

# ТЕХНИКА®

## ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

№ 3 (39) август 2017

ISSN 1998-9318



# ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



## Члены НП «ОПЖТ»

- АББ, ООО
- АВП Технология, ООО
- Азовобщемаш, ПАО
- Азовэлектросталь, ЧАО
- Альстом Транспорт Рус, ООО
- Амстед рейл компани, инк
- Армавирский завод тяжелого машиностроения, ОАО
- АСТО, Ассоциация
- Ассоциация по сертификации «Русский Регистр»
- Балаково карбон продакшн, ООО
- Балтийские кондиционеры, ООО
- Барнаульский вагоноремонтный завод, АО
- Барнаульский завод асбестовых технических изделий, ОАО
- Белорусская железная дорога, ГО
- Вагоноремонтная компания «Купино», ООО
- Вагоноремонтная компания, ООО
- Вагонная ремонтная компания-1, АО
- Вагонная ремонтная компания-2, АО
- Вагонная ремонтная компания-3, ОАО
- Вагонно-колесная мастерская, ООО
- Вайдмюллер, ООО
- ВНИИЖТ, АО
- ВНИИКП, ОАО
- ВНИКТИ, ОАО
- ВНИИР, ОАО
- Волгодизельаппарат, ОАО
- Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий, ООО
- Выксунский металлургический завод, АО
- ГСКБВ им. В. М. Бубнова, ООО
- Диалог-транс, ООО
- ДжейДжи Групп, ООО
- Долгопрудненское научно-производственное предприятие, ПАО
- Евразхолдинг, ООО
- ЕПК-Бренко Подшипниковая компания, ООО
- Жейсмар-Рус, ООО
- Желдорремаш, ОАО
- Завод металлоконструкций, ОАО
- Звезда, ПАО
- Ижевский радиозавод, АО
- Инженерный центр «АСИ», ООО
- Институт проблем естественных монополий, АНО
- Кав-Транс, ЗАО
- Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), ФГБОУ ВПО
- Калугапутьмаш, АО
- Калужский завод «Ремпутьмаш», АО
- Кировский машзавод 1-ого Мая, ОАО
- Компания корпоративного управления «Концерн «Тракторные заводы», ООО
- Кременчугский сталелитейный завод, ПАО
- Крюковский вагоностроительный завод, ПАО
- Лугцентрокуз им. С. С. Монастырского, ЧАО
- Межрегиональная группа компаний «ИНТЕХРОС», ЗАО
- Металлинвестиновация, ООО
- Мичуринский локомотиворемонтный завод «Милорем», АО
- Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), ФГБОУ ВПО
- МТЗ «Трансмаш», ОАО
- МуромЭнергоМаш, ООО
- Муромский стрелочный завод, АО
- МЫС, ЗАО
- Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры, ОАО
- Научно-внедренческий центр «Вагоны», АО
- Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт железнодорожного транспорта, филиал ПАО «Украинская железная дорога»
- Научные приборы, АО
- Национальная компания «Казахстан Темир Жолы», АО
- НЗТО, ЗАО
- НИИАС, ОАО
- НИИ вагоностроения, ОАО
- НИИ мостов и дефектоскопии, АО
- НИПТИЭМ, ПАО
- НИЦ «Кабельные Технологии», АО
- НИИЭФА-Энерго, ООО
- Новая вагоноремонтная компания, ООО
- НПК «Объединенная вагонная компания», ПАО
- ИПК транспортного машиностроения «Метрополитены и железнодорожная техника», НП
- НПК «Уралвагонзавод» им. Ф. Э. Дзержинского, АО
- НПО Автоматики им. академика Н.А. Семихатова, АО
- НПО «РоСАТ», АО
- НПО «САУТ», ООО
- НПО «Электромашина», АО

# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

- НПП «ВИГОР», ООО
- НПП «Смелянский электромеханический завод», ООО
- НПФ «Доломант», ЗАО
- НПЦ «Динамика», ООО
- НПЦ «Инфотранс», АО
- НПЦ «Пружина», ООО
- НТЦ Информационные технологии, ООО
- НТЦ «Привод-Н», ЗАО
- Объединенная металлургическая компания, АО
- Орелкомпрессормаш СП, ООО
- Оскольский подшипниковый завод ХАРП, ОАО
- Остров системы кондиционирования воздуха, ООО
- Первая грузовая компания, АО
- ПО Вагонмаш, ООО
- Покровка финанс, ООО
- ПО «Октябрь», ФГУП
- ПО «Старт», ФГУП
- Производственная торгово-финансовая компания «Завод транспортного оборудования», ЗАО
- ПКФ «Интерсити», ООО
- Проммашкомплект, ТОО
- Радиоавионика, ОАО
- РэйлМатик, ООО
- Рельсовая комиссия, НП
- «Ритм» Тверское производство тормозной аппаратуры, АО
- Рославльский вагоноремонтный завод, АО
- Российские железные дороги, ОАО
- Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС), ФГБОУ ВПО
- Саранский вагоноремонтный завод, ОАО
- СГ-Транс, АО
- Сибирский Сертификационный центр – Кузбасс, ООО
- Силовые машины – завод «Реостат», ООО
- Сименс, ООО
- Синара – Транспортные машины, АО
- СКФ Тверь, ООО
- Содружество операторов аутсорсинга, НП
- Специальное конструкторское бюро турбоагнетателей, ООО
- ССАБ шведская сталь СНГ, ООО
- Стахановский вагоностроительный завод, ПАО
- Тверской вагоностроительный завод, ОАО
- Теплосервис, ООО
- Тимкен-Рус Сервис Компании, ООО
- Тихвинский вагоностроительный завод, АО
- Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В. Воровского, ОАО
- Тольяттинский государственный университет, ФГБОУ ВПО
- Томский кабельный завод, ООО
- Торговый дом РЖД, ОАО
- ТПФ «Раут», ООО
- Трансвагонмаш, ООО
- ТрансКонтейнер, ПАО
- Трансмашпроект, ОАО
- Трансмашхолдинг, ЗАО
- Транспневматика, АО
- ТрансЭнерго, ООО
- ТСЗ «Титран-Экспресс», АО
- УК РэйлТрансХолдинг, ООО
- Управляющая компания «Профит центр плюс», ООО
- Управляющая компания РМ Рейл, ООО
- Управляющая компания ЕПК, ОАО
- Уралгоршахткомплект, ЗАО
- Уральская вагоноремонтная компания, ЗАО
- Уральский завод автотекстильных изделий, ОАО
- Уральские локомотивы, ООО
- Уральский межрегиональный сертификационный центр, НОУ
- Уралхим-Транс, ООО
- Фактория ЛС, ООО
- Федеральная грузовая компания, АО
- Фейвели Транспорт, ООО
- Финэкс Качество, ООО
- Финк Электрик, ООО
- Фирма ТВЕМА, АО
- Флайг+Хоммель, ООО
- Фойт Турбо, ООО
- Фонд инфраструктурных и образовательных программ
- Хартинг, ЗАО
- Хелиос РУС, ООО
- ХК «СДС-Маш», ОАО
- Холдинг кабельный альянс, ООО
- Холдинг Кнорр-Бремзе Системы для Рельсового Транспорта СНГ, ООО
- Центр «Приоритет», ЗАО
- Чирчикский трансформаторный завод, АО
- Шэффлер руссланд, ООО
- Экспортно-промышленная фирма «Судотехнология», ЗАО
- Экспертный центр по сертификации и лицензированию, ООО
- ЭЛАРА, АО
- Электровыпрямитель, ОАО
- Электромеханика, ОАО
- Электро-Петербург, ЗАО
- Электро СИ, ООО
- Электротяжмаш, ГП
- Элтеза, ОАО
- Энергосервис, ООО
- Южный центр сертификации и испытаний, ООО
- Яхтинг, ООО

## Издатель:



АНО «Институт проблем естественных монополий»  
**Адрес редакции:** 123104, Москва, ул. Малая Бронная, д. 2/7, стр. 1  
Тел.: +7 (495) 690-14-26,  
Факс: +7 (495) 697-61-11  
[vestnik@ipem.ru](mailto:vestnik@ipem.ru)  
[www.ipem.ru](http://www.ipem.ru)

## При поддержке:



НП «Объединение производителей железнодорожной техники»



Комитет по железнодорожному машиностроению ООО «Союз машиностроителей России»

## Подписной индекс в каталогах:

Объединенный каталог «Пресса России»,  
Урал-пресс – **41560**

## Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС77-31578 от 25 марта 2008 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования.

