУПС, здесь же прошел путь от лаборанта до старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории. Сегодня он возглавляет АО «НИИАС».

Свое свободное время И.Д. Долгий посвящает внукам. Не забывает он и про поддержку физической формы – в этом ему помогают регулярные занятия плаванием.

*Поздравляем Игоря Давидовича с юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, неиссякаемого вдохновения и творческой энергии!*

НАУМОВА Д.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Новая техника и технология

Тарасов Е.М., Тарасова А.Е., Надежкин В.А., Бредун И.С. Диагностика изолирующих стыков на основе оценки предотказных состояний.....	2
<b>Сортировочные станции</b>	

### Бородако А.М., Федосимов С.И., Кобзев В.А.

### ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОЧНОГО ВЕСОМЕРА КВГ-15

Канадин С.В., Задорожный В.С., Озолинг С.А., Богаченко А.В., Кобзев В.А. Новая сортировочная горка Таманского терминала навалочных грузов .....	7
--	---

### Телекоммуникации

### Стрекалов С.В., Красотенко Г.Л., Корниенко К.В.

### НОВЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО МАГИСТРАЛЬНОЙ КВ-РАДИОСВЯЗИ

Высокоскоростное движение Новиков А.В., Перечёсова О.В., Пашенцев Д.А. Нормативная и техническая документация для технических средств ЖАТ на ВСМ.....	11
--	----

### Помыткина Н.А., Кочарин Н.В.

### ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ МАГИСТРАЛИ РОССИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИКУ

Информационные технологии Артюхина М.А., Ширман Е.П., Джаяфаров А.М., Баймееев Р.Р. Новые аспекты развития платформы АСУ «Экспресс» НП.....	18
Чумаков Р.Е., Мурашова М.А. Цифровые сервисы для сотрудников ОАО «РЖД» .....	21

### Информационная безопасность

Мыськив И.И., Попов И.Ю., Заколдаев Д.А. Подходы к доказательству функциональной безопасности технических систем.....	23
---	----

### Обмен опытом

Конопелькин О.Э., Компанцева Е.В., Кондратьев В.А. Природоохранная деятельность в центре внимания.....	28
Карпова О.А. Энергосбережение – норма нашей жизни .....	30
Симоненко М.В., Фролочкина А.А. Сила наставничества .....	32

### В трудовых коллективах

Жиляев А.Г. Старейший РТУ на сети.....	34
---	----

### Уголки России

Наумова Д.В. Россия из окна поезда .....	36
---	----

### За рубежом

Новости .....	38
---------------	----

Наумова Д.В. Профессор с большой буквы.....	2 стр. обл.
Наумова Д.В. Инфокоммуникационное событие года .....	3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: перегон Умёт-Камышинский – Петров Вал  
Приволжской дороги (фото Антипова Д.А.)

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



6 (2025)  
ИЮНЬ

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



ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

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

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

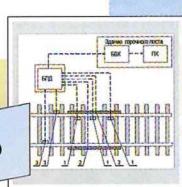
Использование и любое  
воспроизведение на  
страницах интернет-сайтов,  
печатных изданий  
материалов, опубликованных  
в журнале, разрешается  
только с письменного  
согласия редакции

Мнение редакции может  
не совпадать с точкой  
зрения авторов

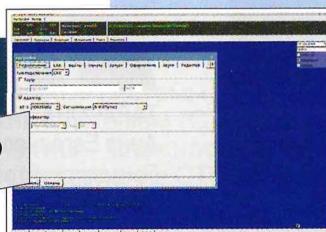
Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе  
по надзору за соблюдением  
законодательства  
в сфере массовых  
коммуникаций и охране  
культурного наследия

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-21833  
от 07.09.05

© Москва  
«Автоматика, связь,  
информатика»  
2025



СТР. 5



СТР. 9



СТР. 13

# ДИАГНОСТИКА ИЗОЛИРУЮЩИХ СТЫКОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ПРЕДОТКАЗНЫХ СОСТОЯНИЙ



**ТАРАСОВ  
Евгений Михайлович,**  
Приволжский государствен-  
ный университет путей сооб-  
щения, заведующий кафедрой  
«Автоматика, телемеханика  
и связь на железнодорожном  
транспорте», профессор, д-р  
техн. наук, г. Самара, Россия



**ТАРАСОВА  
Анна Евгеньевна,**  
Приволжский государствен-  
ный университет путей сооб-  
щения, кафедра «Автоматика,  
телемеханика и связь на  
железнодорожном транспор-  
те», доцент, канд. техн. наук,  
г. Самара, Россия



**НАДЕЖКИН  
Вадим Александрович,**  
Приволжский государствен-  
ный университет путей сооб-  
щения, кафедра «Автоматика,  
телемеханика и связь на  
железнодорожном транспор-  
те», доцент, канд. техн. наук,  
г. Самара, Россия



**БРЕДУН  
Илья Сергеевич,**  
Приволжский государствен-  
ный университет путей  
сообщения, кафедра «Авто-  
матика, телемеханика и связь  
на железнодорожном транспор-  
те», аспирант,  
г. Самара, Россия

**Ключевые слова:** изолирующие стыки, предотказные состояния, автоматизированная диагностика, цифровой двойник, сигнальные токи, киберфизические системы, рельсовые цепи

**Аннотация.** Проблема отказов изолирующих стыков приводит к повышенным затратам на восстановление и рискам для безопасности перевозочного процесса. Авторы предлагаю использовать диагностические функции изолирующих стыков в виде полиномов, аргументами которых являются токи опроса рельсовых линий, протекающие через изолирующие стыки, при уменьшении их сопротивления. Реализация алгоритма диагностики изолирующих стыков позволяет классифицировать их состояние (исправное, предотказное, отказное) и передавать данные в центр мониторинга. Исследования направлены на повышение надежности железнодорожной автоматики, сокращение трудоемкости восстановительных работ и минимизацию ущерба от отказов.

■ В повышении уровня интенсификации, безопасности, эффективности перевозочного процесса на железнодорожном транспорте значительная роль принадлежит средствам комплексной автоматизации технологических процессов на основе современных методов построения и управления. С учетом бесперебойной непрерывной работы формируется требование к обеспечению надежности – прогнозирование предотказного состояния ЖАТ, что позволяет своевременно ликвидировать «узкие» места в процессе функционирования и продлить жизненный цикл в фазе постоянной эксплуатации. Значительное внимание, уделяемое в последние годы к надежности функционирования устройств ЖАТ, обусловлено двумя причинами: значительным влиянием надежности ЖАТ на перевозочный процесс, а также повышением эксплуатационных потерь, вызванных простоями тяжеловесных и скоростных поездов, количество ко-

торых существенно увеличивается и, соответственно, увеличивается стоимость отказа [1]. Наиболее сложно в этих условиях обеспечить требуемый жизненный цикл напольных устройств ЖАТ, к которым относятся электрические рельсовые цепи, изолирующие и токопроводящие стыки, элементы стрелочных электроприводов, непрерывно подвергаемые климатическим и динамическим нагрузкам.

Согласно аналитическим данным распределения отказов технических средств 1-й, 2-й и 3-й категорий до 10 % отказов приходится на изолирующие стыки в составе рельсовых линий. В настоящее время на сети магистральных железных дорог насчитывается более 280 тыс. рельсовых цепей. При этом количество отказов этих цепей и затраты на восстановление их работоспособности весьма значительны. С учетом того, что технологический процесс перевозок и обеспечение безопасности движения поездов

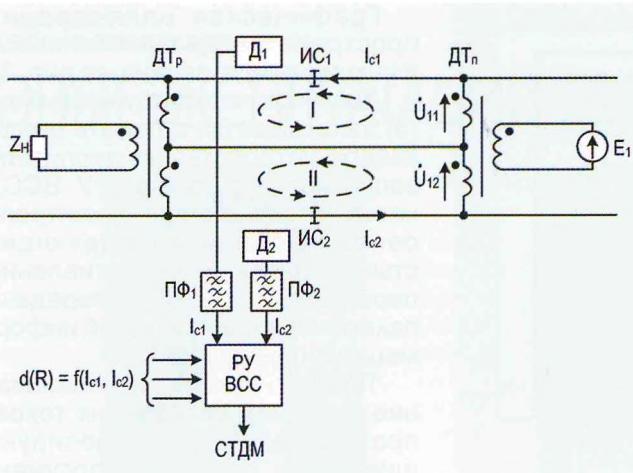


РИС. 1

непосредственно связаны с надежностью функционирования устройств ЖАТ, возникает задача обеспечения полноценной технической диагностики и мониторинга, особенно в части контроля напольного оборудования.

Структура технической диагностики напольных устройств ЖАТ аналогична структуре трехуровневой киберфизической системы (CPS): начальный – физический, цифровой двойник – математическая модель физического объекта и информационно-интеллектуальный уровень [2]. Отличительная особенность CPS заключается в наличии информационных процедур, характеризующих Индустрию 4.0. Основным средством, наиболее часто применяемым в различных автоматизированных системах, является цифровой двойник (DT, Digital Twin). Это математическая или имитационная (виртуальная) модель физического напольного объекта, максимально близко описывающая его функционал. Значение цифрового двойника при построении «умной автоматизированной системы» особенно велико, так как DT позволяет осуществлять тестирование и симуляцию различных состояний объекта диагностики и обнаружения неисправностей

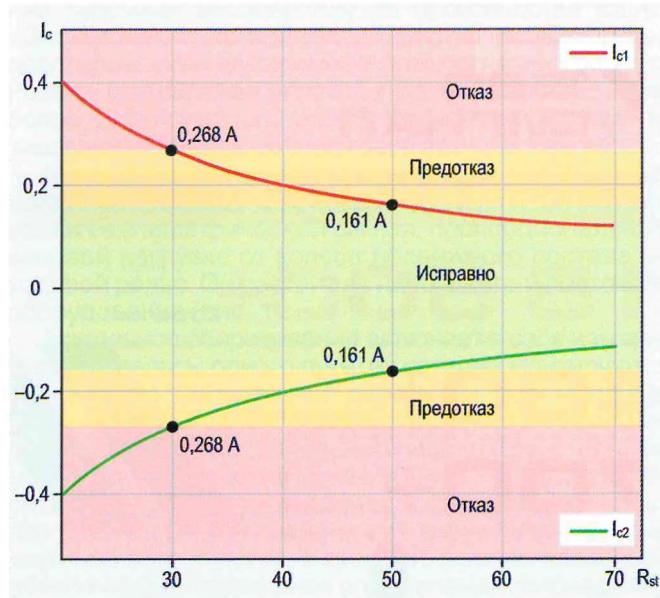


РИС. 2

в реальном процессе функционирования напольных объектов.

Рельсовые цепи, ограниченные изолирующими стыками, рассматриваются как датчики информации о состоянии рельсовых линий, классифицирующие пространство состояний на три класса, используя информацию модуля напряжения на выходе рельсовой линии: нормальный, шунтовой и контрольный режимы. Если рельсовая цепь, используя информацию о модуле напряжения, удовлетворительно распознает режимы, то для диагностики изолирующих стыков в центрах диагностики напряжение на выходе рельсовой линии малоэффективно. Поэтому актуальна задача определения иных электрических параметров рельсовой цепи для целей диагностики [3]. Следовательно, выбор наиболее информативных диагностических параметров, точек подключения датчиков, формирование диагностических признаков, диагностической функции, решающего правила диагностики ставят задачу построения систем диагностики.

Современные системы ЖАТ относятся к сложным техническим системам (СТС), которые проявляются в двух аспектах – сложности устройств и сложности поведения. Управление СТС придает особое значение принципам обеспечения надежности и выявления нештатных, предотказных ситуаций [4], поэтому при построении системы автоматической диагностики сложных технических систем проблема построения алгоритма непрерывного и достоверного распознавания их состояния весьма актуальна.

Рассмотрим автоматическую диагностику изолирующих стыков на электрифицированных участках железных дорог. Как уже отмечалось, изолирующие стыки являются компонентами сложно диагностируемых систем, так как диагностировать деградацию изолирующих элементов объемлющих стыков или накопление токопроводящих металлических частиц на торцах рельсов смежных рельсовых цепей с изолирующими стыками типа АПАТЭК затруднительно. Поэтому предложено установить датчики, фиксирующие протекание сигнального тока через изолирующий стык с повышенной проводимостью (рис. 1).

Информативными признаками, зависящими от сопротивления изолирующих стыков, служат величины напряжений на полуобмотках основных обмоток дроссель-трансформатора  $\dot{U}_{11}$ ,  $\dot{U}_{12}$  или величины токов опроса рельсовых линий  $I_{c1}$ ,  $I_{c2}$ , протекающих через изолирующие стыки.

Согласно направлениям токов и напряжений в контурах I и II, следует:

$$\text{Контур 1: } \dot{U}_{11} + I_{c1} \cdot R_{st1} - \dot{U}_{21} = 0, \quad (1)$$

$$\text{Контур 2: } \dot{U}_{12} + I_{c2} \cdot R_{st2} - \dot{U}_{22} = 0. \quad (2)$$

Если применить в качестве информативных признаков величины сигнальных токов, протекающих через изолирующие стыки, то математические модели токов определяются из выражений (1), (2).

$$I_{c1} = \frac{\dot{U}_{11} - \dot{U}_{21}}{R_{st1}}, \quad (3)$$

$$I_{c2} = \frac{\dot{U}_{12} - \dot{U}_{22}}{R_{st2}}. \quad (4)$$

Графики изменения сигнальных токов (3), (4), протекающих через изолирующие стыки, которые в дальнейшем преобразованы в диагностические

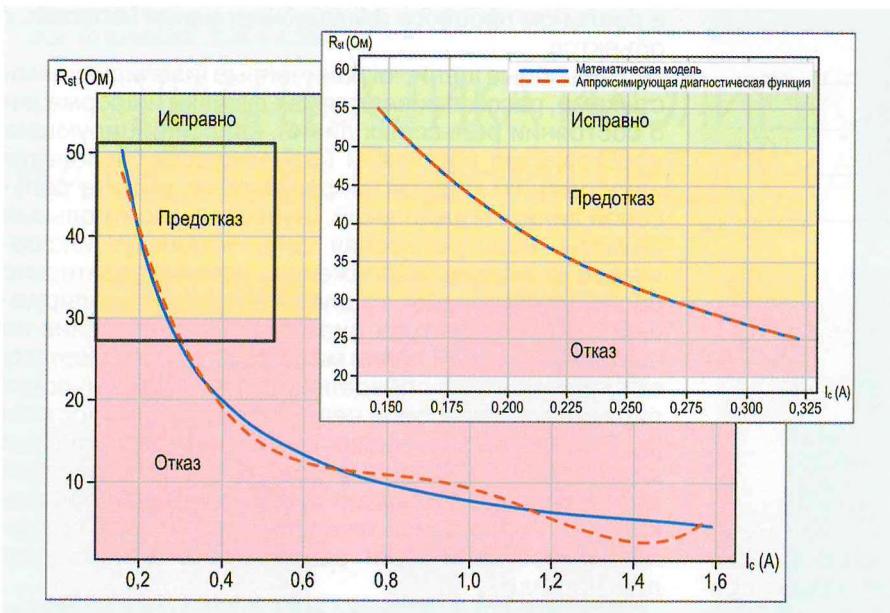


РИС. 3

функции изолирующих стыков, имеют вид, представленный на рис. 2.

Из графиков следует, что в зоне токов  $I_c$  от 0,161 до 0,268 А стык находится в предотказном состоянии, при  $I_c$  более 0,268 А – в исправном, а при  $I_c$  менее 0,161 А диагностируется отказ стыка, т.е. в диапазоне сопротивления  $R_{st}$  от 30 до 50 Ом стык находится в предотказном состоянии.

При построении автоматической диагностики изолирующих стыков необходим контроль значений токов в диапазоне от 0,161 до 0,268 А, соответственно, алгоритм принятия решения о состоянии сопротивлений стыков:

$R_{st} > 50$  Ом – стык исправен;

$30 \text{ Ом} \leq R_{st} \leq 50 \text{ Ом}$  – стык находится в предотказном состоянии;

$R_{st} < 30$  Ом – стык неисправен.

Аппроксимацией графиков токов (см. рис. 2) получена диагностическая функция:

$$R_{st} = 90,4 - 345 I_c + 565,2 I_c^2 - 403,1 I_c^3 + 102,8 I_c^4 \quad (5)$$

Графическая иллюстрация пространства диагностической функции представлена на рис. 3.

Диагностическая функция вида (5) записывается в память решающего устройства вычислителя сопротивления стыка (РУ ВСС), который осуществляет контроль сопротивления изолирующих стыков. Значения сопротивлений передаются по схеме передачи пакетной диагностической информации в центр СТДМ.

Таким образом, использование значений сигнальных токов, протекающих через изолирующие стыки, в качестве аргументов диагностической функции позволяет осуществлять непрерывную диагностику сопротивлений изолирующих стыков на электрифицированных участках железных дорог.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи : учебное пособие / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, Д.В. Ефанов, В.И. Шаманов. М. : УМЦ ЖДТ, 2017. 318 с.

2. Пудовкина О.Е. Теоретический взгляд на цифровизацию промышленности // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». СПб.: Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2021. С. 372–374. DOI: 10.37539/MAY19.2021.49.97.057. EDN:EVFNBN.

3. Бредун И.С., Тарасов Е.М. Разработка обобщенной и основной четырехполюсной схемы замещения рельсовых цепей // Транспортное дело России. 2024. № 4. С. 228–231. EDN:PWSNIY.

4. Тарасов Е.М., Бредун И.С. Анализ перспектив интеграции цифровых двойников на основе мониторинга состояния с использованием машинного обучения в аппаратуре железнодорожной инфраструктуры // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Самара: СамГУПС, 2023. С. 12–14. EDN:OPBGKS.

**НПС // 1520 СИГНАЛ**

**29 лет**

**В ЦИФРАХ:**

**15 500+** Стрелок

**400+** Сотрудников

**700+** Станций

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

Реклама



## ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОЧНОГО ВЕСОМЕРА КВГ-15



**БОРОДАКО**  
Андрей Михайлович,  
СЗАО «Электромеханический  
 завод», заместитель начальни-  
 ка производства, г. Молодечно,  
 Республика Беларусь



**ФЕДОСИМОВ**  
Сергей Иванович,  
ОАО «РЖД», Горьковская дирекция  
 инфраструктуры, Лянгасовская  
 дистанция СЦБ, начальник автома-  
 тизированной сортировочной горки,  
 г. Киров, Россия



**КОБЗЕВ**  
Валерий Анатольевич,  
ОАО «РЖД», Проектно-конструк-  
 торское бюро по инфраструктуре,  
 отдел горочных систем  
 и оборудования, технолог,  
 д-р техн. наук, Москва, Россия

**Ключевые слова:** сортировочная горка, станция Лянгасово, горочный весомер КВГ-15, конструктивные параметры, технология работы, опыт эксплуатации

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности конструкции горочного весомера КВГ-15, обобщен опыт его эксплуатации на автоматизированной сортировочной горке станции Лянгасово Горьковской дороги.

Железнодорожная станция Лянгасово – первая станция на Горьковской дороге, где для регулирования скорости движения отцепов на спускной части сортировочной горки применяется автоматизированная система АРС-ГТСС [1]. Одной из составляющих этой системы является весомер КВГ-15 (классификатор веса горочный), предназначенный для определения весовой категории вагона, движущегося по контролируемому участку наклонной части горочных путей [2].

После проведения в 2015 г. приемочных испытаний горочный весомер КВГ-15 производства СЗАО «Электромеханический завод» (республика Беларусь), адаптированный для применения на железных дорогах России, был включен в постоянную эксплуатацию и уже более 10 лет успешно эксплуатируется на автоматизированной сортировочной горке станции Лянгасово.

Принцип действия горочного весомера КВГ-15 основан на измерении деформации рельса и преобразовании ее в электрический сигнал, пропорциональный весовой нагрузке от колеса подвижного состава на ходовой рельс. Он состоит из напольного и постового оборудования (рис. 1).

Напольное оборудование включает в себя измерительные рельсы одного пути, на которых монтируются балки (2) с магнитными датчиками перемещения ДПМ. При этом центр балок должен быть совмещен с центром широкого шпального ящика с расстоянием между краями шпал не менее 500 мм. На одном измерительном рельсе размещены три датчика колесных пар ДКП-2 (1): два крайних фиксируют границы измерительного участка, а средний, вспомогательный, обеспечивает правильное определение направления движения осей подвижных единиц. Находящиеся в центре измерительного участка на каждом рельсе

датчики ДПМ формируют цифровой сигнал измерения. Датчики ДПМ и ДКП-2 соединены с блоком подключения датчиков БПД, размещенным в путевом ящике ПЯ-1. Устройства отвода грозовых разрядов (3) располагаются на обоих рельсах на минимальном расстоянии от путевого ящика ПЯ-1.

Постовое оборудование состоит из блока весового контроллера БВК и кабелей для подключения БВК к контроллеру АРС-ГТСС и БПД. На передней панели БВК расположен жидкокристаллический дисплей отображения работы и параметров устройств с кнопками управления и настройки КВГ-15 (рис. 2). На нем отображаются адреса и состояние датчиков ДКП и ДПМ; значение температуры и напряжения питания соответствующего датчика, а также параметры настройки дат-

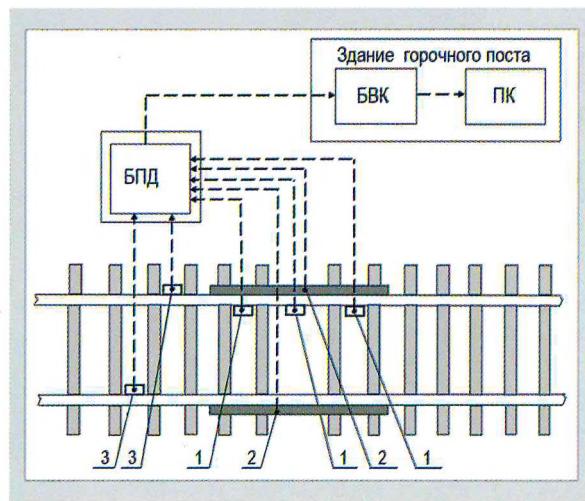


РИС. 1



РИС. 2

чиков (значения установленных порогов срабатывания (чувствительности) датчиков ДКП, значения коэффициентов усиления и степени фильтрации датчиков ДПМ). Кроме этого, отображается архив измерений, в котором сохраняются результаты последних 512 измерений.

Потребляемая мощность горочного весомера КВГ-15 составляет не более 25 Вт. Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением 230 В частотой 50 Гц с обязательным проводом заземления и его выводом на розетку. При этом линия электроснабжения должна соответствовать требованиям энергопотребителей первой группы, т.е. иметь возможность резервирования питания. Диапазон измеряемых весовых нагрузок – от 2,5 до 25 т/ось при относительной погрешности в пределах 10 % и скорости движения вагона по измерительному участку от 0,1 до 30 км/ч. Диапазон рабочих температур: для напольного оборудования – от -45 до +55 °C; для постового оборудования – от +10 до +35 °C. Интерфейс передачи данных в АРС-ГТСС – RS 485.

При эксплуатации весомера КВГ-15 необходимо придерживаться рекомендаций по размещению, установке и эксплуатационным режимам его работы. В частности, для снижения динамического воздействия от вертикальных и поперечных перемещений колесных пар напольное оборудование следует размещать на прямолинейном участке пути или на участке с радиусом кривизны не менее 200 м. Рекомендуемая длина измерительного рельса, на котором устанавливаются измерительные балки, должна быть не менее 12,5 м. При этом измерительные балки надо устанавливать на середине измерительного рельса. Расстояние от центра измерительной балки до ближайшего стыка должно составлять не менее 2,8 м, а расстояние между двумя шпалами, расположенными под ДПМ, – не менее 500 мм. Оба стыка измерительного рельса должны иметь одинаковую конструкцию и одинаковый тип накладок (стальные либо стеклопластиковые изоляционные). Разница по высоте рабочей поверхности головки рельса в данных стыках не допускается. Также не допускаются дефекты поверхности катания и боковой износ рельсов на измерительном участке. Вертикальный износ поверхностей катания рельсов должен соответствовать требованиям [3].

При размещении ДПМ, ДКП-2, устройств отвода грозовых разрядов, путевого ящика ПЯ-1 с БПД и кабелей необходимо соблюдать требования габарита приближения строений [4] (особенно его нижних очертаний) и условий подвода кабельных линий.

При сотрудничестве эксплуатационного штата сортировочной горки и разработчиков был выполнен ряд доработок данного устройства: штатные стекла

окна датчиков ДПМ заменены на усиленные, пластиковые болты крепления катушки к корпусу датчиков ДКП-2 заменены на латунные. Завод-изготовитель допоставил комплекты ЗИП в составе: головка датчика колесных пар ДКП-2 ДУВК.665212.013 (1 шт.); датчик перемещения магнитный ДПМ ДУВК.411171.001 (1 шт.); ползун ДУВК.304516.001 (1 шт.).

Кроме этого, с учетом опыта эксплуатации были откорректированы Технологические карты технического обслуживания и текущего ремонта устройства.

За более чем десятилетний период эксплуатации по горочному весомеру КВГ-15 пропущено около 10 млн вагонов с различной весовой нагрузкой. При этом каких-либо серьезных неисправностей и отказов в работе оборудования не выявлено. Имевшие место сбои при измерениях, возникавшие в основном из-за налипания металлической стружки на магнитных датчиках ДПМ, осуществляющих измерение прогиба рельса при движении по нему колеса подвижного состава, своевременно устраивались в процессе текущего обслуживания устройства. Плановый текущий ремонт, заключающийся в замене головки датчика колесных пар ДКП-2, датчика ДПМ и ползуна, выполнялся силами эксплуатационного персонала сортировочной горки с регистрацией в соответствующих журналах.

Проверка погрешности измерений горочного весомера КВГ-15 при сезонно-климатическом изменении состояния пути и после работ на измерительном участке проводилась непосредственно в процессе роспуска составов. С этой целью у службы движения предварительно запрашивались номера вагонов каждого состава пришедшего поезда, планируемого к роспуску, с близкими к максимальным и минимальным весовым нагрузкам на ось (25 и 5 т/ось), которые принимались за эталонные. Сразу после роспуска с экрана БВК считывались измерения, соответствующие этим номерам вагонов. После этого по методике, приведенной в [5], рассчитывались коэффициенты нелинейности для датчиков ДПМ, которые затем заносились в БВК. При следующих роспусках оценивалась и рассчитывалась относительная погрешность измерений по формуле:

$$\delta = [(W_{\text{ЭВ}i} - W_{\phi i}) / W_{\text{ЭВ}i}] \cdot 100 \%,$$

где  $W_{\text{ЭВ}i}$  – эталонная нагрузка на ось  $i$ -го вагона;

$W_{\phi i}$  – фактическая нагрузка на ось  $i$ -го вагона.

В качестве примера в таблице приведены результаты расчета средних значений относительной погрешности измерений  $\delta$  для вагонов легкой и тяжелой весовой категории. Из таблицы видно, что среднее значение относительной погрешности для всего диапазона измерений находилось в пределах  $\pm 10 \%$ , что соответствует требованиям ТУ BY 600238802.022-2013.

Данный способ позволил производить калибровку весомера, не прерывая процесс расформирования составов на горке.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Николаев А.А., Степанов Ю.Б. Новые технические средства в системе ГАЦ-АРС // Автоматика, связь, информатика. 2007. № 9. С. 2–3. EDN: IBNVER.
- Тиссен В.А. Инновационное оборудование для сортировочных станций // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 1 С. 24–26. EDN: YVPFUL.
- Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути : утв. распоряжением ОАО «РЖД» 14.11.2016 № 2288р (в ред. от 13.12.2023). Доступ через СПС «КонсультантПлюс».
- ГОСТ 9238-2022. Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений (с поправками). Введ. 01.05.2024. Изм. 05.12.2024. М.: ФГБУ «РСТ», 2024. 205 с.
- Классификатор веса горочный КВГ-15 : Руководство по эксплуатации. 2014. 40 с.

КАНАДИН

Сергей Владимирович,

ООО «Юттерминалпроект», директор по производству, Москва, Россия

ЗАДОРОЖНЫЙ

Виктор Степанович,

ООО «Юттерминалпроект», заместитель начальника отдела транспортного проектирования, Москва, Россия

ОЗОЛИНГ

Сергей Александрович,

ООО «Юттерминалпроект», сектор транспортного проектирования, руководитель, Москва, Россия

БОГАЧЕНКО

Алексей Владимирович,

ООО «Юттерминалпроект», сектор организации движения, руководитель, Москва, Россия

КОБЗЕВ

Валерий Анатольевич,

ОАО «РЖД», Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре, отдел горочных систем и оборудования, технолог, д-р техн. наук, Москва, Россия

УДК 656.2

DOI: 10.62994/AT.2025.6.6.003

# НОВАЯ СОРТИРОВОЧНАЯ ГОРКА ТАМАНСКОГО ТЕРМИНАЛА НАВАЛОЧНЫХ ГРУЗОВ

**Ключевые слова:** сортировочная горка повышенной мощности, станция Панагия, конструктивные параметры оборудования, технология работы, ввод в эксплуатацию

**Аннотация.** В статье описывается сортировочная горка повышенной мощности станции Панагия Таманского терминала навалочных грузов. Приведены основные конструктивные параметры, рассмотрена технология работы и результаты ввода в эксплуатацию.

■ Таманский терминал навалочных грузов (ТТНГ) компании ООО «ОТЭКО-Портсервис» предназначен для перевалки сухих грузов, таких как уголь, сера, руда и минеральные удобрения, с железной дороги на морской транспорт. В составе терминала запроектирована станция примыкания Панагия, обеспечивающая соединение путей необщего пользования ТТНГ с железнодорожной инфраструктурой ОАО «РЖД». Станция принимает поезда с груженными вагонами, сортирует груз по видам, сортам и маркам, выполняет подачу и

уборку вагонов на терминалы, осуществляет необходимые грузовые операции и отправляет порожние вагоны на пути общего пользования ОАО «РЖД».

Станция Панагия, являющаяся крупнейшей по величине среди станций необщего пользования пространства 1520 мм, имеет двухстороннюю структуру. Четная система состоит из парка приема (ПП), сортировочного парка (СП) и выставочного парка (ВП), а нечетная система включает парк отправления (ПО). Груженые поезда прибывают на пути ПП. После выполнения необходимых

технологических операций вагоны надвигаются на сортировочную горку, где происходит сортировка по видам, сортам и маркам груза, а затем накопление групп вагонов в СП для подачи на разгрузочный терминал. После разгрузки порожние вагоны собираются в полный состав и перемещаются в ПО, откуда, пройдя необходимые технологические операции, направляются на пути общего пользования ОАО «РЖД».

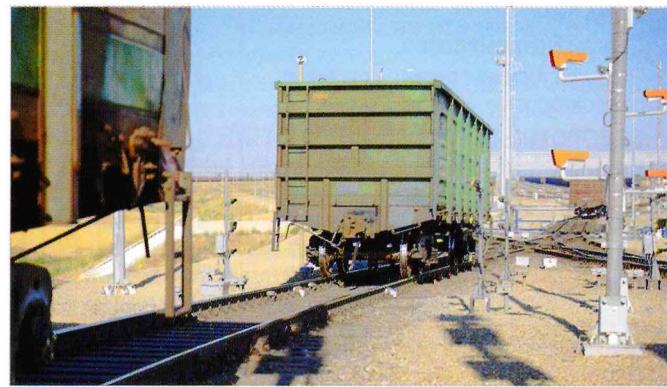
Перспективный грузооборот ТТНГ, превышающий 70 млн т в год, обусловил необходимость создания на станции Панагия



Выставочный парк



Горочный пост



Сортировочная горка

сортировочной горки повышенной мощности (ГПМ), состоящей из 8 пучков по 6 путей в каждом. Проектирование горки было выполнено институтом ООО «Югтерминалпроект» по заданию АО «ОТЭКО». Принята классическая схема сортировочной горки с двумя путями надвига, двумя путями роспуска и тремя тормозными позициями (ТП) с использованием балочных вагонных замедлителей типа КЗПМ(У) и управляющей аппаратуры ВУПЗ-12Э. На первой тормозной позиции установлены два пятизивенных вагонных замедлителя; на каждом из восьми путей второй тормозной позиции – по два шестизивенных замедлителя; на третьей тормозной позиции – по одному пятизивенному замедлителю. Замедлители первой и второй тормозных позиций устанавливаются на железобетонные ригели, а замедлители третьей тормозной позиции – на щебеночный балласт.



Тормозная позиция

Проектная высота горки составляет 4,6 м. Минимальная полезная длина путей накопления сортировочного парка составляет 50 условных вагонов, что соответствует длине путей ВП с некоторым запасом в соответствии с действующими правилами и нормами. Крайние пучки горки имеют обходные пути. Минимальный радиус кривых – 200 м, расстояние между пучками – 7,5 м, между путями в пучке – 5,3 м.

Земляное полотно горочной горловины спроектировано из песчано-гравийной смеси, а сортировочного парка – из недренирующих непросадочных непучинистых глинистых грунтов с устройством защитного слоя из дренирующего грунта, укладываемого на слой геотекстиля. Верхнее строение пути предусмотрено на рельсах Р65 с применением как деревянных, так и железобетонных шпал. На путях надвига, а также в сортировочном парке от третьей тормозной позиции до выходной горловины парка спроектирован бесстыковой путь. В горочной горловине сортировочного парка применены стрелочные переводы марки 1/6, в выходной горловине – марки 1/9. Для водоотвода с поверхности сортировочного парка предусмотрена дренажная система. Проектная мощность горки составляет 3,5 тыс. вагонов в сутки.

Поскольку сортировочная горка расположена в курортной зоне, необходимо было обеспечить соблюдение нормативных параметров акустической среды в производственных, жилых и общественных зданиях на прилегающих территориях. Для этого предусмотрено ограждение спускной части горки специальными шумозащитными панелями.

Сортировочная горка оборудована устройствами горочной автоматической централизации, в которую включены все горочные и парковые вагонные замедлители, стрелочные переводы с электроприводами СПГБ-4Б, а также системой комплексной автоматизации сортировочных процессов СКА-СП. Для обеспечения бесперебойного энергоснабжения постового и напольного оборудования применена питающая установка СГП-МС-ГАЦ с аккумуляторным резервом, что позволило отказаться от горочной батареи и батареи замедлителей.

При проектировании и строительстве столь сложного инженерного горочного комплекса привлекались специалисты ПКБ И ОАО «РЖД», ОАО «Уралгипротранс», Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС), НПЦ «Югпромавтоматизация», ОАО «ПКП ИРИС» и ПСК «ТехПроект».

Строительные работы на горке станции Панагия завершились в 2023 г., после чего начался монтаж горочного оборудования. Менее чем за год были установлены вагонные замедлители с управляющей аппаратурой и другое оборудование. В прошлом году сортировочная горка была введена в эксплуатацию в рамках первого этапа – с 24 сортировочными путями. Даже в таком состоянии она позволила достичь значительного экономического эффекта за счет повышения перерабатывающей способности станции Панагия и сокращения времени обработки груженых вагонов, а также ускорения движения порожних составов по сети магистральных железных дорог общего пользования.

# НОВЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО МАГИСТРАЛЬНОЙ КВ-РАДИОСВЯЗИ



**СТРЕКАЛОВ**  
Сергей Викторович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Центр управления  
телеинженерными  
ресурсами, заместитель  
начальника, Москва, Россия



**КРАСОТЕНКО**  
Георгий Леонидович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Центр управления  
телеинженерными ресурсами,  
начальник участка производств  
цеха № 2, Москва, Россия



**КОРНИЕНКО**  
Константин Викторович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Центр управления  
телеинженерными ресурсами,  
старший электромеханик  
цеха № 2, Москва, Россия

Одной из систем обмена информацией в ОАО «РЖД» является магистральная коротковолновая радиосвязь. Традиционная передача сообщений осуществляется с помощью ключа сигналами телеграфной азбуки Морзе в режиме, соответствующем установленным разрешительным документам. В настоящее время в Центральной станции связи внедряется технология передачи электронных сообщений по магистральной КВ-радиосвязи с помощью телеграфных адаптеров. В статье рассказывается об этой технологии.

■ При традиционном способе организации КВ-радиосвязи радиостанция передает ключом и принимает на слух радиограммы, состоящие из смешанного текста (буквы и цифры), со скоростью до 120 знаков в минуту. При этом для передачи одной радиограммы в 400 символов ему требуется более 3 мин. Проблема данного способа передачи информации состоит в том, что необходимо знать азбуку Морзе, уметь на слух принимать «несвязанную» информацию и обладать навыком работы классическим телеграфным ключом. Однако специалистов в этой области, к сожалению, становится все меньше, а в гражданских учебных заведениях сегодня не обучают азбуке Морзе и навыку работы на ключе.

С целью совершенствования работы магистральной КВ-радиосвязи и ведения обмена текстовыми электронными сообщениями без применения азбуки Морзе, а также для повышения надежности и скорости передачи информации в Центре управления телекоммуникационными ресурсами (ЦУТК) осуществлен анализ и подбор альтернативных возможностей передачи сообщений по каналам магистральной КВ-радиосвязи. Были выбраны три отечественных производителя специальных телеграфных адаптеров и проведены тестовые испытания оборудования на магистральных коротковолновых радиоканалах ОАО «РЖД».

Телеграфный адаптер представляет собой компактное устройство, предназначенное для преобразования сигналов телеграфного кода МТК-2 телеграфной сети со стандартным интерфейсом (USB) персонального компьютера в формат, позволяющий вести прием и пе-

редачу текстовых электронных сообщений по каналам магистральной КВ-радиосвязи с помощью специализированного программного обеспечения. Внешний вид телеграфного адаптера «АТ-Х» представлен на рис. 1.

Изначально предполагалось применение схемы работы телеграфных адаптеров «точка-точка». В этом случае один адаптер должен был устанавливаться в дирекции связи, второй – в ЦУТК. При такой организации потребовалось бы размещение в ЦУТК нескольких адаптеров, каждый из которых работал бы в своем направлении. Для оптимизации схемы подключения было решено использовать существующий телеграфный сервер «Вектор-2000», который способен поддерживать связь одновременно с 32 абонентами.

Схема передачи электронного сообщения организована следующим образом. В дирекции связи на автоматизированном рабочем месте в специализированном ПО формируется сообщение в коде МТК-2 длительностью импульса 0,02 с, что соответствует скорости передачи текста 50 бод/мин (400 символов), и по кабелю USB передается с напряжением ±5 В на



РИС. 1

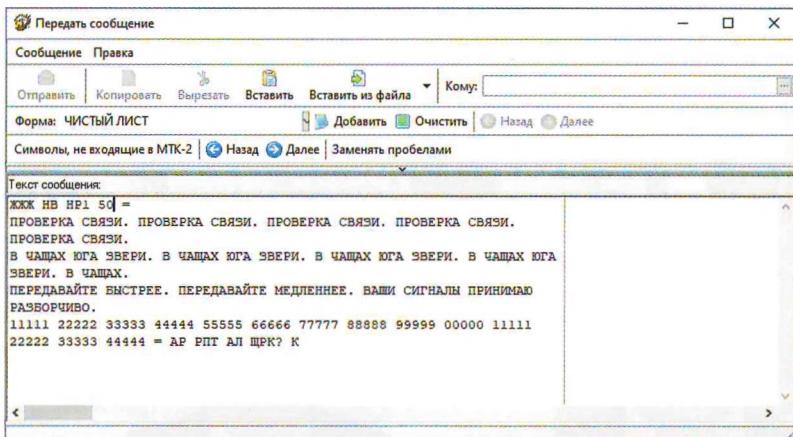


РИС. 2

телеографный адаптер. Он преобразует сигнал напряжением  $\pm 5$  В в  $\pm 20$  В, который поступает на передающее оборудование КВ-радиосвязи. Это оборудование усиливает и излучает сигнал в радиоэфир.

Радиоприемник КВ, расположенный в ЦУТК, принимает и преобразует поступающий сигнал. Мультисервисный мультиплексор с помощью платы СМЦТ-8 обрабатывает этот сигнал, преобразуя его в тональную частоту, и по каналу ТЧ передает на плату СМТТ-1 мультиплексора. После этого сигнал обрабатывается платой ВКПЕ-1 телеграфного сервера «Вектор-2000», к которому подключен АРМ, и на его экране отображается полученное электронное сообщение. Внешний вид программы для обмена сообщениями показан на рис. 2.

Несмотря на то, что процесс прохождения и преобразования сигнала имеет довольно сложную схему, для электромеханика передача сообщений с помощью телеграфного адаптера представляет максимально простую процедуру. На клавиатуре АРМ вводится необходимый текст (буквы, цифры и знаки), который высвечивается на экране. Нажимается кнопка «отправить», и по каналу магистральной КВ-радиосвязи сформированное сообщение отправляется на прием в соответствующий радиоцентр.

Корреспонденту, которому отправлено сообщение, не потребуется на слух принимать сигналы аз-

буки Морзе, расшифровывать и работать ключом. Благодаря адаптеру на экране монитора сразу появляется принятый текст, переданный, например, из ЦУТК. Внешний вид программы «TLG-X» продемонстрирован на рис. 3.

При обеспечении двухстороннего обмена в магистральной коротковолновой радиосвязи сообщения оформляются по единым требованиям и правилам радиограмм и передаются в соответствии с правилами ведения радиосвязи.

Испытания проводились на направлениях Москва – Хабаровск (протяженность по прямой линии 6150 км), Москва – Ярославль (190 км) и Москва – Нижний Новгород (340 км), в ходе которых передавались электронные сообщения в обе стороны от 300 до 2000 символов (до одной страницы текста формата А4) в коде МТК-2 со скоростью 50 бод/мин (400 символов). Это в три раза быстрее передачи с использованием классического телеграфного ключа. Средний процент ошибок не превысил 2 %, что, учитывая скорость передачи сообщений, является приемлемым результатом.

По результатам испытаний было принято решение о приобретении телеграфных адаптеров типа «АТ-Х», показавших лучшие результаты тестирования, в комплекте с АРМ «Негра» для работы в КВ-радиоэфире.

Для внедрения этой технологии на сети специалистами ЦУТК совместно с дирекциями связи была проведена подготовка приемо-передающего оборудования КВ-радиосвязи, антенно-фидерных устройств, подключение телеграфных адаптеров и настройка необходимого программного обеспечения. Выполнена тестовая проверка работоспособности установленного оборудования на каналах магистральной КВ-радиосвязи между ЦУТК и дирекциями связи, а также дирекций между собой.

Кроме этого, была проработана схема одновременного оповещения нескольких корреспондентов, для чего осуществлена проверка возможности организации групповых вызовов с одновременной передачей сообщения в четыре дирекции связи. Проводилось обучение персонала работе на новом оборудовании, предоставлялись персональные консультации по подключению телеграфных адаптеров к действующему оборудованию КВ-радиосвязи.

Для успешного применения этой технологии разработана инструкция по ведению радиосвязи с применением телеграфных адаптеров, а также памятка по настройке оборудования. Отработана на практике возможность передачи электронного сообщения в автоматическом и ручном режимах.

После результативной опытной эксплуатации технология передачи электронных сообщений по средствам магистральной КВ-радиосвязи с помощью телеграфных адаптеров «АТ-Х» в апреле этого года введена в промышленную эксплуатацию. Итогом внедрения технологии стало увеличение скорости передачи сообщений в три раза и значительное упрощение обмена информацией между радиоцентрами магистрального уровня КВ-радиосвязи.

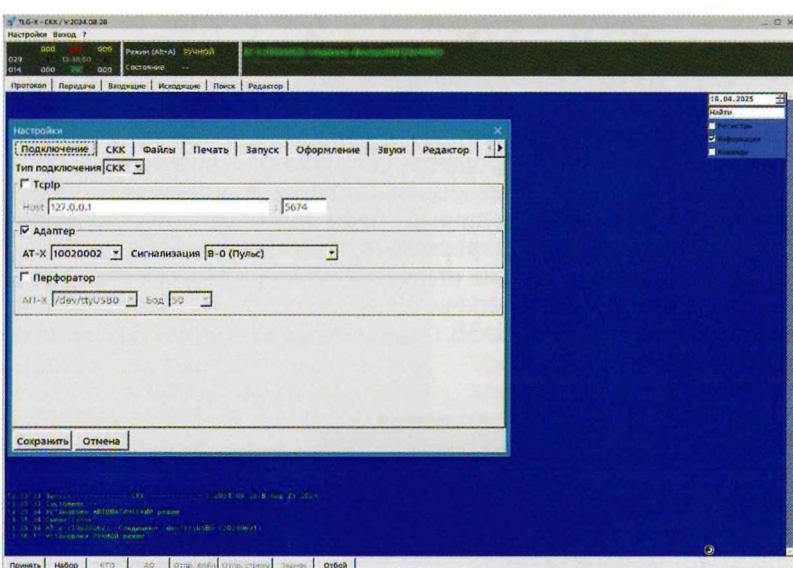


РИС. 3

# НОРМАТИВНАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЖАТ НА ВСМ



**НОВИКОВ**  
Андрей Викторович,  
ОАО «РЖД», Проектно-конструк-  
торское бюро по инфраструк-  
туре, отделение автоматики и  
телемеханики, главный инженер  
отделения, Москва, Россия



**ПЕРЕЧЁСОВА**  
Ольга Валерьевна,  
ОАО «РЖД», Проектно-конструк-  
торское бюро по инфраструктуре,  
отделение автоматики и телеме-  
ханики, заместитель начальника  
отдела нормативной и технической  
документации, Москва, Россия



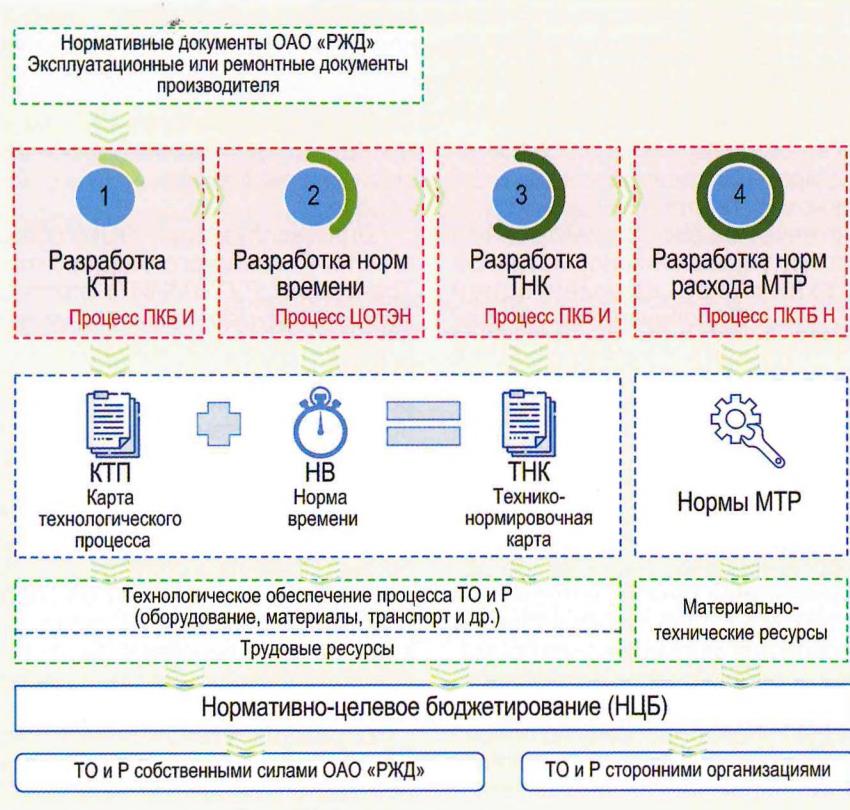
**ПАШЕНЦЕВ**  
Дмитрий Александрович,  
ОАО «РЖД», Проектно-конструк-  
торское бюро по инфраструктуре,  
отделение автоматики и телеме-  
ханики, ведущий технолог отдела  
нормативной и технической доку-  
ментации, Москва, Россия

Нормативная и техническая документация представляет собой комплекс официальных документов, содержащих обязательные требования к продукции, процессам и услугам. Эти документы включают государственные стандарты, технические регламенты, руководящие документы и инструкции. Их основная задача – установление единых правил, обеспечивающих безопасность, качество и взаимозаменяемость продукции, а также стандартизация процессов и технологий.

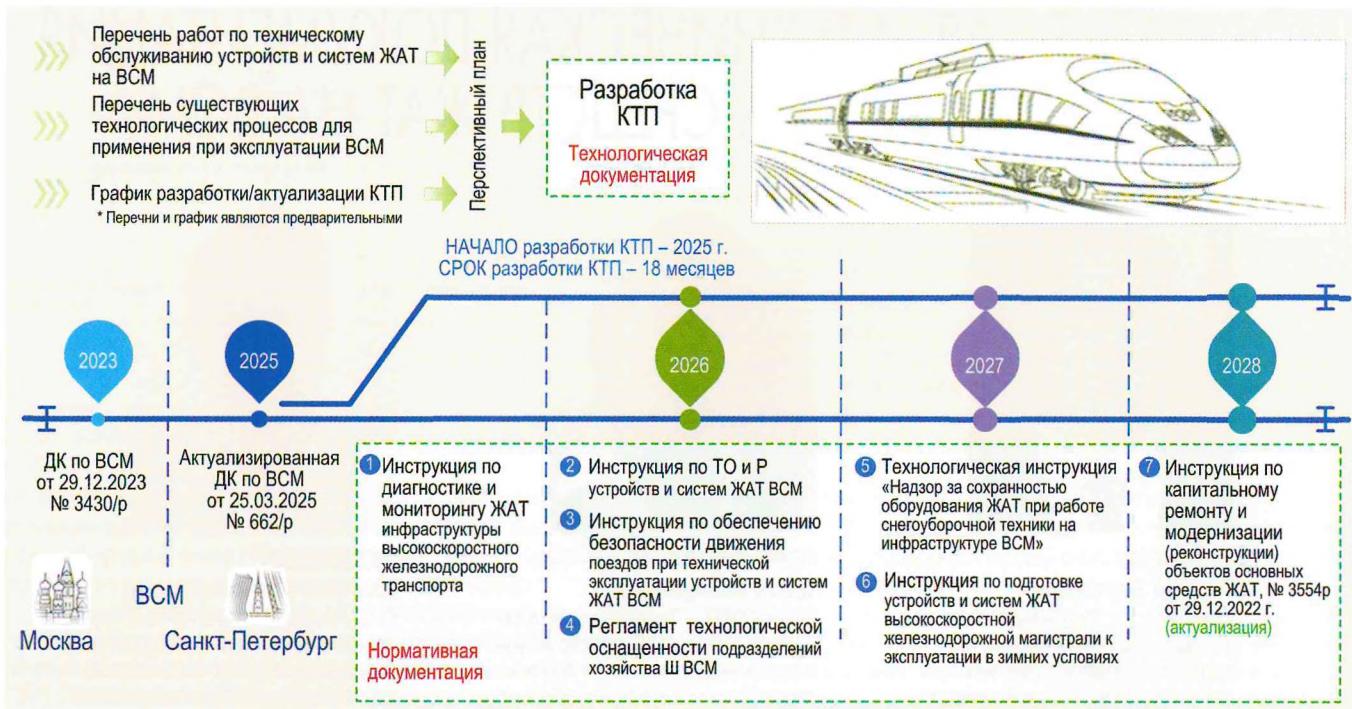
ОАО «РЖД» является одним из крупнейших перевозчиков в России и в мире. Она занимает лидирующее место по объему перевозок пассажиров и грузов в стране. Эффективное функционирование железнодорожного транспорта требует соблюдения установленных норм и правил, которые отражены в нормативной и технической документации.

Разработка, а также поддержание в актуальном состоянии нормативной и технической документации служит не только важной составляющей при эксплуатации инфраструктуры, но и сложным процессом, включающим в себя взаимодействие между подразделениями. От качества документации зависит безопасность движения поездов и надежность работы устройств и систем, обеспечивающих перевозочный процесс.

Своевременное и качественное обеспечение потребностей хозяйства автоматики и телемеханики в нормативной и технической документации по эксплуатации и ремонту устройств и систем ЖАТ – одна из главных задач отделе-



Создание технологического процесса



#### План разработки НТД для BCM в 2025–2027 гг.

ния автоматики и телемеханики Проектно-конструкторского бюро по инфраструктуре (ПКБ И). Ежегодно специалисты отделения анализируют действующую нормативную и техническую документацию на предмет внешних и внутренних предпосылок к ее актуализации или разработке новых документов. Разработка выполняется с учетом Концепции развития хозяйства до 2030 г. и на перспективу до 2035 г.

Помимо этого ПКБ И обеспечивает хранение документации в бумажном и электронном виде и осуществляет ее ввод в электронную систему управления нормативной и технической документацией (ЭС НТД). Дополнительно в целях информационного обеспечения структурных подразделений хозяйства ежеквартально проверяется актуальное состояние реестров нормативной и технологической документации, используемой в производственной деятельности.

Эта документация направлена на организацию, техническое обслуживание и ремонт устройств и систем ЖАТ. Она также является основой для формирования нормативно-целевого бюджетирования, в котором учитываются расходы на каждую производственную операцию, обеспеченную технологией, нормой времени на ее выполнение, нормами расхода материально-технических и энергетических

ресурсов, нормами технологического обеспечения специальным технологическим транспортом и средствами малой механизации.

Наряду с реализуемыми планово-выми показателями по разработке документации для технического обслуживания и ремонта эксплуатируемых технических средств ЖАТ отделение ПКБ И принимает активное участие в обеспечении документацией реализуемого в настоящее время проекта «Высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Санкт-Петербург».

Для эксплуатации BCM специалисты Российского Университета Транспорта РУТ (МИИТ) разрабатывают документ верхнего уровня (Правила технической эксплуатации высокоскоростного железнодорожного транспорта), который в последствии станет основополагающим документом для разработки нормативных документов.

По хозяйству автоматики и телемеханики в 2023 г. ПГУПС разработаны Правила эксплуатации ЖАТ для BCM (№ 371 от 07.03.2023), в которых определены основные виды работ и основные задачи по обслуживанию устройств и систем ЖАТ.

В рамках утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» дорожной карты № 662/р от 25.03.2025 определено большое количество документов, которые необходимо

разработать для высокоскоростной железнодорожной магистрали. Среди них для хозяйства автоматики и телемеханики специалисты отделения ПКБ И должны подготовить семь нормативных и около 95 технологических документов.

К реализации дорожной карты отделение ПКБ И приступило в этом году, включив в план разработку Инструкции по диагностике и мониторингу железнодорожной автоматики и телемеханики инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта. Оставшиеся документы будут разрабатываться в соответствии со сроками, установленными в дорожной карте на 2026–2028 гг.

Созданная документация для высокоскоростной железнодорожной магистрали в дальнейшем будет являться фундаментальной для разработки нормативных и технических документов другими структурными подразделениями и филиалами ОАО «РЖД», такими как Центр организации труда и проектирования экономических нормативов (ЦОТЭН), Проектно-конструкторско-технологическое бюро по нормированию и др.

Процесс разработки, а также способы улучшения восприятия информации, изложенной в нормативной и технической документации, постепенно совершенствуются. В перспективе будет выполнена ее визуализация.

# ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ МАГИСТРАЛИ РОССИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИКУ



**ПОМЫТКИНА**  
Наталья Александровна,  
ОАО «РЖД», Октябрьская  
дирекция инфраструктуры,  
отдел экспертизы проектов  
и смет службы заказчика,  
ведущий инженер,  
Санкт-Петербург, Россия



**КОЧАРИН**  
Николай Витальевич,  
Южно-Уральский государ-  
ственный университет,  
кафедра «Строительное  
производство и теория соо-  
ружений», старший препода-  
ватель, г. Челябинск, Россия

**Ключевые слова:** высокоскоростные магистрали, инновации на железнодорожном транспорте, железнодорожный путь, законы развития технических систем, BIM-моделирование, цифровые технологии, экономическая эффективность

**Аннотация.** Статья основана на материалах доклада «Перспективы внедрения высокоскоростных магистралей и их влияние на экономику», занявшего второе место на Конкурсе научных работ «Новаторский подход». В ней рассматриваются инновации на железнодорожном транспорте – высокоскоростные магистрали (ВСМ) России. Приведен анализ и обоснование перспектив внедрения ВСМ, показано их влияние на экономику страны, рассмотрены инновационные подходы на этапах проектирования и эксплуатации ВСМ для повышения эффективности и снижения затрат. Обоснована необходимость внедрения проектов высокоскоростного сообщения в России, что поможет не только интегрировать различные части страны, но и повысить привлекательность различных регионов для инвестиций. Реализация таких проектов с использованием инновационных технологий, разработкой актуальной нормативно-технической базы, повышением эффективности капитальных вложений в строительство ВСМ, применением проверенных паттернов лучших международных практик железнодорожной индустрии станет важным шагом к созданию более эффективной и современной транспортной системы, способствующей развитию российской экономики.

## ВЫЗОВЫ, ПРОТИВОРЕЧИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ВСМ

■ Необходимость в экономическом и политическом развитии страны порождает потребность в сокращении времени на перевозки. Для удовлетворения этих потребностей железнодорожному транспорту необходимо ежегодно наращивать скорость движения, увеличивать грузонапряженность и грузоподъемную способность с поддержанием элементов верхнего строения пути на надлежащем уровне и обеспечением безопасностью движения. Однако на сети дорог ограничения в дальнейшем развитии связаны, в первую очередь, с усиленным износом путей, мостов, станционных сооружений, который на некоторых участках достигает 80–90 %.

В процессе функционирования железной дороги, как технической системы, вскрываются и противоречия, например, «проявление несоответствия между разными требованиями, предъявляемыми человеком к системе, и ограничениями, налагаемыми на нее

природой, социальными, юридическими и экономическими законами, уровнем развития науки и техники, конкретными условиями применения и др.» [1].

Требования в виде количественного увеличения перемещенного груза предполагает увеличение либо перевозимой одним вагоном массы, либо численности вагонов. Но эксплуатационные требования и технические характеристики железнодорожного пути накладывают ограничения на пропускной способности линии.

Разрешение этих противоречий, являющихся движущей силой любых изменений, приведет к принятию значимых решений возможно за счет внедрения инноваций на железнодорожном транспорте.

В конце 1960-х гг. в СССР шел бурный рост строительства железных дорог и коренная реконструкция материально-технической базы, т.е. был период интенсивного развития. Именно тогда впервые заговорили о создании высокоскоростных железнодорожных магистралей – нового поколения технической

системы. Были выполнены проработки концепции, проведены инженерные расчеты. «Это яркое проявление действия диалектического закона отрицания отрицания» [2].

Существующая система почти достигла предела развития, и дальнейшие вложения в ее развитие не дадут качественного скачка. Законы развития технических систем показывают, что более нет возможности качественно улучшать текущее состояние железной дороги и продолжать дальнейший рост ее основных характеристик. Возникают технические противоречия между новыми требованиями со стороны экономики страны, потребителей на перевозки и существующими, морально устаревшими, возможностями. Направление развития системы – повышение ее идеальности.

Изменения функциональности технических систем (ТС) происходят постепенно, за счет разрешения противоречий. Развитие идет по закону роста степени идеальности:

$$Ки = \Sigma\Phi_п / \Sigma\Phi_з,$$

где Ки – показатель идеальности системы;

$\Sigma\Phi_п$  – сумма полезных функций системы;

$\Sigma\Phi_з$  – сумма затрат на создание и функционирование системы [3].

Именно за счет обострения и разрешения этих противоречий и будет в дальнейшем развиваться железнодорожная отрасль.

Потребность в снижении факторов расплаты при выполнении полезных функций и, как следствие, в увеличении степени идеальности ведет к поиску новых решений, связанных с переходом от старого качественного состояния к новому.

Для развития железнодорожной отрасли необходимо осуществить переход на новый уровень развития. Объективной закономерностью этого процесса станет переход к абсолютно новым инновационным проектам, таким как высокоскоростные магистрали.

Высокоскоростные магистрали – это не просто новые железные дороги. Это целая система, которая включает современные технологии, новые технические решения, инновационное проектирование и специализированные транспортные средства, способные обеспечить движение на скорости выше 250 км/ч. Подобные инициативы планировались к реализации в СССР и разрабатывались в 70–80-е годы [4]. Позже инновационный процесс не получив достаточных ресурсов (финансовых, материальных, кадровых), оказался заморожен, и эти проекты, к сожалению, не реализованы в стране до сих пор.

В разное время, начиная с 2008 г., в России повторно выдвигались идеи о запуске строительства высокоскоростной линии железных дорог.

Согласно планам развития ими планировали охватить Центральную часть России (Нижний Новгород, Воронеж, Казань и др.) вплоть до Урала и части Западной Сибири, построив около 4200 км специализированных высокоскоростных линий со скоростями поездов 300–400 км/ч и более 7000 км скоростного движения на существующей инфраструктуре между крупными региональными центрами со скоростями 160–200 км/ч [5].

С учетом внешних факторов, влияющих на «геополитический код страны», как никогда становятся актуальными национальные приоритеты. В 2023 г. Президентом РФ В.В. Путиным было анонсировано строительство

новых веток ВСМ Москва – Ростов-на-Дону – Адлер, и впоследствии до новых регионов России – Луганска и Донецка. Сроки реализации этих масштабных планов были сдвинуты на 2043 г.

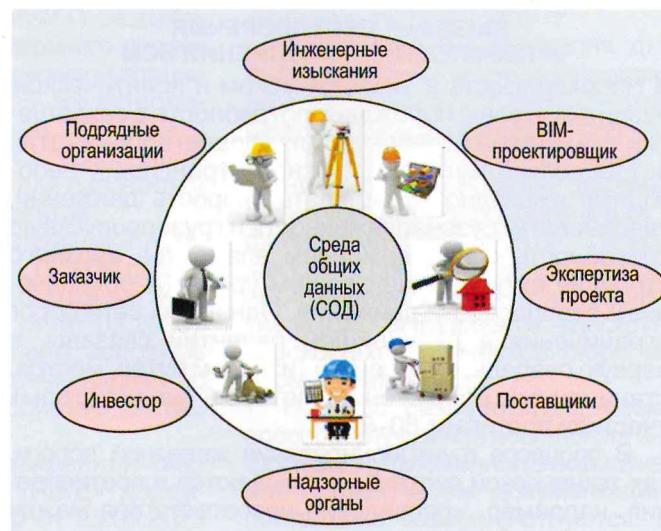
Первой «ласточкой» станет пилотный проект возведения трассы 679 км выделенной высокоскоростной железнодорожной линии со специализацией под пассажирское движение Санкт-Петербург – Москва. Магистраль предполагается сделать двухпутной с максимальной скоростью движения 400 км/ч, что позволит преодолеть расстояние между городами за 2 ч 15 мин.

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД

■ Для снижения приведенных ранее «факторов расплаты» необходимо принять вектор развития, направленный на совершенствование всей железнодорожной отрасли, через применение группы законов развития технических систем, в частности закона вытеснения человека из технической системы [6].

Этот закон подразумевает последовательную передачу машинам трудного и монотонного для человека труда. Это стало возможно благодаря появлению новых инструментов получения информации, позволяющих повысить точность и скорость ее обработки, возникновения преобразователей и систем оценки информации. Но принятие решений по-прежнему остается за человеком, потому что человек является более «информационной машиной», чем сами машины.

Наиболее эффективным инструментом для этого служит система BIM-моделирования и управления информационными моделями (ИМ) для объектов инфраструктуры. Технологии информационного моделирования (ТИМ) позволяют не только создавать трехмерные модели объектов, но и наполнять их данными о материалах, конструкциях и инженерных коммуникациях, формировать сроки строительства, что облегчает управление жизненным циклом объекта. Особую значимость ТИМ приобретают и с точки зрения сметной стоимости строительства, достоверность которой позволяет увидеть его прозрачность, контролировать федеральные финансовые потоки, включая целевое использование бюджетных средств и минимизацию коррупционных рисков.



Организационная схема внедрения технологии BIM для ВСМ

Таблица

Показатель	Россия	Китай
Эксплуатационная длина железных дорог, тыс. км	85,6	162
Плотность железнодорожных путей, км/1000 км <sup>2</sup> территории	5,1	13,7
Протяженность ВСМ, тыс. км	0,697 (1)	48
Стоимость строительства 1 км ВСМ со скоростью 350 км/ч, млн \$	34,455 (2)	17–20,6
Стоимость капитального ремонта железной дороги, млн \$/км	0,481–0,722 (3) и выше	3–5 (4)
Объем инвестиций в 2022–2025 гг., млрд \$	0,408	407,274

(1) проектируемая ВСМ Санкт-Петербург – Москва  
(2) расчетная (проектная) стоимость 1 км ВСМ  
(3) по данным информационной службы Интерфакс по состоянию на 29.12.2021 г. (<https://www.interfax.ru/business/813134>)  
(4) старые пути не ремонтируют, их заменяют на высокоскоростные (<https://russian.people.com.cn/>)

Применение инновационного метода принесет существенную пользу, особенно на участках со сложной геометрией и в тех областях, где требуется применение тяжелой техники, в частности, при пересечении железнодорожного пути с водными преградами, на искусственных сооружениях, пролетных строениях и путепроводах.

При реализации одного из ключевых этапов подготовки к проектированию, сбора исходных данных для инженерных изысканий необходимо максимально использовать спутниковые технологии и БПЛА, а также разработки, сделанные в Роскартографии. Особое внимание следует уделить созданию единого координатного пространства и единой системы ведения баз геопространственных данных (электронных карт) на основе отраслевых геоинформационных систем ГИС РЖД, позволяющих создать надежный механизм интеграции и синхронизации прикладных информационно-управляющих систем.

Система управления информационными моделями будет активно использоваться всеми участниками проекта, включая инвесторов, заказчиков, технических заказчиков, генподрядчиков, подрядные организации, поставщиков, экспертные, правоохранительные и надзорные органы. Это позволит им работать с проектной, архитектурной, инженерной и другой документацией в едином цифровом пространстве.



Первое депо по обслуживанию высокоскоростных поездов Уханьской дороги

Такое единое цифровое пространство повысит качество проектирования, эффективность управлеченческих решений за счет актуальной информации и позволит интегрировать управление затратами в процесс планирования строительства. После завершения строительства объекта информационные модели и созданные на их базе цифровые двойники самой ВСМ и объектов инфраструктуры будут использоваться на этапе опытной эксплуатации для выявления «узких мест». Планируется, что к 2026 г. в ОАО «РЖД» начнется массовое создание цифровых двойников, а к 2030 г. – использование их в сочетании с технологиями анализа BigData и искусственного

интеллекта для управления всей инфраструктурой железнодорожного транспорта [7].

Необходимо понимать, что в существующих обстоятельствах не обойтись без разработки и утверждения совершенно новой нормативно-технической и нормативно-правовой базы, как основы утверждения любых проектных и технических решений строительства высокоскоростных магистралей.

### КИТАЙ – УРОКИ ДЛЯ РОССИИ

■ Учитывая текущую geopolитическую ситуацию, важно опираться на опыт мировых лидеров в области железнодорожного транспорта, например Китая. КНР стал пионером успешного использования технологий информационного моделирования (BIM) в крупных инфраструктурных проектах и показательно является страной с самой протяженной эксплуатационной линией ВСМ [8].

В Китае повсеместно применяется стандарт для железнодорожной инфраструктуры, основанный на открытом формате представления данных BIM (IFC).

Внедрение BIM-моделирования позволило снизить стоимость проекта и время его реализации на 5 %, количество вносимых изменений сократилось на 30 %, а время на анализ документации – на 20 %. При этом количество ошибок при проектировании составило менее 1 %.

Для наглядного сравнения показателей, характеризующих железнодорожную отрасль (по состоянию на декабрь 2024 г.) в России и Китае, обратимся к цифрам, представленным в таблице.

Сравнив состояние транспортной инфраструктуры России и Китая можно увидеть, что между ними наблюдается инфраструктурный разрыв. В первую очередь, это выражается в неравномерных показателях развития транспортной системы по отношению к занимаемым ими географическим пространствам. И не маловажным также является показатель плотности железнодорожных путей.

При этом в России большая часть пути расположена в ее европейской части, где на эту территорию (включая Урал) приходится свыше 2/3 длины железных дорог общего пользования. В Китае же транспортная система охватывает половину территории страны и сосредоточена в северо-восточных, восточных и юго-восточных районах.

Проведенное исследование также демонстрирует неравномерное финансирование ВСМ. В России выявляется проблема недостатка государственных бюджетных средств вкупе с частными инвестициями при распределении расходов на финансирование инфраструктурных проектов. Это одно из основных препятствий для онтогенеза высокоскоростного транспорта и, как следствие, устойчивого роста экономики в России.

Как противоположность, необходимо отметить, что в Китае постоянно уделяется особое внимание развитию сети скоростных дорог (HSR – highspeed rail) и к 2035 г. запланировано увеличение ее протяженности до 70 тыс. км.

Китайская China Railway's, взявшая за основу опыт европейских, канадских и японских строителей и используя современные технологии, за последние 17 лет смогла стать ведущим «высокоскоростным чудом света». Снижение стоимости строительства стало возможным за счет локализации производства, стандартизации проектных решений, наличия квалифицированных специалистов и др.

Понятно, что удельные затраты на строительство ВСМ обратно пропорциональны ее протяженности. Удельная стоимость ее создания неизбежно будет снижаться за счет введения новых стандартов, современных технических решений и требований, актуальных сметных нормативов и крупномасштабности проекта.

### КАТАЛИЗАТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

■ Строительство высокоскоростной магистрали между Москвой и Санкт-Петербургом станет одним из первых значимых событий в современной истории железнодорожной отрасли страны.

Полная стоимость проекта этой магистрали по подсчетам специалистов составит 2,349 трлн руб. Из них на создание инфраструктуры предусмотрено 1,755 трлн руб. Существенным с точки зрения расчетов социально-экономической эффективности станет воздействие как государственного финансирования, так и частных инвестиций.

По схеме привлечения частных инвестиций уже успешно работают Китай, Франция, Япония [9]. Такая позиция понятна и разумна. Частные инвесторы заинтересованы в финансировании крупных проектов, таких как ВСМ. Они получают не только прямые эффекты, но и косвенные, например создание новых рабочих мест или повышение общей производительности и конкурентоспособности. А государство, в свою очередь, служит гарантом стабильности и безопасности процесса строительства. Его прерогативой является установление публичных сервитутов, создание и развитие инфраструктуры, подготовка кадров, хозяйственная и научная деятельность.

Что даст появление высокоскоростной магистрали субъектам Российской Федерации, через которые пройдет ВСМ и в которых проживает около 30 % населения страны?

Во-первых, строительство ВСМ позволит реализовать бесшовную транспортную систему, развить как пассажирские, так и грузовые перевозки. По совокупным показателям ОАО «РЖД» обеспечивает 47 % от всех грузовых и 25 % пассажирских перевозок в России.

Оптимальный пропуск пассажиропотока даст возможность использовать новую технологическую основу, тем самым увеличить грузоподъемную способность северо-западного направления.

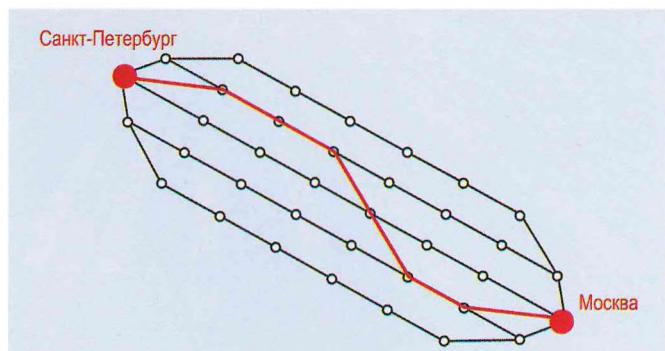
Освободившиеся железнодорожные линии будут максимально использоваться для грузоперевозок, решая тем самым проблемы по ликвидации грузового движения и сокращения количества пригородных электричек на главном ходу Октябрьской дороги.

Грузовые поезда на ВСМ смогут работать в ночное время по фиксированному («жесткому») графику. Такие ночные рейсы будут очень удобны для компаний экспресс-доставки и в целом для транспортировки любых легковесных грузов. Развитие железнодорожных грузовых коридоров положительно скажется на надежности и пунктуальности доставки грузов.

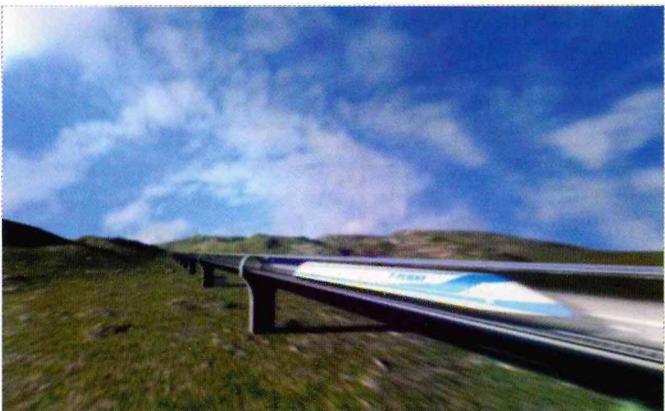
Во-вторых, высокоскоростная магистраль – это полностью новая ветка, а не модернизация действующей железнодорожной дороги. Значит будут развиваться собственные технологии, повысится инвестиционный спрос на стройматериалы и продукцию отечественного машиностроения, будут запущены новые производства по изготовлению основного и вспомогательного оборудования, машин и механизмов, возникнет необходимость в строительстве современной инфраструктуры, например, будут возведены гигантские хабы, обрабатывающие грузы, появятся новые туристические маршруты, будут созданы тысячи рабочих мест.

В-третьих, сделав BIM-моделирование обычным процессом и сознательно повысив интерес к модельно-ориентированному проектированию объектов железнодорожной сферы, железнодорожная дорога, как техническая система, перейдет на новый уровень. При этом стоимость проектов ВСМ будет снижаться. Индуцированный спрос на поездки и рост транспортной подвижности населения свяжет городские агломерации и экономические центры России. Получаемый опыт будет использоваться в смежных отраслях, например, в автомобильной или кораблестроительной отраслях, в строительной промышленности.

Проект по созданию в России высокоскоростной магистрали принесет положительные социально-экономические эффекты для территории реализации



Оптимальное использование трассы ВСМ по доставке грузов



Поезд-снаряд, летящий в вакууме со скоростью 1000 км/ч

ции проекта и для страны в целом. Президент РФ В.В. Путин отметил, что транспортная «современная инфраструктура прямо работает на рост капитализации всех активов страны» [10].

Масштабный проект по соединению двух столиц получил новый импульс и запустил глубокую модернизацию системы транспорта в России.

В заключение отметим, в будущее можно заглянуть уже сейчас. Для этого достаточно вспомнить проекты 70–80-х гг. нашей страны и посмотреть на «локомотив» ВСМ, Китай, который не останавливается на достигнутых результатах. В августе 2024 г. мир увидел новый проект CASIC – сверхскоростной пассажирский состав, помещенный в вакуумную трубу, который на отрезке 2 км разогнался до скорости 623 км/ч при возможной эксплуатационной 1000 км/ч [11].

Безопасность и устойчивость этого железнодорожного состава была доказана опытным путем.

Исследование патентного фонда показывает, что особый интерес к новой технологии вызывает система, которая подвешивает, направляет и приводит в движение поезда, используя магнитную левитацию от очень большого количества магнитов для подъема и приведения их в движение [12, 13].

Остается только надеяться на то, что Российские железные дороги наконец дадут «зеленый свет» инновационным идеям и различным «технологиям будущего», и высокоскоростные магистрали станут совершенно обыденным явлением в нашей жизни.

Источник роста экономики в современной технике базируется на многочисленных современных машинах, обслуживающих все отрасли производства. Дело в том, что техника не может стоять на одном месте, она должна все время совершенствоваться, старая заменяться новой, а новая – новейшей. Безусловно, это повлечет миллиардные расходы, которые могут окупиться лишь через 6–8 лет.

То, что значительную долю инвестиций примет на себя государство, может оказаться ключевым фактором реализации проекта ВСМ. В подтверждение этого приведем давнюю мысль, хоть и относящуюся к другой сфере: «Эти расходы может взять на себя только государство, ибо оно и только оно в состоянии принять на себя убытки от вывода из строя старых машин и замены их новыми, ибо оно и только оно в состоянии терпеть эти убытки в течение 6–8 лет с тем, чтобы по истечении этого срока возместить произведенные расходы» [14].

Данный проект может оказаться более успешным, если вести его реализацию с участием государства на десятки лет вперед, с постройкой 200–300 тыс. км ВСМ (в год строить по 10 тыс. км высокоскоростных магистралей). Такой подход даст стабильность для предприятий РФ, оптимально загрузит производственные мощности, что позволит существенно снизить себестоимость строительства пути. Нужно вести реализацию такого проекта и на международном уровне. Результатом этого будет усовершенствованная транспортная инфраструктура страны с выходом на новый современный уровень. Проект ВСЖМ Москва – Санкт-Петербург может дать старт новому поколению железнодорожного транспорта в стране.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Поиск новых идей : от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретат. задач) / .Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1989. 380 с.
2. Лихолетов В.В., Шмаков Б.В. Теория решения изобретательских задач : учебное пособие. Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2009. 174 с.
3. Функционально-стоимостной анализ : учебное пособие / А.Х. Байбурин, Н.В. Kochарин, Ю.Ф. Прохоров и др. Челябинск : Полиграф-Центр, 2019. 141 с.
4. Дмитриев Ю.А., Персианов Р.М. Изобретательство-творчество. Л.: Лениздат, 1983. 96 с. (Библиотека изобретателя и рационализатора).
5. Мишарин А.С. Транспортная стратегия Российской Федерации: цели и приоритеты // Инновационный транспорт. 2015. № 1 (15). С. 3–7. EDN: TMMIRL.
6. Золотин Б.Л. Законы развития и прогнозирования технических систем : методические рекомендации. Кишинев : Карта Молдовеняскэ; МНТЦ «Прогресс», 1989. 114 с.
7. BIM технологии помогут строительству ВСМ «Москва- Санкт-Петербург» // РЖД Digital : портал. 2024. 26 февр. URL:<https://rzddigital.ru/world/bim-tehnologii-pomogut-stroitelstvu-vsm-moskva-sankt-peterburg/>.
8. Аэрофотосъемка крупнейшего в мире центра по обслуживанию высокоскоростных поездов // Женьминь Жибао : сайт. 2017. 26 янв. URL: <http://russian.people.com.cn/n/2017/0126/c3f516-9171949-2.html>.
9. Мировой опыт строительства ВСМ : исследование Kept / ООО «Кэпт налоги и консультирование. 2024. URL: <https://assets.kept.ru/upload/pdf/2024/07/ru-high-speed-highway-global-construction-experience-kept-survey.pdf>
10. Милькина А. Как развиваются транспортные мегапроекты в России // Ведомости. 2024. 13 марта. URL: [https://www.vedomosti.ru/industry/infrastructure\\_development/articles/2024/03/13/1024910-kak-razvivayutsya-transportnie-megaproekti-v-rossii](https://www.vedomosti.ru/industry/infrastructure_development/articles/2024/03/13/1024910-kak-razvivayutsya-transportnie-megaproekti-v-rossii).
11. Орлова Л. Как Китай оседлал скорость. ВСМ особенно нужны для китайской экономики // Российская газета. 2024. 13 ноябр. URL: <https://rg.ru/2024/11/13/kak-kitaj-razvivaet-vysokoskorostnye-zheleznye-dorogi.html>
12. Поезда на магнитной подвеске: Ключевые базовые технологии // З. Лю, З. Лонг, К. Ли – Springer Tracts in Mechanical Engineering, 2015 – <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-45673-6> Дата обращения 28 мая 2025 г.
13. Всесторонний анализ методов развертывания, переключения и нелинейного управления для повышения безопасности, эффективности и пропускной способности HyperloopX. Альмуджиба, Р.А. Хан, Ф. Зайн Уль Аби-дин... – IEEE – 2024 – [https://www.researchgate.net/publication/384624496\\_A\\_Comprehensive\\_Analysis\\_of\\_Turnout\\_Switching\\_and\\_Nonlinear\\_Control\\_Technique\\_to\\_Enhance\\_Safety\\_Efficiency\\_and\\_Capacity\\_in\\_Hyperloop](https://www.researchgate.net/publication/384624496_A_Comprehensive_Analysis_of_Turnout_Switching_and_Nonlinear_Control_Technique_to_Enhance_Safety_Efficiency_and_Capacity_in_Hyperloop) Дата обращения 28 мая 2025 г.
14. Сталин И.В. Ответ товарищам Саниной А.В. и Венжеру В.Г. // Сочинения. Т. 16. URL: [hrono.ru/libris/stalin/16-31.html](http://hrono.ru/libris/stalin/16-31.html).

# НОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ПЛАТФОРМЫ АСУ «ЭКСПРЕСС» НП



**АРТЮХИНА**  
Мария Александровна,  
АО «ВНИИЖТ», науч-  
ный центр «Экспресс»,  
начальник отдела, Москва,  
Россия



**ШИРМАН**  
Елена Павловна,  
АО «ВНИИЖТ», научный  
центр «Экспресс», техни-  
ческий эксперт, Москва,  
Россия



**ДЖАФАРОВ**  
Альберт Музаферович,  
АО «ВНИИЖТ», научный  
центр «Экспресс», главный  
программист, Москва,  
Россия



**БАЙМЕЕВ**  
Ренат Русланович,  
АО «ВНИИЖТ», науч-  
ный центр «Экспресс»,  
программист 2 категории,  
Москва, Россия

**Ключевые слова:** АСУ «Экспресс» НП, инвенторный комплекс, *in-memory* платформа Tarantool Data Grid, СУБД Postgres Pro

**Аннотация.** Технологическое развитие АСУ «Экспресс» НП неразрывно связано с развитием архитектуры системы, причем данные процессы настолько синхронизированы, что невозможно однозначно определить, что является «причиной», а что «следствием». В основу архитектуры системы заложено использование открытой технической платформы и программных продуктов, что позволяет быстро расширять, улучшать и обновлять прикладное программное обеспечение, повышая скорость внедрения новых бизнес-процессов и технологий пассажирского комплекса.

■ Техническая платформа АСУ «Экспресс» НП – это фундамент для создания не только клиентских инструментов, но и невидимых пользователям элементов системы. В прошлом году специалистами Научного центра «Экспресс» АО «ВНИИЖТ» положено начало масштабного развития базы данных АСУ «Экспресс» НП: внедрено применение системы управления базами данных Tarantool, а также решены вопросы хранения и работы с большими объемами данных.

## ПРИМЕНЕНИЕ TARANTOOL DATA GRID

■ Tarantool – это платформа *in-memory* вычислений (база данных в оперативной памяти) с гибкой

схемой данных для эффективного создания высоконагруженных приложений.

К ключевым характеристикам платформы можно отнести:

простую обработку рабочих нагрузок (обработка сотни тысяч запросов в секунду);

целостность данных (журнал упреждающей записи (WAL) и моментальные снимки данных (snapshot));

кооперативную многозадачность (транзакции выполняются в легкие сопрограммы без межпоточной блокировки);

расширенную индексацию (композитные индексы, поддержка региональных особенностей, индексация по вложенным полям и массивам);

надежное распределенное хранилище (несколько режимов отказоустойчивости и синхронная репликация).

Tarantool хранит всю копию данных полностью в памяти. На диске данные тоже есть, но при этом все они лежат в памяти и никогда оттуда не выгружаются. Идеальный формат данных позволяет быстро их читать, искать и делать запросы по индексу.

В отличие от дисковой базы данных у платформы нет обращений к диску во время операций чтения и накладных расходов на кэширование и выгрузку страниц, запись на диск происходит всегда линейно. При этом линейное чтение snapshot обеспечивает максимально быстрый старт.

## ПОЧЕМУ ВЫБРАН TARANTOOL DATA GRID

■ Для формирования финансовой, статистической и аналитической отчетности в АСУ «Экспресс» НП используется СУБД Postgres Pro.

С целью реализации управления сценариями сбыта во внутреннем и межгосударственном сообщениях в системе создан инвенторный комплекс по управлению занятостью мест в вагонах поездов дальнего следования, обеспечивающий работу с большими объемами данных и позволяющий обрабатывать большое количество транзакций в единицу времени.

К нему предъявляются следующие требования: обработка большого объема данных (около 60 Гб), высокая скорость выполнения транзакций в единицу времени при большом количестве одновременных подключений (примерно 25 млн операций в сутки), высокий уровень отказоустойчивости (постоянная доступность в режиме 24/7) и скорости восстановления, а также высокая скорость масштабирования.

Используемая реляционная СУБД Postgres Pro не удовлетворяла требованиям инвенторного комплекса. Реляционные базы архитектурно не обеспечивали высокую скорость выполнения транзакций к большому объему данных при большом количестве одновременных подключений.

Для решения поставленной задачи была успешно проведена апробацию российской in-memory платформы Tarantool Data Grid, по результатам которой ОАО «РЖД» приняло данный программный продукт к использованию в АСУ «Экспресс» НП.

Tarantool Data Grid (TDG) – это комплексный продукт для быстрого создания и поддержки бизнес-решений на платформе Tarantool с минимальным участием разработчиков.

Он позволяет собирать данные из разных источников, приводить их к единому виду и служить витриной, т.е. отдавать данные напрямую в приложения.

Хранилище данных TDG предоставляет хранение в памяти и на диске, шардирование (разделение данных на фрагменты по определенным атрибутам и алгоритмам и хранение их на разных узлах с целью существенного ускорения), репликацию и др.

TDG дает возможность создавать сервис-функции для реализации бизнес-логики и работы с данными. Эти функции могут выполняться автоматически по расписанию или вызываться извне.

Кроме того, встроенные инструменты TDG позволяют гибко настраивать параметры безопасности системы (настраиваемая ролевая модель, аудит доступа и др.).

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ TARANTOOL DATA GRID

■ В настоящее время в инвенторном комплексе АСУ «Экспресс» НП на базе TDG осуществляются следующие операции: прием информации о поездах, маршрутах, календарях, нитках из СУБД Postgres Pro, ввод и корректировка информации о вагонах и местах, поиск информации о свободных местах в поездах на определенную дату между двумя станциями, создание и удаление поездок.

Схема функционирования инвенторного комплекса АСУ «Экс-

пресс» НП с учетом взаимосвязи СУБД Postgres Pro и Tarantool Data Grid представлена на рис. 1, где:

1 – ввод и корректировка пользователем информации о поездах, маршрутах, календарях, нитках в СУБД Postgres Pro;

2 – прием информации о поездах, маршрутах, календарях, нитках из СУБД Postgres Pro в Tarantool Data Grid;

3 – ввод и корректировка пользователем данных по вагонам и местам в Tarantool Data Grid;

4 – запросы от каналов обслуживания пассажиров для совершения операций по сбыту во внутреннем и межгосударственном сообщениях к подсистеме «Интегратор»;

5 – поиск информации о наличии свободных мест в поездах, создание и удаление поездок в Tarantool Data Grid.

## РЕАЛИЗАЦИЯ АРХИВИРОВАНИЯ В БАЗАХ ДАННЫХ POSTGRES PRO

■ С увеличением объема информации, хранящейся в базах данных Postgres Pro, перед специалистами НП «Экспресс» стала задача оптимизации работы с этими данными. Одним из эффективных способов улучшения производительности является архивирование таблиц. Оно позволяет снизить нагрузку на базу данных, уменьшить время отклика запросов и освободить ресурсы сервера для актуальных данных.

С течением времени таблицы в Postgres Pro могут накапливать значительное количество устаревшей информации, что приводит к снижению производительности. Запросы становятся более медленными, увеличива-

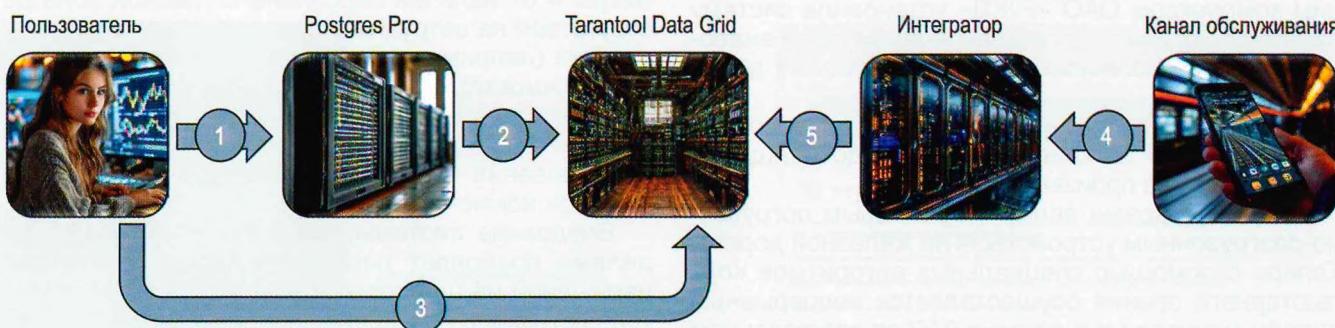


РИС. 1

ется время выполнения операций обновления и вставки, а также возрастает размер индексов. Это особенно критично для таблиц с высокой частотой операций чтения и записи.

Архивирование таблиц подразумевает перемещение устаревших или редко используемых данных в отдельные таблицы или базы данных. Благодаря этому уменьшается общий объем информации, с которой работает основная база данных, что ускоряет процессы взаимодействия с актуальными данными и освобождает ресурсы сервера от излишних нагрузок. Меньший объем данных также позволяет упростить индексы, которые обычно представлены в виде сложной многоуровневой древовидной структуры, что ускоряет выполнение запросов.

В АСУ «Экспресс» НП реализованы следующие принципы архивирования данных:

создание архивных таблиц на выделенных серверах;

перемещение данных (для перемещения неактуальных записей будут использоваться внешние таблицы, процедуры, реализованные с помощью языка PL/pgSQL и программы, написанные на объектно-ориентированном языке программирования Java);

настройка автоматизации (для регулярного архивирования будет

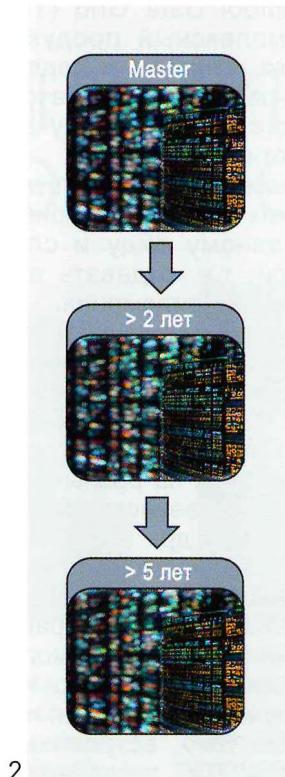


РИС. 2

использоваться серверный планировщик задач (cron).

Схема распределения данных по архивам относительно основной таблицы, в которой изначально содержится большое количество информации, представлена на рис. 2. Актуальные данные в течение двух лет будут храниться в основной таблице (Master), с которой чаще всего приходится

взаимодействовать сотрудникам. По истечении этого срока, данные будут перемещаться в архив и храниться там еще три года.

Все записи таблиц старше пяти лет будут сохраняться в базе данных на отдельном сервере. Таким образом, самый используемый сервер не будет перегружен неактуальными данными, что позволит значительно ускорить его работу с информацией из базы данных, в то время как старые данные не будут удалены и при необходимости их можно будет получить из архивов.

Архивирование таблиц в базах данных Postgres Pro АСУ «Экспресс» НП является эффективным способом оптимизации работы с большими объемами данных. Оно позволяет увеличить производительность запросов, упростить управление данными и снизить нагрузку на систему. Внедрение архивирования требует тщательной разработки стратегии, включая определение критериев для перемещения данных и настройку автоматизации процессов.

В заключение отметим, что на этом развитие платформы АСУ «Экспресс» НП не останавливается. Реорганизация баз данных и оптимизация работы с ними, внедрение программных технологий искусственного интеллекта, создание Базы знаний АСУ «Экспресс» НП – это лишь малая часть того, что ждет разработчиков впереди.

## ИНФОРМАЦИЯ

# В МИРЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## ИИ ПОВЫШАЕТ УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ

Компания «ТрансТелеКом» по заказу Центральной дирекции по управлению терминально-складским комплексом ОАО «РЖД» установила систему видеонаблюдения с функцией нейросетевой видеоаналитики на козловых кранах на грузовом дворе «Ногинск».

Разработка предназначена для контроля соблюдения техники безопасности и предотвращения травматизма на производстве.

Козловые краны являются основным погрузочно-разгрузочным устройством на железной дороге. Теперь с помощью специальных алгоритмов компьютерного зрения осуществляется непрерывный онлайн-мониторинг в режиме 24/7 за соблюдением техники безопасности и охраны труда при работе крана. В случае возникновения нештатной ситуации

система мгновенно проинформирует оперативно-диспетчерский персонал.

ИИ позволяет фиксировать различные параметры – от наличия персонала в опасной зоне до отсутствия на сотруднике средств индивидуальной защиты (например, каски, перчаток, светоотражающего жилета).

Точность распознавания объектов составляет 96 %. Разработчики подчеркивают, что ложные срабатывания минимизированы, а «человеческий фактор» исключен.

Внедрение системы видеонаналитики с ИИ-моделями позволяет перевести процесс детекции нарушений на цифровой уровень, сокращая риски травматизма и повышая культуру соблюдения техники безопасности.

Источник: <https://rzddigital.ru/>

## ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ОАО «РЖД»



**ЧУМАКОВ**  
Роман Евгеньевич,  
ОАО «РЖД», Главный  
вычислительный центр,  
Читинский ИВЦ, заместитель  
начальника, канд. техн. наук,  
г. Чита, Россия



**МУРАШОВА**  
Марина Аюшиевна,  
ОАО «РЖД», Главный  
вычислительный центр,  
Читинский ИВЦ, заместитель  
начальника отдела ОКС,  
г. Чита, Россия

**Ключевые слова:** автоматизация, цифровой сервис, виртуальный консультант, ВиКо

**Аннотация.** В статье рассматриваются цифровые сервисы для сотрудников ОАО «РЖД». Описаны возможности новых информационных технологий, их преимущества и особенности применения в компании. Представлен инновационный цифровой сервис АС «Виртуальный консультант», предназначенный для упрощения взаимодействия сотрудников.

■ В условиях стремительного развития цифровых технологий компании активно внедряют инновационные решения для оптимизации бизнес-процессов и повышения уровня удовлетворенности сотрудников. ОАО «РЖД» не остается в стороне от этих тенденций и предлагает своим сотрудникам цифровые сервисы, которые значительно упрощают работу и экономят время.

Одним из наиболее инновационных цифровых сервисов, реализованных в ОАО «РЖД», является Автоматизированная система «Виртуальный консультант» (АС ВиКо). Эта система представляет собой интеллектуального помощника, разработанного для упрощения взаимодействия сотрудников с корпоративными системами.

В своей деятельности работники компании используют десятки автоматизированных систем. При этом организация и обеспечение перевозочного процесса требует высокого уровня подготовки и согласованных действий разных подразделений. В этих условиях поддержка пользователей авто-

матизированных систем является важной задачей, от успешного решения которой зависят ключевые процессы компании.

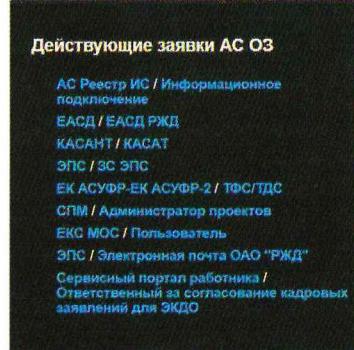
В отличие от классической службы поддержки пользователей, АС ВиКо обладает рядом преимуществ.

Во-первых, взаимодействие с пользователем происходит в онлайн-формате, что позволяет сотрудникам получать ответ на обращение практически мгновенно.

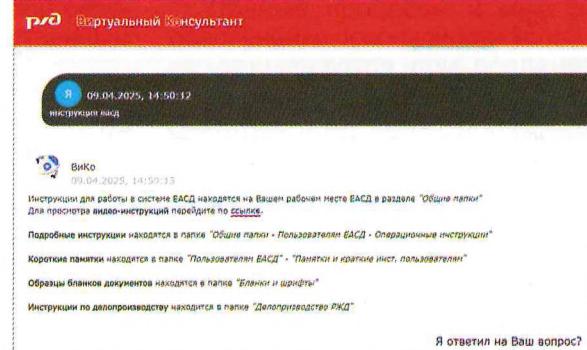
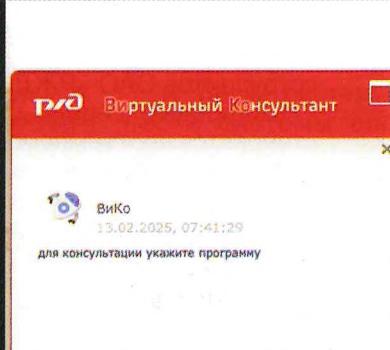
Во-вторых, АС ВиКо работает в круглосуточном режиме 24/7, перекрывая разные часовые пояса по всей сети.

В-третьих, снижается влияние человеческого фактора и вероятность ошибок.

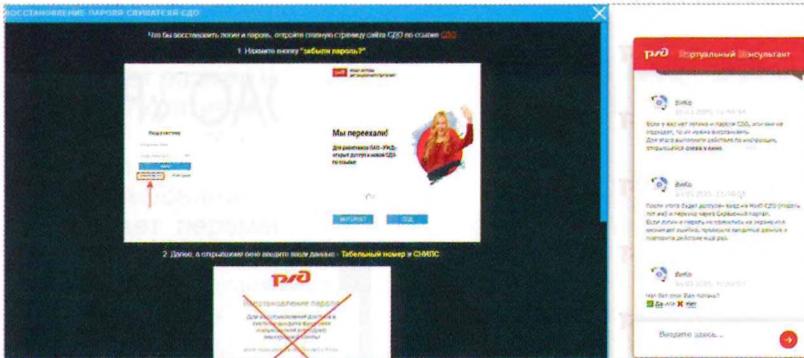
По статистике большинство запросов пользователей носит типовой характер, например, сотруднику требуется разблокировать учетную запись, сменить пароль или посмотреть инструкции. С этими задачами как раз справляется АС ВиКо, снимая часть рутинной работы с технологов информационно-вычислительных центров.



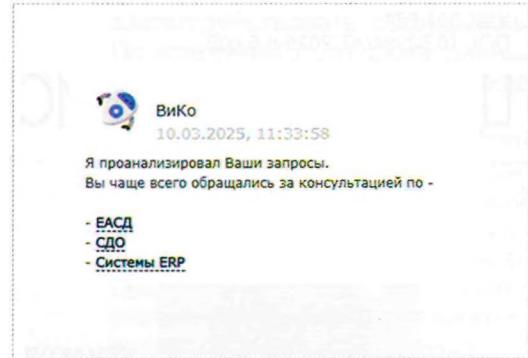
Виртуальный консультант



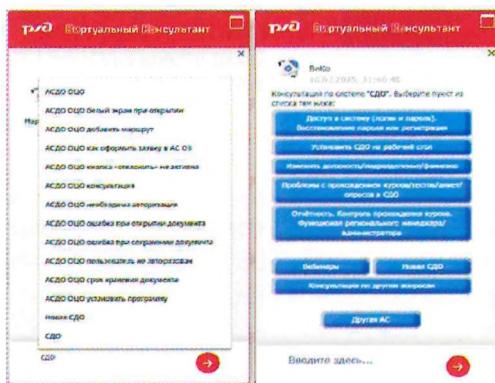
Окно консультации по инструкциям



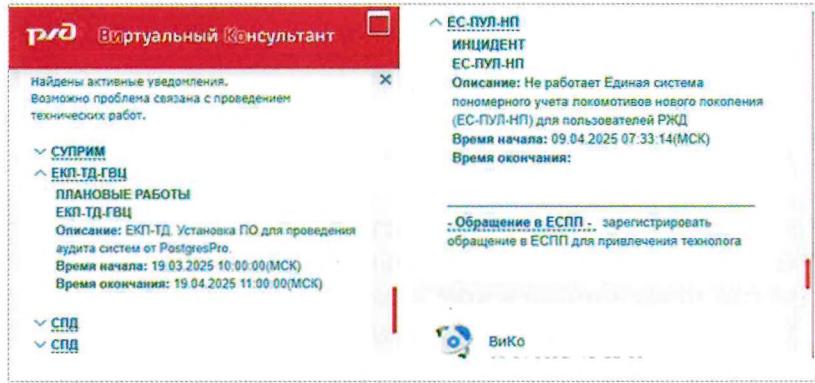
Пример консультации с ВиКо



Окно чата в Виртуальном консультанте



Пример поиска по ключевым словам



Информирование о проводимых технических работах

Так, для поиска инструкций по конкретной системе пользователю достаточно ввести в АС ВиКо ее название и слово «инструкция/и».

При необходимости восстановления логина или пароля АС ВиКо либо сразу проведет требуемую операцию, либо предложит пошаговые инструкции, как это сделать самостоятельно, что особенно актуально, когда оперативность имеет решающее значение.

Благодаря использованию алгоритмов анализа поведения пользователей, АС ВиКо предлагает персонализированный сервис. Системы, по которым сотрудник консультировался чаще всего, будут вынесены как приоритетные для конкретного пользователя.

Кроме этого, в системе реализована функция поиска по ключевым словам, что позволяет быстро

находить ответ на интересующий вопрос, выдавая релевантную ветку АС ВиКо.

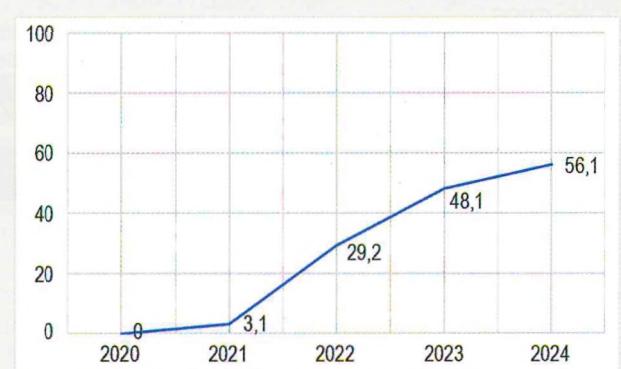
Помимо консультационной поддержки, АС ВиКо выполняет информационную роль. Если не работает определенная программа, АС ВиКо сообщит, не ведутся ли в ней технические работы. Для этого требуется ввести в АС ВиКо фразу «Не работает».

Конечно, АС ВиКо не может ответить на все вопросы, особенно на сложные. В этом случае формируется обращение в АСУ ЕСПП (Единая служба поддержки пользователей) и подключается специалист информационно-вычислительного центра.

Благодаря новым технологиям в прошлом году более половины поступающих обращений было обработано цифровыми сервисами без участия человека и этот показатель ежегодно растет.

Специалисты Главного вычислительного центра – филиала ОАО «РЖД» и региональных информационно-вычислительных центров активно развивают АС ВиКо. С каждым годом возможности системы увеличиваются, что позволяет и дальше автоматизировать процессы поддержки пользователей, сокращая потери времени и повышая производительность труда сотрудников ОАО «РЖД».

Цифровые сервисы, внедряемые в компании, становятся неотъемлемой частью рабочего процесса для тысяч сотрудников. Они не только упрощают выполнение повседневных задач, но и способствуют созданию более комфортной и продуктивной рабочей среды. Цифровая трансформация ОАО «РЖД» демонстрирует готовность компании идти в ногу со временем, обеспечивая своих работников современными инструментами для активной деятельности и профессионального роста.



Доля обращений (%), обработанных с использованием чат-ботов и программных роботов

# ПОДХОДЫ К ДОКАЗАТЕЛЬСТВУ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ



**МЫСЬКИВ**  
Иван Иванович,  
Национальный исследова-  
тельный университет ИТМО,  
аспирант, Санкт-Петербург,  
Россия



**ПОПОВ**  
Илья Юрьевич,  
Национальный исследова-  
тельный университет ИТМО,  
канд. техн. наук, Санкт-Пе-  
тербург, Россия



**ЗАКОЛДАЕВ**  
Данил Анатольевич,  
Национальный исследова-  
тельный университет ИТМО,  
доцент, канд. техн. наук,  
Санкт-Петербург, Россия

**Ключевые слова:** БТС, доказательство безопасности, отказ, валидация, моделирование, искусствен-  
ный интеллект, тестирование

**Аннотация:** В статье анализируется влияние искусственного интеллекта на общую  
безопасность технических систем в сфере транспорта. Рассмотрены основные пробле-  
мы и угрозы безопасности. Приведены методы и процессы валидации, используемые  
для доказательства функциональной безопасности систем с искусственным интеллек-  
том, описаны основные преимущества и недостатки применяемых методов.

■ Основной целью создания автономных систем различного пред-  
назначения является снижение  
экономических затрат, а их приме-  
нение, как правило, ведет к прорыву  
во многих областях экономики.  
При этом перед автономными  
системами ставятся определенные  
условия достижимости информа-  
ционной и функциональной  
безопасности. На данный момент  
введены в действие стандарты по  
системам искусственного интел-  
лекта, такие как: ГОСТ Р 59276-  
2020 «Системы искусственного  
интеллекта. Способы обеспечения  
доверия. Общие положения»,  
ПНСТ 837-2023 «Искусственный  
интеллект. Управляемость автома-  
тизированных систем искусствен-  
ного интеллекта», ПНСТ 836-  
2023 «Искусственный интеллект.

Функциональная безопасность и  
системы искусственного интел-  
лекта». Однако развитие техно-  
логий опережает существующие  
нормы и методы по обеспечению  
и доказательству безопасности  
сложных технических систем и  
необходимой доказательной базы  
по оценке функциональной безо-  
пасности систем с искусственным  
интеллектом.

К таким системам можно от-  
нести системы восприятия на  
беспилотных транспортных сред-  
ствах (БТС), например, в сфере  
железнодорожного транспорта.  
Поэтому важно правильно сфор-  
мировать требования для этих  
систем, чтобы избежать опасного  
отказа, приводящего к негативным  
последствиям для пользователей  
и окружающей среды.

Процесс разработки систем  
восприятия и алгоритмов машин-  
ного обучения, ответственных за  
выполнение задач восприятия и  
напрямую связанных с функцио-  
нальной безопасностью БТС,  
должен проходить валидацию и  
верификацию.

Данные процессы и методы  
обеспечения безопасности успешно  
применяются при создании  
традиционных систем на основе  
моделей. Они также описаны в  
стандартах ГОСТ 61508 «Функ-  
циональная безопасность систем  
электрических, электронных,  
программируемых электронных,  
связанных с безопасностью»,  
в сфере автомобильной безо-  
пасности ISO 26262 «Дорожные  
транспортные средства. Функ-  
циональная безопасность» и ISO/PAS

21448 «Дорожные транспортные средства. Безопасность заданных функций», в сфере железнодорожного транспорта ГОСТ 33433-2015 «Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте», ГОСТ 33358-2015 «Безопасность функциональная. Системы управления и обеспечения безопасности движения поездов».

До появления программируемых систем функции безопасности в основном реализовывались с помощью аппаратных средств. Основная задача по указанным стандартам функциональной безопасности заключалась в уменьшении последствий и вероятности случайных отказов оборудования. С увеличением роли программного обеспечения внимание сместилось на систематические отказы, возникающие на этапах проектирования с учетом подходов к безопасной разработке. В основном при создании ПО руководствуются информацией о том, как избежать систематических отказов в системах, не использующих ИИ и технологию машинного обучения.

Однако при реализации функций безопасности в БТС на основе технологии ИИ необходимо уделить внимание обеспечению гарантий и доказательств того, что возможности этих систем будут достаточными для среды, в которой они используются.

Данные стандарты требуют разработки обоснования (доказательства) для функций, связанных с безопасностью, которое формирует доказательство достижения соответствующего уровня остаточного риска. Эти стандарты безопасности, доступные в железнодорожной и любой другой отрасли, были определены без явного учета специфики алгоритмов машинного обучения, ИИ и систем технического зрения, таких как сбор данных, определение показателей оценки производительности, обработка неопределенности, оценка достоверности и др.

### **ПРОБЛЕМАТИКА БЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИИ**

■ Существующие автономные системы влекут за собой отход от традиционных систем безопасности. Они определяются как класс сложных систем, представляю-

Система	Возможный УПБ	Класс технологии ИИ	Уровень использования ИИ
Система обработки данных	УПБ присваивается в зависимости от конечного результата, необходимого в процессе обработки данных	I	A2, B2, C, D
Вспомогательные системы помощи	УПБ 0. Оператор всегда может отключить данный тип системы	I, II	C, D
Распознавание речи	УПБ присваивается в зависимости от задействованных конечных функций	I, II	C, D
Распознавание образов	УПБ присваивается в зависимости от задействованных функций	II	C, D
Беспилотные транспортные средства	УПБ 1–4. БТС всегда имеет уровень УПБ, который зависит от территории и сферы эксплуатации системы	II, III	A1, A2, B1, B2

щих собой многоуровневую конструкцию из взаимодействующих элементов, объединяемых в подсистемы различных уровней для реализации заявленных функций.

Сложные системы можно классифицировать как системы, несущие угрозу безопасности и не связанные с безопасностью. При этом особое внимание нужно уделить первому типу, включая системы с искусственным интеллектом.

В мировой практике и согласно ГОСТ 61508 используются следующие показатели уровня полноты безопасности (УПБ):

УПБ 1 – отказ системы приводит к ущербу продукции/оборудования (1 отказ на 100 тыс. ч);

УПБ 2 – отказ приводит к травмированию персонала (1 отказ на 1 млн ч);

УПБ 3 – отказ приводит к гибели персонала (1 отказ на 10 млн ч);

УПБ 4 – отказ приводит к техногенной катастрофе (1 отказ на 100 млн ч).

Кроме этого, можно классифицировать системы ИИ по уровням полноты безопасности (см. таблицу) в соответствии с ПНСТ 836–2023.

В данном случае рассматриваемой системой, где применяется ИИ, будет являться БТС, например, такси, автобус, железнодорожный состав, роботы-помощники и др. Примерами могут служить системы обнаружения препятствий, классификации и категоризации объектов, слежения за объектами (трекинг).

Управление ими может состоять из трех основных этапов [1].

Первый этап – восприятие БТС

(сбор данных) окружающей среды с помощью датчиков, сенсоров и различных камер. Например, для железнодорожного транспорта могут применяться системы обнаружения колеи, светофоров, препятствий, освещенности путей и др. «Восприятие» или техническое зрение имеет важное значение для автономного средства. Оно позволяет обнаруживать препятствия, распознавать и отслеживать объекты, классифицировать местность, представлять среду в 3D-изображении, распознавать жесты и голоса, классифицировать активность и др. Пример угла обзора сенсоров для БТС в железнодорожной сфере представлен на рис. 1.

На втором этапе производится обработка и прогнозирование действий с использованием алгоритмов ИИ для последующей передачи на третий этап. Он заключается в регулировке БТС на основе спрогнозированных ранее результатов (поворот, остановка, ускорение и иные заложенные в алгоритм ИИ действия и др.).

Однако возможность принятия искусственным интеллектом неверных управлений решений и сложность описания внешней среды с ее неопределенностью и непредсказуемостью могут привести к серьезным угрозам безопасности для людей как внутри, так и снаружи автономного средства. Для решения этой проблемы необходимо разработать комплексные методы верификации и валидации систем БТС, основанных на ИИ, для различных уровней автоматизации.

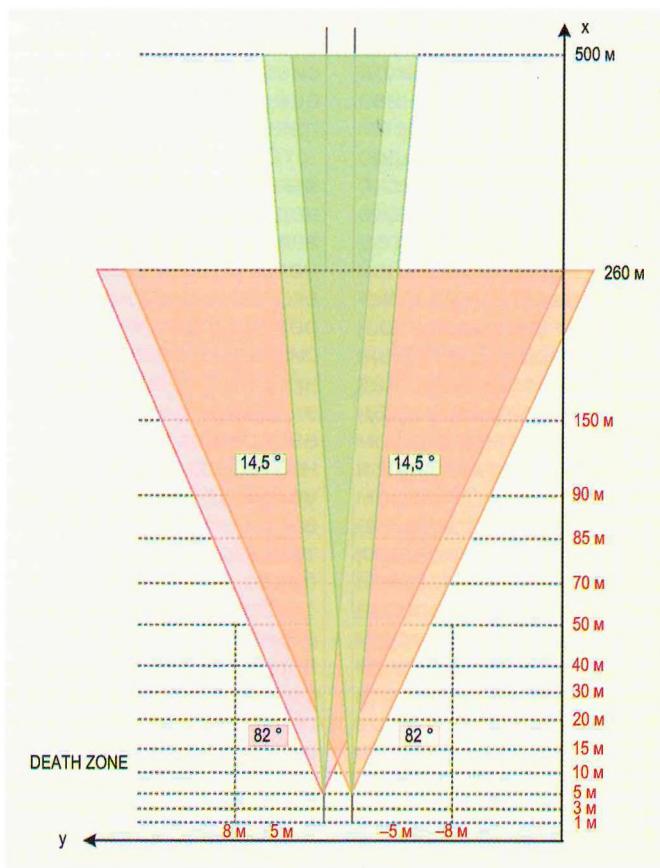


РИС. 1

### МЕТОД ВАЛИДАЦИИ СИСТЕМ ИИ

■ Принцип работы системы, основанной на ИИ, и процесс валидации показан на рис. 2.

Первый шаг – работа с данными. Для правильной работы системы необходимо удостовериться, что данные удовлетворяют некоторым условиям.

Данные должны быть репрезентативны. БТС обычно оборудованы множеством датчиков для распознавания окружающей среды. Их данные позволяют проверить рабо-

тоспособность и точность системы распознавания и управления. Однако обучение нужно проводить в типичной среде функционирования для определенного типа системы и окружения. При этом воздействия должны быть типичными для этого типа использования, включая все изменения. Поэтому необходимо ввести ограничения среды функционирования, связанные с безопасностью работы системы.

Кроме этого, должна быть предусмотрена возможность до-

обучения системы после ввода ее в эксплуатацию.

Второй шаг – проверка модели. Моделью системы ИИ является ее ядро. Модель необходимо корректно обучать, иначе она никогда не будет правильной. Необходимо точно удостовериться, что используемые данные репрезентативны для реальных условий.

На данном этапе нужно задействовать средства для обнаружения выбросов и тестирования модели, а также применять меру качества соответствия. Причем в некоторых случаях данная мера рассчитывается подгонкой и зависит от функции потерь. Процесс валидации системы ИИ представлен на рис. 3.

При создании обоснованных моделей ИИ принимается во внимание, что данные для обучения могут отсутствовать или они выучены не в полной мере или с допущениями (не в совершенстве).

Таким образом, можно сделать выводы, что система ИИ не имеет уровня полноты безопасности, так как ее поведение не имеет критического значения и поддерживается достаточно простой системой управления, которой необходим высокий уровень полноты безопасности. Основной задачей такой системы является проверка всех опасных решений по более простым алгоритмам и подавление опасных реакций. Другими словами данная система имеет отношение к безопасности и берет на себя полную ответственность за ее соблюдение.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ, КАК МЕТОД ВАЛИДАЦИИ

■ Среди основных методов валидации выделим испытания и моделирование систем БТС, а также экспертное заключение [2].

Испытания систем БТС необходимы для их тестирования перед эксплуатацией в реальной среде функционирования. Испытания можно разделить на две категории: тестирование на специально созданном полигоне; тестирование в условиях реальной среды функционирования.

Например, это может быть тестирование прогона БТС железнодорожного состава по созданному полигону. Для этого полигон оборудуется участком железнодорожного пути, который полностью соответствует реальным условиям



РИС. 2

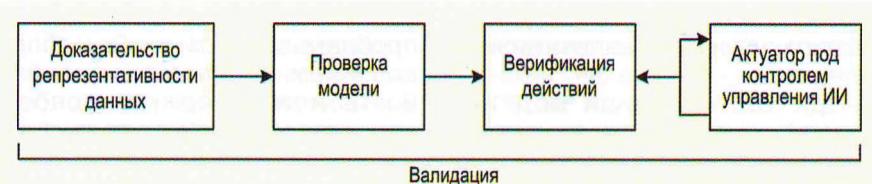


РИС. 3

эксплуатации. На борт устанавливаются необходимые сигнальные системы, датчики и устройства контроля. Тестирование БТС проводится на малых скоростях для проверки базовых функций. Проверяется способность системы реагировать на сигналы светофоров, ограничения скорости и другие элементы инфраструктуры. Далее тестирование проводится на различных скоростях, включая максимальные для данного типа состава. При этом оценивается точность остановок на станциях, плавность ускорения и торможения и др.

При выполнении сценарного тестирования производится имитация различных сценариев, таких как: внезапное появление препятствий на пути, аварийные остановки, работа в условиях плохой видимости (туман, дождь и др.). Это позволяет проверить реакцию системы на нештатные ситуации и ее способность корректно их обрабатывать.

Тестирование системы в экстремальных условиях подразумевает испытания при разных погодных условиях (дождь, снег, жара и др.), а также в ночное время.

Преимущество такого подхода в его управляемости и воспроизводимости. Недостатком является высокая стоимость создания полигона, настройки отслеживания и запуска тестовых сценариев. Кроме того, не все условия прогноза выполнимы. Тестирование на полигоне не способно воспроизвести все возможные ситуации, с которыми столкнется БТС в реальной среде эксплуатации.

Тестирование в условиях реальной среды более эффективно с точки зрения отработки сценариев или условий, которые не были запланированы разработчиками БТС. Однако такой подход опасен для других транспортных средств и людей. Он тяжело воспроизведим, так как сложно оценить вероятность различных событий, влияющих на сценарии, ведь некоторые события могут произойти, а некоторые нет. Для полного учета возможных сценариев БТС должны наездить сотни тысяч километров, что непрактично, дорогостояще и сложно реализуемо.

Моделирование системы БТС можно разделить на методы: полностью виртуальной симуляции (Full virtual); аппаратного моделиро-

ования в цикле (HIL); моделирования системы в цикле (SIL).

*Метод полностью виртуальной симуляции* – это когда конечная среда функционирования системы моделируется с помощью виртуального симулятора вместе с возможными физическими компонентами самой системы. В этом случае входные данные реальной среды функционирования заменяются входными данными, созданными симулятором. Выходные данные могут оцениваться «как есть» или имитироваться виртуальной моделью системы. В таком подходе примеры моделируются реальными ситуациями.

Тестируемое БТС в среде заменяется виртуальной моделью, в то время как другие модели в симуляторе имитируют другие транспортные средства в моделируемой ситуации. Тестируемая система перемещается среди моделей реальных компонентов окружающей среды, а симулятор следит за нарушением виртуальной моделью заявленных ограничений по безопасности и информирует об инцидентах. Тестовые примеры могут передаваться в виде онтологии или набора ограничений, из которых симулятор извлекает различные ситуации комбинаторным образом [3], также тесты могут быть разработаны вручную. Среда тестирования может контролироваться до уровня, позволяющего воспроизводить сценарии тестирования с конкретными условиями, включая время, положение БТС на полотне, наличие препятствий, топологию колеи, освещение, погодные условия и др.

Пример такого метода моделирования – разработка детализированной модели железнодорожной инфраструктуры, включающей пути, станции, сигнальные системы и элементы инфраструктуры.

В процессе базового тестирования осуществляется виртуальный запуск БТС по простым маршрутам для проверки основных функций, таких как старт, остановка, ускорение и торможение; оценка способности системы следовать расписанию и останавливаться на станциях.

При тестировании под нагрузкой имитируется движение нескольких поездов на одном участке пути для проверки способности БТС управлять движе-

нием в условиях высокой загруженности; оценивается работа системы в условиях ограниченной видимости и при наличии препятствий на пути.

Аварийные сценарии подразумевают моделирование различных нештатных ситуаций, таких как: внезапное появление препятствий, неисправности оборудования и экстренные торможения, проверка реакции системы на аварийные сигналы и ее способность обеспечить безопасность пассажиров.

Другим примером является внедрение ошибок в программное обеспечение или некоторые установленные сценарии тестирования, чтобы найти компоненты и тестовые примеры, которые наиболее подвержены ошибкам [4].

Тем самым полностью виртуальное моделирование делает проверку критически важных систем безопасности более эффективной, поскольку их функциональность может быть протестирована в потенциально опасных ситуациях без реальной угрозы безопасности, позволяет моделировать любые погодные и иные условия, которые в реальной среде было бы крайне сложно протестировать [5].

При *аппаратном моделировании в цикле* конечная среда функционирования системы БТС имитируется с помощью виртуального симулятора или некоторых других искусственных средств [6]. В отличие от полностью виртуального моделирования в настройку включены проверки для обработки входных или выходных данных не виртуальных компонентов системы. Все системы в этой категории являются киберфизическими.

Аппаратное моделирование в цикле во многих отношениях сравнимо с полностью виртуальным моделированием. Основное преимущество данного подхода в возможности тестирования реального взаимодействия оборудования с виртуальной моделью, что позволит обеспечить более высокий уровень реализма. Также аппаратное моделирование поможет выявить возможные проблемы с физическим оборудованием, например, неисправность или задержка в работе сенсоров. Однако, по сравнению с полностью виртуальным моделированием, ошибки могут быть внедрены как в аппаратное, так

и программное обеспечение при моделировании HIL.

Моделирование системы в цикле SIL может быть проведено путем выбора предлагаемых ключевых функций и задач, с которыми может столкнуться система БТС, а также создания среды для их моделирования. Среда может быть и виртуальной [7]. В отличие от полностью виртуального моделирования, используется вся система, а не только ее программное обеспечение. По сути, виртуальные входные данные передаются всей системе, а ее поведение наблюдается в режиме реального времени. Преимущества моделирования SIL в безопасности и точности оценки. Как и в случае с другими методами валидации, тесты могут проводиться даже в сценариях, опасных для системы БТС или других участников в реальных условиях [8]. С одной стороны, наличие полной системы в процессе валидации дает более точную картину того, как она будет вести себя в сценариях валидации. С другой – потребность в реальных участниках усложняет процесс по сравнению с другими методами валидации. Кроме того, необходимо обеспечить надежную среду функционирования.

Главная особенность экспериментального заключения как метода валидации заключается в том, что специалисты и эксперты по проведению валидации не входят в команду и проект, ответственный за БТС, а привлекаются извне. Основное внимание уделяется не тщательному тестированию, а представлениям эксперта о важных аспектах функционирования системы. Он не обязательно является экспертом в области разработки программного обеспечения или искусственного интеллекта, а скорее выступает экспертом в прикладной области, например, предполагаемым конечным пользователем.

Также может использоваться подход Bug Bounty для привлечения внешних специалистов и тестирования на площадке Bug Bounty. Этот вид валидации, скорее всего, сопряжен с теми же проблемами, что и испытания. В особых случаях представление системы в приемлемом виде может оказаться трудоемким. Кроме того, если эксперт представ-

ляет конечного пользователя, а не является членом производственной команды, планирование сеансов проверки может оказаться проблематичным. В качестве преимущества более незрелые системы могут получить ценную обратную связь о продолжении разработки.

В зависимости от конкретных требований и целей валидации, различные методы могут быть комбинированы или модифицированы для достижения оптимальных результатов.

Помимо валидации искусственного интеллекта в виде метода моделирования важным аспектом его безопасности служит такая характеристика как объяснимость. Понимание и объяснимость алгоритмов делают их более доступными, что также помогает повысить надежность и безопасность применения данной технологии.

Таким образом, наиболее важными аспектами являются объяснимость и точность (оценка вероятности).

Алгоритмы принятия решений БТС, основанные на ИИ, считаются объяснимыми, если принятые ими решение понятно человеку. Иными словами, решения поняты разработчику или тестировщику, а затем объяснены, например, конечному пользователю-оператору. Также, чтобы алгоритмы принятия решений были полностью объяснимыми они должны быть: глобально объяснимыми, т.е. оператор мог бы определить важность функций для обученной модели; локально объяснимыми, когда оператор мог бы объяснить, почему алгоритм принятия решений выдает определенный результат (прогноз) для определенных входных данных в систему восприятия БТС.

Алгоритмы восприятия БТС в дополнение к прогностическому результату предоставляют вероятность этого прогноза, которая может быть интерпретирована как уровень точности. Если алгоритм восприятия БТС, выполняющий классификацию, предсказывает, что изображение знака «Стоп» действительно является изображением знака «Стоп» с точностью 93 %, то можно сказать, что алгоритм имеет «классификацию с высокой точностью». В противном случае, если бы предсказание было с точностью 55 %, можно

было бы сказать, что алгоритм имеет «классификацию с низкой точностью». При этом важно отметить, что характеристика точности не является единственно необходимой, так как точность алгоритма не является характеристикой достоверности результата, что показывают многие исследования, направленные на проблему состязательных примеров в алгоритмах ИИ.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Waymo Safety Report. February 2021; pp. 48. URL <https://storage.googleapis.com/waymo-uploads/files/documents/safety/2021-12-waymo-safety-report.pdf> (дата обращения 12.10.2024).
2. Общие подходы к доказательству безопасности автономных систем / Розенберг Е.Н., Попов П.А., Талалаев Д.В., Ольшанский А.М., Бояринова Н.А. // Автоматика, связь, информатика. – 2022. – № 1. – С. 2–9. – DOI 10.34649/AT.2022.1.1.001. – EDN SGHYWQ.
3. Dondrup C, Bellotto N, Jovan F, Hanheide M. Real-time multisensor people tracking for human-robot spatial interaction. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA); 2015.
4. Li Y., Tao J., Wotawa F. Ontology-based test generation for automated and autonomous driving functions // Information and Software Technology. 2020. Vol. 117. 106200. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.106200>.
5. S. ML-Based fault injection for autonomous vehicles : a case for Bayesian fault injection / Jha et al. // 2019 49th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN). 2019. P. 112–124. DOI: [10.1109/DSN.2019.00025](https://doi.org/10.1109/DSN.2019.00025)
6. Y. Zhang, L. Guo, B. Gao, T. Qu and H. Chen, «Deterministic Promotion Reinforcement Learning Applied to Longitudinal Velocity Control for Automated Vehicles», in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 1, pp. 338–348, Jan. 2020, DOI: [10.1109/TVT.2019.2955959](https://doi.org/10.1109/TVT.2019.2955959).
7. A Retargetable Fault Injection Framework for Safety Validation of Autonomous Vehicles / Y. Fu, A. Terechko, T. Bijlsma, P.J.L. Cuijpers, J. Redegeld, A.O. Örs // 2019 IEEE International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C). Hamburg, 2019. P. 69–76. DOI: [10.1109/ICSA-C.2019.00020](https://doi.org/10.1109/ICSA-C.2019.00020).
8. Traffic participants in the loop: a mixed reality-based interaction testbed for the verification and validation of autonomous vehicles / M.R. Zofka et al. // 2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Maui, HI, 2018. P. 3583–3590. DOI: [10.1109/ITSC.2018.8569226](https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569226).

# ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ



**КОНОПЕЛЬКИН**  
Олег Эдуардович,  
ОАО «РЖД», Централь-  
ная станция связи,  
Новосибирская дирекция  
связи, главный инженер,  
г. Новосибирск, Россия



**КОМПАНЦЕВА**  
Евгения Владимировна,  
ОАО «РЖД», Централь-  
ная станция связи, Ново-  
сибирская дирекция связи,  
ведущий инженер,  
г. Новосибирск, Россия



**КОНДРАТЬЕВ**  
Виталий Анатольевич,  
ОАО «РЖД», Централь-  
ная станция связи,  
Новосибирская дирекция  
связи, ведущий технолог,  
г. Новосибирск, Россия

**Охрана окружающей среды – одна из ключевых задач бизнеса. В современном мире, где вопросы экологии выходят на первый план, ответственность бизнеса перед природой и обществом становится не просто формальностью, а важнейшим элементом устойчивого развития.** Холдинг «РЖД», являясь крупнейшей транспортной компанией страны, уделяет особое внимание экологической безопасности и минимизации негативного воздействия на природу. Структурные подразделения Центральной станции связи тоже не остаются в стороне от «зеленой повестки». В статье рассказывается об опыте работы в области природоохранной деятельности на полигоне Новосибирской дирекции связи.

■ Известно, что железнодорожный транспорт в последнее десятилетие стал одним из самых экологичных видов перевозок, но ОАО «РЖД» продолжает работать над сокращением углеродного следа. Так, Новосибирская дирекция связи ежегодно сокращает выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

В Алтайском региональном центре связи совместно с Западно-Сибирским центром охраны окружающей среды реализован проект бережливого производства по выводу из эксплуатации дизель-генераторной установки на станции Алтайская. Сотрудники этого РЦС выполнили работы по переключению оборудования связи на резерв от источников бесперебойного питания, что дало возможность не только уменьшить затраты на обслуживание установки, но и снизить количество выбросов в атмосферу, образовавшихся от дизель-генераторной установки.

Одним из инструментов по развитию инженерной деятельности в дирекции с 2021 г. является процессный подход, который позволяет снижать затраты, сокращать время процессов и выявлять дополнительные экономические и технологические эффекты.

За последние четыре года были внедрены 43 проекта бережливого производства, из них 21 с экологической эффективностью. При реализации этих проектов были определены три направления для повышения экологической эффективности:

оптимизация маршрутов движения служебного автомобильного транспорта,  
рационализация использования стационарных дизельных агрегатов,  
modернизация устройств электропитания (источников бесперебойного питания, аккумуляторных батарей).

При этом более половины ежегодно реализовывавшихся проектов давали как технологический, так и экологический эффект.

Внедренные проекты позволили сократить выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов, исключить негативное воздействие отходов производства и потребления на окружающую среду (при утилизации аккумуляторных батарей). Экономический эффект от внедрения проектов бережливого производства за последние три года составил более 3 млн руб., из которых 2 млн руб. за счет проектов с экологической эффективностью.

Подразделения Новосибирской дирекции связи внедряют систему раздельного сбора мусора и безбумажные технологии. В течение прошлого года во вторичную переработку было сдано более 5 т макулатуры, 32 т металломата и 0,013 т пластика. Региональные центры связи ведут масштабную работу по уменьшению воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду, выполняют ана-



Электромеханик Ю.А. Калганова – участник экологической акции «Лес – планете!»



Специалисты Новосибирского РЦС Л.Б. Лепп и Н.В. Васильева на субботнике в детском лагере



Во время уборки территории у Дома связи на станции Барнаул

лиз технологических процессов с целью выявления отходов для вторичного оборота. Вместе с этими отходами на утилизацию отправляется пришедшая в негодность спецодежда, а также огнетушители, утратившие потребительские свойства.

Дирекция активно взаимодействует с общественными организациями и государственными структурами, проводит экологические акции «Зеленая пятница» и «Сохраним лес», направляет сотрудников на обучение. В специализированных центрах, таких как Корпоративный университет ОАО «РЖД» и Начально-производственный центр охраны окружающей среды, прошли обучение 14 руководителей и 35 специалистов РЦС и дирекции связи.

Начальник дирекции Е.А. Киршов много сил прилагает к тому, чтобы в каждом сотруднике пробудить бережное отношение к окружающей среде. Он постоянно подчеркивает, что экология – это не просто пункт в отчете, а один из фундаментов развития предприятия. Поэтому каждый руководитель обязан в совершенстве знать основы экологии, поскольку от ее состояния зависит не только успех предприятия, но и здоровье планеты, которое сегодняшние жители должны передать следующему поколению.

В прошлом году работники дирекции и РЦС посадили более 500 саженцев в Омском, Новосибирском, Кузбасском и Алтайском регионах. Уже несколько лет в Алтайском регионе проводится уникальная акция по восстановлению реликтового бора, признанного объектом наследия ЮНЕСКО. В этой акции сотрудники Алтайского РЦС приняли самое активное участие.

Все проводимые субботники и акции – это не только меры проявления заботы о сохранении природы, но и корпоративные мероприятия в неформальной обстановке, направленные на сплочение коллектива, воспитание ответственного отношения к окружающей среде. Во время субботников в порядок приводятся рабочие места и территория железнодорожных станций и перегонов. Кроме того, осуществляются мероприятия по оказанию помощи ветеранам. Их опыт и труд лежат в основе формирования современной железной дороги, и поэтому важно проявлять к ним внимание и заботу не на словах, а на деле.

Новосибирские связисты принимают активное участие в волонтерских экологических акциях. Так, Виталий и Елена Кондратьевы в 2021 г. участвовали в корпоративной акции «Чистые берега Байкала». В составе отряда волонтеров ОАО «РЖД» они наводили

порядок на берегу Байкала, отправив на утилизацию около 50 куб. м собранного по технологии раздельного сбора мусора, и оборудовали несколько пикниковых зон для местных жителей. Затем в следующем году Виталий Кондратьев был участником экологических смен на особо охраняемых природных территориях в национальных парках «Кодар» (Забайкальский край), «Таганай» (Челябинская область). Волонтеры экологических смен занимались расчисткой туристических маршрутов в горной местности, вырубали кустарники вдоль туристических троп.

Кроме того, сотрудники структурных подразделений дирекции ежегодно принимают участие во всероссийских акциях «Вода России», экологическом общественном движении по очистке от мусора местной природной среды «Чистые игры». Они, очищая парки, скверы, береговую линию рек, дарят природе частичку своей заботы, вносят вклад в общее экологическое дело. Каждый мешок, наполненный отходами, – это шаг к сохранению уникальной красоты нашей страны. При этом даже небольшие действия способны изменить мир к лучшему.

На современном этапе вопросы экологии перестали быть просто трендом – они стали необходимостью. Сотрудники дирекции доказывают свою ответственность перед природой реальными делами, что подтверждается рейтинговой оценкой на корпоративном уровне. По итогам прошлого года дирекция заняла второе место в рейтинге экологической эффективности Западно-Сибирской дороги и Центральной станции связи. Впереди – новые цели и еще больше возможностей доказать делом, что экология – это не просто слово, а часть нашей работы.

Таким образом, на примере дирекции видно, что производственные предприятия могут проявлять ответственное отношение к природе. Внедрение «зеленых» технологий, рациональное использование ресурсов, снижение выбросов и переработка отходов – это не только шаги в сторону экологической безопасности, а инвестиции в будущее. Коллектив дирекции уже многое достиг, но сотрудники считают, что дорога к «зеленому» будущему будет продолжаться и в дальнейшем. Ведь сохранение окружающей среды – общая задача, требующая участия в ее решении каждого человека: как руководителей, так и рядовых сотрудников. Только объединив усилия, можно обеспечить гармонию между промышленным прогрессом и здоровым состоянием природы.



КАРПОВА

Ольга Алексеевна,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Служба тех-  
нологического обеспечения  
и промышленной безопас-  
ности, ведущий инженер,  
Москва, Россия

**В процессе производственной деятельности ОАО «РЖД», одного из крупнейших потребителей энергетических ресурсов в стране, затраты на них составляют значительную часть общих расходов компании. Вместе с тем, согласно Федеральному закону от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...», компания обязана обеспечивать реализацию программ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Статья рассказывает о том, что сделано в этой области в функциональных филиалах и структурных подразделениях холдинга «РЖД», включая Центральную станцию связи.**

# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – НОРМА НАШЕЙ ЖИЗНИ

■ Для мониторинга выполнения организационно-технических мероприятий (ОТМ) по энергосбережению и повышению энергетической эффективности структурных подразделений ОАО «РЖД» специалисты АО «НИИАС» в 2013 г. разработали и совместно с ЦСС осуществили опытную эксплуатацию автоматизированной информационной системы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ОАО «РЖД» АИС «Энергоэффективность». После устранения замечаний и расширения функционала система была введена в постоянную эксплуатацию. Причем за высокое качество продукции АИС «Энергоэффективность» в 2014 г. была удостоена диплома победителя Московского регионального конкурса «100 лучших товаров России».

За прошедшие годы в связи с изменившимися условиями работы, появлением новых требований законодательства и усилением контроля в сфере энергосбережения АИС «Энергоэффективность» была усовершенствована. Она наполнилась новыми данными для всестороннего анализа энергоэффективности функциональных филиалов ОАО «РЖД», в том числе ЦСС и компаний в целом. Дополнительно включены разделы по нормативно-справочной информации, контрольным параметрам по объемам экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), отчеты и аналитика, личный кабинет, новости, а также раздел «О системе», содержащий документы, учебные, информационные и демонстрационные материалы, материалы сетевых школ и др.

В целях повышения качества планирования и достоверности отчетов о выполнении структурными подразделениями филиалов ОАО «РЖД» Программы энергосбережения и повышения энерге-

тической эффективности были утверждены единые методики расчета эффекта от реализации организационно-технических мероприятий для формирования планов и отчетов в АИС «Энергоэффективность».

Изначально обязательное энергетическое обследование структурных подразделений ОАО РЖД как организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, выполнялось сторонними организациями на основе расходных договоров один раз в пять лет, в 2012 и 2017 гг. В начале 2021 г. было разработано Положение о порядке проведения энергоаудитов объектов ОАО «РЖД» специалистами топливно-энергетических центров железных дорог (НТЭЦ). Календарный план энергоаудитов формировался так, чтобы все структурные подразделения, расположенные в границах соответствующего полигона, подвергались проверке с той же периодичностью, как при обязательном энергетическом обследовании – не реже одного раза в пять лет.

Для устранения замечаний, отмеченных в процессе аудита, должен составляться перечень работ, учитываемых в плане организационно-технических мероприятий. Так, в план ОТМ ЦСС включаются:

кросс-функциональные мероприятия (реализуются одним филиалом ОАО «РЖД», а весь эффект или его часть относится по системе бюджетного управления на другие филиалы);

инвестиционные, инновационные, затратные и организационные мероприятия;

реализация проектов бережливого производства с эффектом экономии ТЭР и энергосервисных контрактов.

При этом, приоритет отдается проектам, обеспечивающим максимальный вклад в экономию



Пример альтернативных источников энергии

энергоресурсов и демонстрирующим эффективное использование эксплуатационных и инвестиционных расходов.

В прошлом году в ЦСС наибольшая доля вклада в энергосбережение достигнута благодаря экономии электрической и тепловой энергии (64,2 и 5,2 % соответственно), бензина (29,5 %) и других видов ТЭР. Причем эти цифры из года в год изменяются незначительно.

Анализируя действенность мероприятий, реализуемых ЦСС, можно отметить, что до 2017 г. максимальный эффект от них в части экономии электрической энергии достигался за счет выполнения в основном затратных мероприятий. Это: установка приборов учета энергоресурсов, модернизация технологического оборудования, замена оконных блоков на стеклопакеты и ламп накаливания на компактные люминесцентные, утепление крыш и перекрытий, герметизация стыков панелей. Они были разработаны и выполнены в 2012 г. по результатам первого обязательного обследования. Их реализация позволила исключить нерациональный расход энергетических ресурсов в процессе эксплуатации зданий, строений и сооружений.

В последующие годы затратные мероприятия были сведены к минимуму, им на смену пришли по большей части оптимизационные процедуры. К примеру, были оптимизированы режимы работы систем отопления и внутреннего освещения, а также теплогене-

рирующего оборудования, систем вентиляции и кондиционирования и др. Вместе с этим во исполнение требований Постановления правительства Российской Федерации от 27.09.2016 г. № 971 по увеличению числа светодиодных осветительных устройств до уровня не менее 75 % от их общего объема, было реализовано такое затратное мероприятие, как установка светодиодных систем освещения. Подразделения ЦСС выполнили установку таких устройств в 2020 г. на 78 %, а спустя два года оснастили ими все объекты балансовой принадлежности филиала. Благодаря реализации этого мероприятия, суммарная экономия в период с 2016 по 2022 гг. составила почти 1,65 млн кВт·ч электрической энергии и более 6 млн руб.

Немаловажное значение имеет и такой ключевой показатель эффективности (КПЭ) в области технической эксплуатации зданий и сооружений, как энергоемкость. Она определяется отношением годового количества потребленной электрической и тепловой энергии на техническую эксплуатацию к общей площади здания. При этом, под технической эксплуатацией здания (сооружения) понимается комплекс мероприятий по его эксплуатации, текущему содержанию, ремонту, обновлению и техническому оснащению. Данный КПЭ применяется в качестве инструмента эффективного управления процессом технической эксплуатации зданий и сооружений, контроля за до-

стижением параметров, установленных «Стратегией технической эксплуатации зданий и сооружений ОАО «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года», утвержденной 22.04.2021 г. № 896/р.

Прозрачность учета энергоресурсов и исполнения намеченных мероприятий дает возможность структурным подразделениям ЦСС на высоком уровне организовывать и осуществлять единую техническую политику в части энергосберегающей деятельности. Благодаря этому филиал последние три года занимает лидирующую позицию в рейтинговой оценке деятельности главных инженеров железных дорог и филиалов ОАО «РЖД» по показателю «Выполнение программы энергосбережения». Популяризация энергосберегающего образа деятельности и жизни показывает важность и необходимость рационального использования энергоресурсов, результатом чего является многомиллионная ежегодная экономия ресурсов и бюджета компании.

Следует отметить, что в настоящее время все большее распространение находят альтернативные источники энергии. Они тщечно применяются и на объектах ОАО «РЖД». В основном это солнечная и ветровая генерация энергии, водородная энергетика, а также использование тепловых насосов – машин, которые поглощают низко потенциальную теплоту естественного происхождения (наружный воздух; тепло грунтовых, артезианских и термальных вод; воды рек, озер, морей и других природных водоемов) из окружающей среды. Однако широкое распространение альтернативных источников энергии сдерживается из-за высокой стоимости их строительства и обслуживания, а также зависимости от географических и климатических условий. Тем не менее, такие источники энергии играют важную роль в решении экологических проблем, позволяя уменьшить выбросы парниковых газов и других составляющих, которые приводят к нарушению озонового слоя и кислотным дождям, и снизить зависимость от невозобновляемых источников энергии.

# СИЛА НАСТАВНИЧЕСТВА



**СИМОНЕНКО**  
Мария Васильевна,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станица связи, Московская  
дирекция связи, отдел  
экономики и финансов,  
ведущий экономист по ор-  
ганизации и нормированию  
труда, Москва, Россия



**ФРОЛОЧКИНА**  
Анастасия Александровна,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станица связи, Московская  
дирекция связи, Тульский  
РЦС, инженер по организа-  
ции и нормированию труда,  
г. Тула, Россия

**Наставничество – эффективный способ передачи знаний и быстрой адаптации навыков со-трудников под требования компании.** В марте этого года в Трудовой кодекс РФ добавлена статья 351.8, которая вывела наставничество на новый уровень: из неформальной практики в официальную трудовую функцию с гарантированной оплатой. Поправки в ТК РФ, вступившие в силу, определяют наставничество не только формальной обязанностью, но и полноценно оплачиваемым трудом. Новый закон обеспечивает прозрачность взаимоотношений между работодателями и наставниками, а также делает этот институт более привлекательным.

■ Сотрудники любой компании представляют собой главный ресурс, без которого невозможна реализация бизнес-процессов. Чтобы команда работала эффективно и выдавала стабильный результат, важно уделять больше внимания ее обучению и развитию. А как грамотно построить процесс передачи знаний?

Наставники – настоящие проводники молодых специалистов в мире железнодорожного транспорта. Они делятся своим опытом, знаниями и навыками, помогают адаптироваться, изучать традиции, правила и специфику работы, способствуют профессиональному самосовершенствованию, раскрытию сильных сторон нового работника. Причем наставник не обязательно должен иметь значительный трудовой стаж, но обязательно должен обладать профессиональными компетенциями. Для наставника также важно проявлять лояльность и разделять корпоративные ценности, потому что через общение с ним обучаемый осваивает принципы взаимодействия с компанией в целом.

Обучение молодых кадров – занятие трудоемкое, но очень эффективное. Не вызывает сомнений, что чем лучше новичок освоит нюансы специфики работы и адаптируется, тем быстрее начнет приносить пользу предприятию. Стойкая и отложенная система передачи знаний помогает избавиться от многих проблем и наладить четкое взаимодействие внутри подразделения. При этом у сотрудников значительно повышается осознанность, чувство ответственности, пропадает необходимость скрывать пробелы в знаниях. Возникающие проблемы могут служить поводом для освежения в памяти того или иного алгоритма работы или изменения последовательности действий, чтобы подобные случаи больше не возникали. Обучение становится не обязательно-принудительным мероприятием, а осознанной необходимостью, и подразделения самостоятельно могут формулировать запросы на тематические программы.

У наставника должен быть большой багаж знаний и навыков, чтобы делиться им с другими. К примеру, он должен обладать высокими профессиональными и коммуникативными навыками, стабильными и высокими показателями в работе, желанием и способностью делиться опытом, аналитическим мышлением, лояльностью к компании и др.

Практика наставничества существует достаточно давно. Так, первый документ, «Положение о наставничестве», регламентирующий наставническую деятельность в ОАО «РЖД», был создан в 2006 г., а в прошлом году впервые проведен конкурс на звание лучшего наставника. Профессиональное наставничество исторически является сильной стороной железнодорожников. Ведь для них очень важно сохранить цепочку передачи знаний предыдущих поколений. Сегодня практически каждый восьмой сотрудник компании готов передавать накопленный профессиональный опыт. Система профессионального наставничества должна отвечать вызовам времени и совершенствоваться.

В ОАО «РЖД» сформирована система наставничества, которая состоит из трех больших направлений: профессионального, управленческого и молодежного. Компания стремительно набирает обороты в совершенствовании методов наставничества. В прошлом году более 150 работников получили знак «Наставник ОАО «РЖД», а на Сервисном портале был организован доступ к функционалу профессионального наставничества, который сейчас насчитывает более 32 тыс. сотрудников. Возможности сервиса достаточно широки и включают в себя общение в формате личных сообщений, консультации экспертов по разным вопросам и др.

Однако практика показывает, что в настоящее время, к сожалению, не существует площадки для межотраслевого обмена опытом и лучшими практи-



Наставник П.В. Логинов

ками наставничества в стране, имеет место разобщенность профессионального сообщества в данной сфере.

В Московской дирекции связи уделяется большое внимание деятельности наставников. Благодаря им в коллективе идет развитие культуры безопасности. В результате подведения итогов конкурса на звание лучшего наставника Центральной станции связи, где в финальном этапе принимали участие 16 человек, почетное второе место занял старший электромеханик Московско-Рязанского РЦС П.В. Логинов. За плечами Павла Владимировича 15 лет непрерывной работы в подразделении. Он профессионал своего дела, опытный и ответственный специалист, скрупулезно, шаг за шагом, обучает новое поколение связевым премудростям, передает им свои знания, активно участвует в их трудовой и общественной жизни. В программу адаптации молодых специалистов он включает вопросы по изучению норм и регламентов, а также принципов организации технического обслуживания объектов; освоение практических навыков; внедрение стандартов качества; ознакомление с основными функциями занимаемой должности, правами и обязанностями работника.

За эффективную трудовую деятельность П.В. Логинов награжден именными часами начальника Московско-Курского территориального управления, удостоен Почетной грамоты начальника Московской дороги и Благодарности начальника Московской дирекции связи.

В Тульском региональном центре связи одним из самых активных наставников является старший электромеханик участка линейно-эксплуатационных бригад П.В. Новожилов. В этом РЦС он трудится без малого 20 лет. За прошедшие годы Павел Вячеславович в совершенстве освоил профессию, постоянно занимается самообразованием, способствуя тем самым повышению своего профессионального мастерства. Он развивает у молодых специалистов чувство ответственности за выполняемое дело, делится с ними опытом и знаниями, помогает осваивать связевые навыки. Новички все время находятся в фокусе его внимания, он объясняет им тонкости методов и приемов работы, передает опыт, делится практическими знаниями. Благодаря его наставничеству профессионалами стали пять молодых специалистов.

Вместе с этим Павел Вячеславович является общественным инспектором по безопасности движения поездов и активным рационализатором. На его счету большое количество рационализаторских предложений, которые, как правило, касаются улучшения работы устройств связи, снижения расхода электроэнергии, мониторинга системы электропитания АТС и др.

За разработку и использование наибольшего числа рационализаторских предложений в прошлом году П.В. Новожилову было присвоено звание «Лучший рационализатор на Московской железной дороге».

В заключение отметим, что сегодня наставничество наиболее часто используется по своему основному профилю – профессиональному развитию сотрудников. Однако оно имеет более широкие возможности для применения, к примеру, для передачи культурных традиций, повышения сплоченности коллектива, усиления мотивации сотрудников и др.

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

### КОМПЛЕКС УСЛУГ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА



**ЭЛТ ЗА**  
ОБЪЕДИНЕННЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ



**ЖИЛЯЕВ**  
Андрей Геннадьевич,  
ОАО «РЖД», ЦДИ, Московская  
дирекция инфраструктуры,  
Орловско-Курская дистанция СЦБ,  
электромеханик, г. Орёл, Россия

## СТАРЕЙШИЙ РТУ НА СЕТИ

Ремонтно-технологический участок Орловско-Курской дистанции сигнализации, централизации и блокировки один из старейших на сети дорог. Он был сформирован на базе дистанции с начала ее существования в 1933 г. Численность работников участка в то время составляла пять человек. О сегодняшней деятельности РТУ и его коллективе рассказано в статье.

■ Начало развития отечественных устройств СЦБ, реализованных на электротехнических принципах обеспечения зависимостей стрелок и сигналов, относится к 30-м годам прошлого века. Основу таких устройств составляли электромагнитные реле 1-го класса надежности и рельсовые цепи. Для проверки и ремонта релейной аппаратуры СЦБ при дистанциях стали организовывать контрольно-измерительные пункты. КИПы фактически стали лабораториями дистанций, которые проводили сложные проверки и измерения, помогали основному эксплуатационному штату. КИПы оснащали испытательными стендами, измерительной аппаратурой и инструментом для регулировки и ремонта приборов.

В те годы в созданный ремонтно-технологический участок дистанции входили группы по ремонту и техническому обслуживанию механизмов ручного управления стрелками и сигналами (электрорезисторная сигнализация), релейной аппаратуры (оборудование, имеющее контакты), бесконтактной аппаратуры (предохранители, трансформаторы), устройств связи (телефон, телеграф).

Первые послевоенные годы характеризовались интенсивным развитием систем управления движением поездов. Это в значительной степени было обусловлено необходимостью увеличения пропускной способности участков железных дорог и перерабатывающей способности сортировочных станций в связи с ростом объемов перевозок грузов и пассажиров. При этом развивалась и техническая оснащенность дистанции, появлялись новые участки по ремонту аппаратуры (автоматика вокзала, радио, автостоп и др.).

Сегодня Орловско-Курская дистанция СЦБ является отраслевым линейным предприятием службы автоматики и телемеханики Московской дирекции инфраструктуры. Это сплоченный коллектив численностью 124 человека, который не раз признавался победителем в отраслевых соревнованиях среди коллективов структурных подразделений не только Московской дороги, но и на сетевом уровне.

За долгий период существования дистанции неоднократно проводилась модернизация устройств СЦБ, возрастало и количество аппаратуры ЖАТ, надежность которой обеспечивал и обеспечивает ремонтно-технологический участок.

Сегодня штат РТУ насчитывает 22 сотрудника. На станции Орёл находятся бригады по ремонту реле и релейных блоков, а также по измерению параметров и ремонту кабельных линий во главе со старшим электромехаником С.Е. Кащавцевым. На станции Верховье базируются бригады по новым работам и централизованной замене приборов и по ремонту электронной аппаратуры и приборов защиты под руководством старшего электромеханика Г.В. Прилепского.

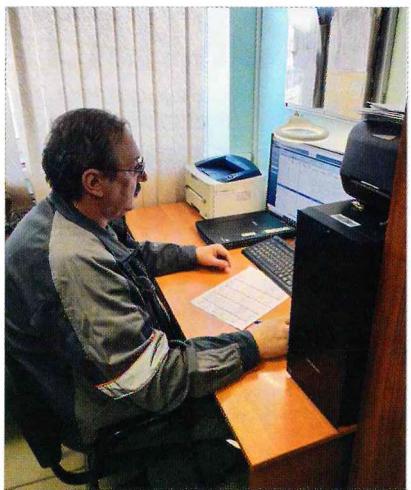
Ремонтно-технологический участок оснащен микропроцессорными аппаратно-программными комплексами на базе ЭВМ: прибор АПК-ТРЦ предназначен для проверки аппаратуры тональных рельсовых цепей, комплекс ИВК СИРБК – для испытания блочной аппаратуры в автоматическом режиме, комплекс ИАПК РТУ Б-60 – для проверки блоков железнодорожной автоматики и др. Эти устройства не только обеспечивают всестороннюю проверку аппаратуры ЖАТ, но и осуществляют функции учета приборов и планирования работы участков РТУ (КЗ УП-РТУ) системы АСУ-Ш-2 с использованием технологии штрихкодирования.



Студенты ПГУПС в РТУ Орёл



И.А. Карапаева производит регулировку контактной системы блока электрической централизации



А.А. Попков ведет учет приборов ЖАТ в программе РТУ-ВЭБ

Специалисты РТУ принимают активное участие в рационализаторской деятельности дистанции. Так, в прошлом году они подали восемь предложений, направленных на повышение производительности труда, качества проверки, регулировки и ремонта аппаратуры, обеспечивающей безопасность движения поездов.

Среди предложений можно выделить наиболее значимые рационализаторские изобретения.

Стенд для проверки кодового путевого приемника-десифратора ПДК-М, сконструированный электромеханиками А.Н. Жбанковым и Р.В. Бурсовым, позволяет выполнять качественную проверку ПДК-М.

Инфракрасный паяльник, предложенный электромехаником А.В. Ермишкиным, дает возможность производить пайку мельчайших электронных компонентов и способен заменить дорогостоящую паяльную станцию. Еще одно предложение этого рационализатора – стенд проверки БПС-80, который используется для поиска неисправностей и качественного технического обслуживания блоков питания БПС-80.

В РТУ между работниками действует принцип взаимного доверия. При этом за соблюдение требований охраны труда и взаимного доверия между эксплуатационным персоналом и работодателем коллектив бригады под руководством старшего электромеханика Г.В. Прилепского удостоин «Паспорта доверия».

Для привлечения молодежи сотрудники ремонтно-технологического участка активно взаимодействуют со студентами Орловского филиала ПГУПС, обучающимися по специальности «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте». С будущими СЦБистами регулярно проводятся открытые уроки на производстве, где электромеханики РТУ наглядно демонстрируют свои профессиональные навыки, стараясь заинтересовать молодое поколение. Ежегодно студенты проходят производственную и преддипломную практику на предприятии, в том числе и в РТУ. Кроме того, сотрудники Орловско-Курской дистанции выступают экспертами при проведении демо-экзаменов. Благодаря тесному сотрудничеству дистанции с учебным заведением его выпускники ежегодно пополняют ряды предприятия.

РТУ дистанции может по праву гордиться своими высококвалифицированными кадрами, ответственно

выполняющими профессиональные задачи. Среди них особого внимания заслуживают электромеханик бригады по ремонту реле и релейных блоков И.А. Карапаева и электромеханик бригады по ремонту электронной аппаратуры и приборов защиты А.А. Попков.

Ирина Анатольевна пришла на предприятие в 2005 г. после окончания РГОТУПС по специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». За время своей деятельности она показала не только высокий уровень профессиональных компетенций, но и способность нести ответственность за надежную работу отрегулированной аппаратуры. Причем показателем качества служит отсутствие отказов оборудования в процессе его эксплуатации. Помимо четкого выполнения

своих должностных обязанностей И.А. Карапаева проявляет личную инициативу в решении производственных заданий. Только за последние четыре года она отрегулировала более 5 тыс. единиц релейной аппаратуры разной степени сложности, около 2 тыс. кнопок на станциях и переездах.

Ирина Анатольевна – человек с активной жизненной позицией. Она является душой коллектива, поддерживающая благоприятный морально-психологический климат, что способствует недопущению нарушений трудовой и производственной дисциплины в бригаде. Большой практический опыт, чуткое, заботливое отношение к молодым специалистам и студентам позволили И.А. Карапаевой стать одним из лучших наставников дистанции. Вместе с молодежью она активно участвует в сборе средств и гуманитарной помощи для участников СВО.

Алексей Александрович Попков начал трудовую деятельность на железнодорожном транспорте в 1995 г. в должности электромеханика. Он заочно окончил РГУПС по специальности «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте». Вся его трудовая деятельность связана с улучшением надежности обслуживаемых устройств и обеспечением безопасности движения поездов. Он внес большой вклад в техническое развитие средств ЖАТ в дистанции, а также в производственные процессы ремонтно-технологического участка. А.А. Попков активно участвует в жизни коллектива, охотно делится своим опытом и профессиональными навыками с молодыми работниками, прививая им интерес к выбранной профессии. За долголетний и безупречный труд на железнодорожном транспорте, личный вклад в решение производственных задач он неоднократно поощрялся руководством Московской дороги.

Являясь частью сплоченного коллектива Орловско-Курской дистанции СЦБ под руководством начальника дистанции Сергея Викторовича Черепова, работники РТУ продолжают нести персональную ответственность за надежное функционирование устройств ЖАТ, внося свой вклад в общее дело по обеспечению безопасности движения поездов. Накопленный за долгие годы опыт и освоенные навыки передаются молодым работникам, обеспечивая преемственность поколений.

# РОССИЯ ИЗ ОКНА ПОЕЗДА

Сегодня популярность железнодорожных путешествий по России неуклонно растет благодаря продуманным маршрутам и удобному формату путешествия: на время поездки поезд становится для пассажиров настоящим «отелем на колесах», куда они возвращаются после экскурсий. В статье мы познакомим вас с некоторыми новыми маршрутами туристических поездов.

## «КО ДНЮ ПОБЕДЫ»

*Москва – Волгоград – Москва*

■ Ежегодный событийный поезд «Ко Дню Победы» в этом году сделал два рейса, приуроченных к празднованию 80-летия Победы в Великой Отечественной войне.

Вагоны поезда были тематически оформлены к празднику, а в меню присутствовали «фронтовые блюда» – солдатская каша, щи и бутерброды с ржаным хлебом.

К 9 мая Волгоград превращается в центр торжеств и памятных мероприятий. День путешественники провели в городе, знакомясь с его достопримечательностями и памятными местами.

За время путешествия туристы взошли на Мамаев курган – место, где развернулось одно из ключевых сражений войны, увидели знаменитый монумент «Родина-мать зовет!» и посетили музей-панораму «Сталинградская битва», Аллею Героев, площадь Павших Борцов и другие военно-исторические места и памятники города-героя.

Вечером туристический поезд отправился обратно в столицу.

## «В КОРЕЮ»

*Владивосток – Туманган – Расон – Туманган – Владивосток*

■ Из России в КНДР в первый рейс отправился туристический поезд «В Корею». Запуск поезда приурочен к празднованию 80-летия Победы в ВОВ.

Корейская Народно-Демократическая Республика – одна из самых загадочных и удивительных стран мира с уникальным социалистическим укладом жизни. Посещение КНДР – это редчайший и неоценимый опыт для любого туриста.

На станции Туманган пассажиры пересаживаются в вагоны поезда корейских железных дорог, а в Расоне – в автобусы.

Расон – это красивый курортный город, расположенный на берегу Восточного моря. Здесь активно развивается туризм, много живописных пляжей, а также уникальных древних и современных достопримечательностей.



В г. Кёнсон можно прогуляться вдоль Ембунского побережья, увидеть редкие растения в масштабном лесопитомнике и окунуться в термальные источники.

Название города Чондин буквально переводится как «чистый берег». Это важный индустриальный портовый центр. Туристы могут подняться на сопку Комальсан, откуда открывается красивый вид на порт, и побывать в Музее провинции.

Кроме того, в рамках путешествия есть возможность посетить исторические монументы, посвященные подвигу советских воинов, которые помогли освободить страну от японского милитаризма.

## «ТОБОЛЬСК – КЛЮЧ К СИБИРИ»

■ Тематический туристический поезд «Тобольск – ключ к Сибири» связал Челябинск, Тюмень и Тобольск.

В составе поезда – 10 современных вагонов, оборудованных всем необходимым для комфортной поездки.



Для путешественников подготовлены две программы с посещением главных достопримечательностей Тюмени и Тобольска.

Недалеко от Тобольска находится туристический комплекс «Абалак». Он представляет собой реконструкцию острога времен завоевания Сибири казаками Ермака. Именно на озере Абалак 435 лет назад Ермак разбил десятитысячную армию татарского хана Маметкула.

Здесь царит эпоха средневековой Руси. Можно переночевать в «Воеводских палатах» – настоящем рубленом тереме.

Летом под стенами деревянной крепости проходит международный фестиваль исторической реконструкции «Абалакское поле», где происходят «баталии» витязей и викингов.

В 2008 г. комплекс был признан лучшим туристским проектом России.

Кроме того, внимание туристов привлекает Музей семьи Николая II – дом, где Романовы жили в ссылке восемь месяцев.

Тобольский кремль – единственный каменный кремль в Сибири, уникальный образец сибирского зодчества. В его составе находится Музей «Дворец

наместника», рассказывающий об истории освоения Сибири, начиная с XVII века.

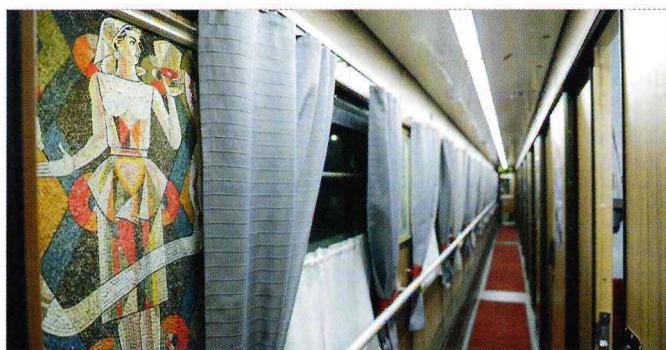
Туристы также могут посетить Тобольскую фабрику художественных косторезных изделий, мастер-класс по сибирским промыслам и увидеть тюменские памятники архитектуры с уникальной домовой резьбой.

#### «ВЫХОДНЫЕ В ДОМБАЕ»

Ростов-на-Дону – Краснодар – Черкесск – Краснодар – Ростов-на-Дону

■ ОАО «РЖД» предлагает пассажирам отправиться в Карачаево-Черкесию на туристическом поезде «Выходные в Домбае».

Железнодорожный тур позволит совместить комфортную поездку в формате «отель на колесах» и насыщенную экскурсионную программу. При оформлении поездки можно выбрать размещение в комфорктабельных вагонах поезда или отдых в гостинице.



За два дня путешественники исследуют горнолыжные курорты Домбай и Архыз, увидят живописное горное озеро Кара-Кель, посетят Тебердинский заповедник, прогуляются по историческому «Нижне-Архызскому Аланскому городищу» и отведают вкуснейшие блюда кавказской кухни.

Тебердинский национальный парк – это сокровищница природы, где можно прогуляться по альпийским лугам, наслаждаясь видами горных хребтов и вершин, и открыть для себя уникальные водопады и озера.

Нижне-Архызское городище – это археологический памятник X–XII вв. Городище заполнено древними постройками и тем, что от них осталось. Здесь есть несколько храмов, в том числе и отлично сохранившиеся до наших дней. На территории городища также выделяют улицы, остатки жилых построек и захоронения.

#### «ЧАЙКОВСКИЙ ЭКСПРЕСС»

Ижевск – Воткинск

■ В честь 185-летия со Дня рождения великого русского композитора П.И. Чайковского Горьковская дорога возобновила курсирование пригородного туристического ретропоезда «Чайковский экспресс».

В его состав входит старинный паровоз Л-3095 и комфорктабельные вагоны, оформленные в дореволюционном стиле. Пассажиров встречают проводники, одетые в форму конца XIX в. Предметы для оформления подбирались у коллекционеров и в антикварных магазинах.

Туристы побывают в г. Воткинск – одном из старейших городов Удмуртии. Он был основан еще в XVIII в. как поселок при железноделательном заводе, а городом стал лишь в 1935 г. Здесь будущий композитор провел детские годы и здесь начал формироваться его музыкальный талант.



В музее-усадьбе П.И. Чайковского гостей ждет театрализованная экскурсия с элементами интерактива, прогулка по парку и знакомство с ее территорией. Один из самых ценных экспонатов – рояль, на котором юный Петр Ильич учился музыке. Также гостям предлагается принять участие в мастер-классе по бальным танцам XIX века и послушать романсы в живом исполнении.

#### «РИЦА»

Москва/Воронеж – Новороссийск – Гагра – Сухум – Сочи (Имеретинский курорт) – Ростов-на-Дону – Воронеж/Москва

■ По традиции в октябре совершается единственный эксклюзивный рейс туристического поезда «Рица» по югу России и Абхазии.

В течение недели туристы увидят знаменитые достопримечательности: крейсер-музей «Михаил Кутузов», виноградники Абрау-Дюрсо, Юпшарский каньон, Новый Афон и жемчужину Абхазии – озеро Рица.

Поездка пройдет в формате «отель на колесах». Туристы могут выбрать вагоны категории «Люкс», СВ или купе. В составе поезда есть вагоны-рестораны, вагон-бар, вагон-зал и вагон-душ.

Приятным бонусом для пассажиров станет возможность посещения вагона-спа, который оборудован инфракрасной сауной и душевыми кабинами.

Кстати, паспортный контроль при пересечении границы с Республикой Абхазией будет проходить во время движения поезда. Пассажирам не придется покидать вагоны.

#### «ВИНОГРАДНЫЙ ЭКСПРЕСС»

Севастополь – Бахчисарай – Инкерман – Севастополь  
Симферополь – Инкерман – Симферополь  
Симферополь – Евпатория – Симферополь

■ «Виноградный Экспресс» – это туристический поезд, который знакомит своих пассажиров с виноделием Крымского полуострова.

В пути туристов сопровождают гид и сомелье. Во время остановок пассажиры посетят местные винодельни, прогуляются по виноградникам и узнают о тонкостях производства вин.

На западном побережье туристы смогут посетить не только винодельню, но и, например, устричную ферму, а также пивоварню, где варят в том числе виноградное пиво.

Вагоны поезда были переоборудованы специально для винного тура. В его составе: вагон-бар, вагон в ретро-стиле, уникальный вагон-ресторан.

Прямо в пути участников тура ждут мастер-классы, викторина, а также дегустация.

НАУМОВА Д.В.

# НОВОСТИ

## КИТАЙ

■ В Китае введены в эксплуатацию туристические поезда CRRC. Трехвагонные составы с全景 окнами курсируют на горном маршруте длиной 20,7 км в окрестностях города Лицзян.



Подвижной состав был представлен весной 2022 г. Он может разгоняться до 70 км/ч и вмещать 351 пассажира. Панорамные окна оснащены электrozатемнением, меняющим степень прозрачности в зависимости от интенсивности солнечного света.

Поезд адаптирован для движения по линиям с большим уклоном и кривыми радиусом до 50 м. Для этого в нем впервые применена шарниро-сочлененная тележка с приводом. Также поезд оснащен гибридной тормозной системой: она сочетает в себе электрическое, гидравлическое и магнитное торможение, позволяющее поезду спускаться более плавно.

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

## КАЗАХСТАН

■ Китайская компания CRRC начала сборку беспилотных поездов для проекта легкого метрополитена Astana LRT.



На заводе в Таншане ведется изготовление кузовов из алюминиевого сплава. В сентябре первые поезда планируется доставить в Астану. Всего в город должно быть поставлено 19 четырехвагонных поездов. Их запуск намечен на начало следующего года.

Тип подвижного состава не раскрывается, однако его параметры соответствуют модели TRITON, ранее поставлявшейся в турецкий Измир. Так, поезда длиной 60 м смогут вмещать более 600 пассажиров и разгоняться до 80 км/ч. Заявляется, что в Астане они будут оснащены системой автоворедения беспилотного уровня GoA4.

Проект Астана LRT прорабатывается с 2011 г. В 2023 г. прокладка линии была возобновлена.

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

## ЯПОНИЯ

■ Японский перевозчик JR East представил дизайн нового поколения высокоскоростных электропоездов серии E10.

Перспективный подвижной состав должен заменить поезда серий E2 и E5, курсирующие на линии Тохоку протяженностью 575,7 км. Относительно них новые составы будут оснащены гасителями горизонтальных колебаний для предотвращения схода во время землетрясений. Также впервые в линейке поездов Shinkansen будет применен самовентилируемый асинхронный двигатель. Дополнительно поезда оснастят тяговыми преобразователями на основе карбида кремния.



Десятивагонные составы должны эксплуатироваться с максимальной скоростью 320 км/ч. В них будет заложена возможность работы в беспилотном режиме. Ожидается, что первые составы выйдут на сеть в 2030 г.

*Источник: [www.railjournal.com](http://www.railjournal.com)*

## ОАЭ

■ В Абу-Даби пройдут испытания пилотируемых электрических аэробакси. Испытательные полеты будут запущены этим летом, чтобы протестировать возможности разработки в условиях высоких температур.

Предполагается, что коммерческая эксплуатация летающих такси сократит 60–90-минутные поездки на машине до 10–30 мин.

В ближайшее время разработчики планируют построить до 10 воздушных такси, три из которых будут предназначены для летных испытаний, а остальные – для пилотной коммерческой эксплуатации.

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

## НОРВЕГИЯ

■ В Осло началось тестирование трамвая CAF с системой технического зрения. Пятисекционный трамвай SL18 (платформа Urbos 100), оснащенный камерами и различными датчиками, запущен в пассажирскую эксплуатацию.

На основе собираемых данных и машинного обучения планируется разработать систему помощи водителю. Предполагается, что она сможет отличать аварийные ситуации от неаварийных, прогнозируя поведение других участников движения. Это позволит предотвращать аварии и избегать экстренного торможения без необходимости. Ранее было протестировано беспилотное движение в депо.

Тестирование продлится до сентября 2026 г. Системой будут оснащены два трамвая.

Технология разрабатывается CAF уже несколько лет. Кроме столицы Норвегии в 2022 г. она тестировалась в испанской Сарагосе.

Источник: [www.sporveien.no](http://www.sporveien.no)

## ШВЕЦИЯ

■ Производитель бортовых систем связи Icomera предлагает интегрировать системы спутниковой связи Starlink в поезда, курсирующие по железным

дорогам в регионах с недостаточным покрытием сотовой связью.

Чтобы оценить целесообразность использования Starlink в качестве решения для широкополосной связи в движении, исследовательская группа провела испытания на участке длиной 970 км за Полярным кругом, в регионе Норрланд на севере Швеции, от Умео до Вильгельмины.

С помощью маршрутизатора Icomera X5 в сочетании с терминалом Starlink Flat, а также коммерческой сотовой сети 5G, была измерена производительность подключения в различных условиях.

При одновременном использовании Starlink и наземных сотовых сетей одна сеть могла заменять другую в случае потери подключения, обеспечивая стабильную связь на всем маршруте. Во время этого теста сочетание обеих сетей обеспечило стабильное подключение к Интернету, способное поддерживать потоковое видео на протяжении более 99 % маршрута.

Icomera предлагает оборудовать поезда устройствами связи Starlink вместо строительства инфраструктуры сотовой связи в малонаселенных районах, в частности, в Арктике. Сейчас группировка Starlink в северных широтах менее плотная, однако общее количество вводимых в эксплуатацию спутников быстро растет.

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

# ABSTRACTS

### Automated diagnostics of insulating joints based on assessment of pre-failure conditions

**EVGENY M. TARASOV**, Volga state transport university (SSTU), professor, head of the department «Automation, telemechanics and communication on railway transport», Grand PhD in Engineering, Samara, Russia, e.tarasov@samgups.ru, SPIN-код: 9458-4793

**ANNA E. TARASOVA**, Volga state transport university (SSTU), associate professor of the department «Automation, telemechanics and communication on railway transport», PhD in Engineering, Samara, Russia, a.tarasova@samgups.ru, SPIN-код: 9018-6970

**VADIM A. NADEZHIN**, Volga state transport university (SSTU), associate professor of the department «Automation, telemechanics and communication on railway transport», PhD in Engineering, Samara, Russia, v.nadezhin@samgups.ru, SPIN-код: 8267-7012

**ILYA S. BREDUN**, Volga state transport university (SSTU), lecturer of the department «Automation, telemechanics and communication on railway transport», PhD student, Samara, Russia, i.bredun@samgups.ru, SPIN-код: 4348-7566

**Keywords:** insulating joints, pre-failure states, automated diagnostics, digital twin, signal currents, cyberphysical systems, rail circuits

**Abstract.** The problem of failures of insulating joints leads to increased restoration costs and risks to the safety of the transportation process. The authors propose to use the diagnostic functions of insulating joints in the form of polynomials, the arguments of which are the polling currents of rail lines flowing through insulating joints, while reducing their resistance. The implementation of the diagnostic algorithm for isolating joints makes it possible to classify joint conditions (serviceable, pre-failure, and failed) and transmit data to the monitoring center. The research results are aimed at improving the reliability of railway automation, reducing the complexity of restoration work and minimizing damage from failures.

### Operational experience of the kvg-15 roller coaster on the automated marshalling hump of the lyangasovo station

**ANDREY M. BORODAKO**, NWAO Electromechanical plant Deputy Head of production, Molodechno, Republic Belarus, kb@memz.org

**SERGEY I. FEDOSIMOV**, JSC «Russian Railways», Gorky Directorate, Head of the Automated marshalling hump at Lyangasovo station, Kirov, Russia, wolk20169@gmail.com

**VALERY A. KOBZEV**, JSC «Russian Railways», Design Bureau for Infrastructure, Department of Roller Coaster Systems and Equipment, technologist, Doctor of Technical Sciences, Moscow, Russia, vkobzev46@yandex.ru

**Keywords:** marshalling hump, Lyangasovo station, KVG-15 roller coaster, design parameters, operating technology, operational experience

**Abstract.** This article discusses the design features and operational experience of the KVG-15 roller coaster installed at the automated marshalling hump in Lyangasovo station on the Gorky Directorate of JSC «Russian Railways».

### The new marshalling hump of the taman bulk cargo terminal

**SERGEY V. KANADIN**, Yugterminalproekt LLC, Production Director, Moscow, Russia, Skanadin@yt-p.ru

**VIKTOR S. ZADOROZHNY**, Yugterminalproekt LLC, Deputy Head of the Transport Design Department, Moscow, Russia, V.zadorozhnie@oteko.ru

**SERGEY A. OZOLING**, Yugterminalproekt LLC, Transport Design Sector, Head, Moscow, Russia, sozoling@y-p.ru

**ALEXEY V. BOGACHENKO**, Yugterminalproekt LLC, Traffic Management Sector, Head, Moscow, Russia, nick6422@yandex.ru

**VALERY A. KOBZEV**, JSC «Russian Railways», Design Bureau for Infrastructure, Department of Roller Coaster Systems and Equipment, Technologist, Doctor of Technical Sciences, Moscow, Russia, vkobzev46@yandex.ru

**Keywords:** high-capacity marshalling hump, Panagia station, design parameters of equipment, operating technology, commissioning

**Abstract.** The article describes the high-capacity marshalling hump of the Panagia station of the Taman bulk cargo terminal. The main design parameters are given, the technology of operation and the results of commissioning are considered.

### High-speed highways in russia and their impact on the economy

**NATALIA A. PYMYTKINA**, JSC «Russian Railways», Oktyabrskaya directorate of infrastructure, project expertise and estimates department of the customer service, senior engineer, Saint Petersburg, Russia, npomitkina@gmail.com



Главный редактор:  
Филиюшкина Т.А.

Редакционная коллегия:

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

Редакционный совет:

Балакирев В.В., Бубнов В.Ю.,  
Гершвальд А.С., д-р техн. наук,  
Гоман Е.А.,  
Горбунов А.Е., канд. техн. наук,  
Горелик А.В., д-р техн. наук,  
Ефанов Д.В., д-р техн. наук,  
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., Сергеев 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](http://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 30.05.2025  
Формат 60x88 1/8.  
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 25100

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

**NIKOLAI V. KOCHARIN**, South ural state university, department of «Construction production and theory of structures», senior lecturer, Chelyabinsk, Russia, kocharin-n@susu.ru

**Keywords:** high-speed highways, innovations in railway transport, railway track, laws of development of technical systems, BIM modeling, digital technologies, economic efficiency

**Abstract.** This article discusses innovations in rail transport – high-speed railways (HSR) in Russia. Today, passenger and freight rail transport has entered a new stage of rapid growth. This is due to both its demand and the opportunities that have opened up thanks to the introduction of modern technologies and innovative approaches. The feasibility of optimizing such expensive structures as railways using computer-aided design (CAD) systems arose more than 40 years ago. However, only now, with the advent of high-speed railways, can we talk about significant progress in this area. Today, the emergence of high-speed railways is impossible without the introduction of digital technologies that contribute to increasing the efficiency of the Russian economy. The use of information modeling (BIM) technologies at the design and operation stage is an important trigger that contributes to an increase in the level of development, speed of decision-making and quality of business process management. This allows not only to reduce construction time, but also to significantly improve safety and convenience for passengers. The implementation of high-speed communication projects in Russia will help not only integrate various parts of the country, but also increase the attractiveness of various regions for investment, creating new jobs and increasing income from tourism and freight transportation. The successful implementation of such projects will be an important step towards creating a more efficient and modern transport system that will contribute to the development of the Russian

### New aspects of the development of the automated control system «Express» NG platform

**MARIA A. ARTYUKHINA**, JSC «VNIIZHT», Scientific Center «Express», Head of Department, Moscow, Russia, artyukhina.mariya@vniizht.ru

**ELENA P. SHIRMAN**, JSC «VNIIZHT», Scientific Center «Express», technical expert, Moscow, Russia, shirman.elena@vniizht.ru

**ALBERT M. JAFAROV**, JSC «VNIIZHT», Scientific Center «Express», Chief programmer, Moscow, Russia, dzhafarov.albert@vniizht.ru

**RENAT R. BAIMEEV**, JSC «VNIIZHT», Scientific Center «Express», programmer of the 2nd category, Moscow, Russia, baymeev.renat@vniizht.ru

**Keywords:** ACS «Express» NG, inventory complex, in-memory Tarantool Data Grid platform, Postgres Pro database management system

**Abstract.** The technological development of the Express NP automated control system is inextricably linked with the development of the system architecture, and these processes are so synchronized that it is impossible to determine unequivocally what is the «cause» and what is the «effect». The system architecture is based on the use of an open technical platform and software products, which allows for rapid expansion, improvement and updating of application software, increasing the speed of implementation of new business processes and technologies of the passenger complex.

### Digital services for the employees of JSC «Russian Railways»

**ROMAN E. CHUMAKOV**, JSC «Russian Railways», Main Computing Center, Chita Information and Computing Center, Deputy Head, Candidate of Technical Sciences, Chita, Russia, chumakovr@mail.ru

**MARINA A. MURASHOVA**, JSC «Russian Railways», Main Computing Center, Chita Information and Computing Center, Deputy Head of the ACS Department, Chita, Russia, Murashovama075@yandex.ru

**Keywords:** automation, digital, service, virtual, consultant

**Abstract.** The article discusses digital services for employees of JSC «Russian Railways». The possibilities of new information technologies, their advantages and peculiarities of application in the company JSC «Russian Railways» are described.

### Approaches to proving the functional safety of technical systems with artificial intelligence

**IVAN I. MYSKIV**, ITMO University, graduate student, St. Petersburg, Russia Myskiv.i@itmo.ru

**ILYA Y. POPOV**, ITMO University, Candidate of Technical Sciences, St. Petersburg, Russia, iupopov@itmo.ru

**DANIL A. ZAKOLDAEV**, ITMO University, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, St. Petersburg, Russia, d.zakoldaev@itmo.ru

**Keywords:** ATS, security proof, failure, validation, modeling, artificial intelligence, testing

**Abstract.** This article examines the impact of artificial intelligence on the overall safety of technical systems, the main methods of validation of systems operating on the basis of artificial intelligence in the field of transport. The main problems and security threats are considered. Validation methods and processes used to prove the functional safety of systems with artificial intelligence are presented, the main advantages and disadvantages of the methods used are described.

# ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЕ СОБЫТИЕ ГОДА

■ В рамках «Российской недели высоких технологий» в Москве состоялась выставка «Связь – 2025» – одно из крупнейших в России, СНГ и Восточной Европе событий, посвященное информационным технологиям и телекоммуникациям. Участники обсудили ключевые вопросы отрасли, обменялись опытом и выявили перспективные направления развития.

Открыла мероприятие пленарная сессия «Связь вне времени: вызовы и приоритеты в эпоху технологических перемен». Заместитель председателя Комитета Государственной Думы Федерального собрания РФ по науке и высшему образованию В.М. Кононов отметил, что выставка в этом году отмечает свое 50-летие. На протяжении многих лет эта площадка отражает ключевые этапы развития телекоммуникаций и является одним из драйверов научно-технического развития страны, объединяя усилия государства, бизнеса и научного сообщества.

«Сегодня сегмент серверов и систем хранения данных на более чем 50 % занят отечественными производителя-



«Doogee» привлекла внимание посетителей необычными смартфонами, обладающими функциями тепловизора и проектора.

Около 3 тыс. делегатов приняли участие в деловой программе выставки, включающей различные форумы, конференцию по искусственному интеллекту и машинному обучению, презентацию новых моделей серверов и суперкомпьютеров, лекции и мастер-классы экспертов в области информационной безопасности, а также круглые столы и дискуссии о будущем интернета вещей.

Спикеры форума «Российский софт – эффективные решения» подметили забавный факт. Еще десять лет назад



ми. Все это подтверждает, что технологический суперитет – не теория, а реальная работающая стратегия», – подчеркнул заместитель министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ А.А. Заренин.

Разработчики представили новинки, охватывающие ключевые направления цифровой трансформации: от телекоммуникационного оборудования и программных решений до прикладных технологий искусственного интеллекта, интернета вещей, кибербезопасности и навигационных сервисов.

Российские компании показали различные решения, связанные с запросом рынка на импортозамещение. Среди экспонатов: VoIP-голосовые шлюзы с возможностью подключения IP-телефонов; базовые станции нового поколения, работающие по протоколу LoRaWAN; интеллектуальная система мониторинга персонала; диалоговая платформа для автоматизации рутинных коммуникаций с клиентами; защищенные промышленные ноутбуки, мобильные серверы, телефоны и многое другое.

Компания «Искра Технологии» представила новую платформу унифицированных коммуникаций «Искра Диалог», обеспечивающую защищенную связь внутри компаний, расширение функционала голосовых коммуникаций и удобные каналы совместной работы. Была показана работа комплексной системы Private LTE, предназначеннной для различных отраслей промышленности, позволяющая создавать автономные частные сети.

Много технологических разработок демонстрировалось на стенах иностранных компаний. Китайская компания

большинство экспозиций занимали западные вендоры. А сочетание выражений «отечественный софт» и «эффективные решения» в одной фразе вызывало улыбки. Сегодня же отечественный софт по сути определяет функционал технологий и название форума звучит абсолютно органично.

Участники обсудили меры государственной поддержки импортозамещения, экономические стимулы для бизнеса при переходе на отечественные решения и условия возмещения иностранных компаний на российский рынок.

Кроме того, в рамках деловой программы представители крупнейших операторов мобильной связи сообщили о запуске пилотных зон покрытия 5G, внедрении элементов интеллектуальной сети, планах по развитию региональных центров обработки данных.

Эксперты рынка информационных технологий и связи обсудили проблемы импортозамещения, пути снижения зависимости от иностранных комплектующих и операционных систем, а также перспективы локализации производства телекоммуникационного оборудования.

Представители научного сообщества рассказали о новейших исследованиях в области квантовых компьютеров, биометрии, блокчейна и распределенных регистров.

Выставка «Связь – 2025» в очередной раз предоставила уникальный шанс познакомиться с самыми современными технологиями и разработками в области ИТ и телекоммуникаций, а также наладить полезные контакты и партнерство для успешного ведения бизнеса в современной цифровой среде.

НАУМОВА Д.В.

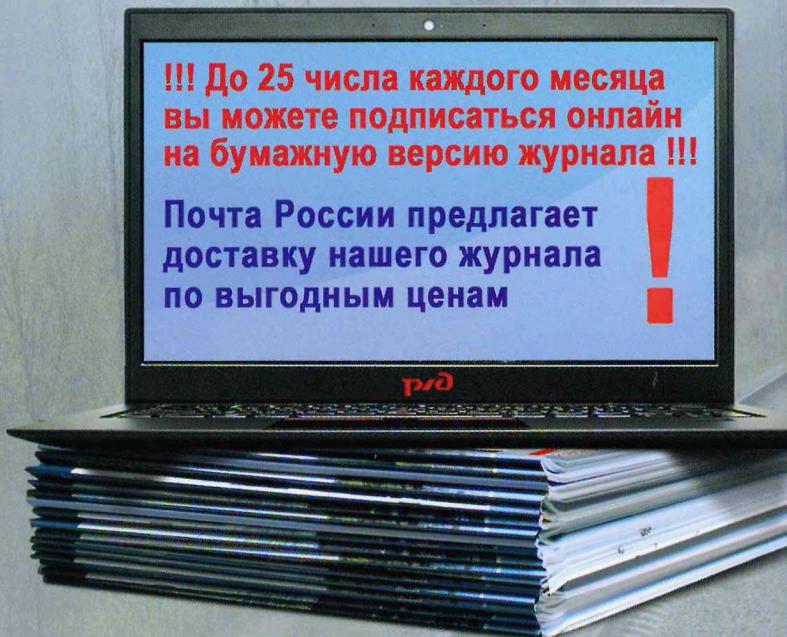
# ЖУРНАЛ «АСИ»

## приглашает к сотрудничеству!

Почта России  
П5063  
П5074

### УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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



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