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Техника железных дорог», допускается только со ссылкой на издание.

**Типография:** ООО «Типография Сити Принт», 129226, Москва, ул. Докукина, д. 10, стр. 41  
**Тираж:** 3000 экз.

**Периодичность:** 1 раз в квартал  
**Подписано в печать:** 16.08.2017

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года №6/6 журнал «Техника железных дорог» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий.

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.

## Редакционная коллегия

### Главный редактор:

В. А. Гапанович,  
старший советник президента ОАО «Российские железные дороги»,  
президент НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

### Заместитель главного редактора:

Ю.З. Саакян,  
к. ф.-м. н., генеральный директор  
АНО «Институт проблем естественных монополий», вице-президент НП  
«Объединение производителей железнодорожной техники»

Р. Х. Аляудинов,  
к. э. н., член корреспондент Академии экономических наук и предпринимательской деятельности России,  
действительный член Международной академии информатизации

В. М. Курейчик,  
д. т. н., профессор, действительный член Российской академии естественных наук, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Дискретная математика и методы оптимизации» Южного федерального университета

Н. Н. Лысенко,  
вице-президент, исполнительный директор НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

А. В. Зубихин,  
к. т. н., заместитель генерального директора по внешним связям и инновациям ОАО «Синара - Транспортные машины», вице-президент НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

В. А. Матюшин,  
к. т. н., профессор, вице-президент НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

А. А. Мещеряков,  
вице-президент – статс-секретарь  
ОАО «Российские железные дороги»

Б. И. Нигматулин,  
д. т. н., профессор, председатель совета директоров, научный руководитель ЗАО «Прогресс-Экология»

### Заместитель главного редактора:

С. В. Палкин,  
д. э. н., профессор, вице-президент  
НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

Ю. А. Плакиткин,  
д. э. н., профессор, действительный член Российской академии естественных наук, заместитель директора Института энергетических исследований РАН

Э. И. Позамантир,  
д. т. н., профессор, главный научный сотрудник Института системного анализа РАН

О. А. Сеньковский,  
первый заместитель начальника  
Центра технического аудита  
ОАО «Российские железные дороги»

И. Р. Томберг,  
к. э. н., профессор, руководитель Центра энергетических и транспортных исследований Института востоковедения РАН

О. Г. Трудов,  
начальник отдела Департамента технической политики ОАО «Российские железные дороги»

А. И. Салицкий,  
д. э. н., главный научный сотрудник  
ИМЭМО РАН

А. В. Акимов,  
д. э. н., профессор, заведующий  
отделом экономических исследований,  
ФГБУН Институт востоковедения РАН

С. В. Жуков,  
д. э. н., руководитель Центра энергетических исследований ИМЭМО РАН

## Выпускающая группа

### Выпускающий редактор:

Е. В. Матвеева

### Редактор:

С. А. Белов

### Консультанты:

Г. М. Зобов  
И. А. Скок

### Верстальщик:

Н. Е. Кожина

### Корректор:

А. С. Кузнецов



66 | ЗТЭ25К<sup>2М</sup>. Трехсекционный тепловоз с электропередачей



79 | Впервые в России. Экспериментальному кольцу – 85 лет



19 | Технические требования для высокоскоростного подвижного состава в России

## Содержание

### | ТРЕНДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

*Я. К. Хардер.* Инновации в железнодорожной отрасли . . . . . 4

*М. Р. Нигматулин.* Мониторинг ситуации в промышленности: II квартал 2017 года . . . . . 10

### | АНАЛИТИКА |

*Ю. З. Саакян, В. Б. Савчук, С. С. Оленин.* Технические требования для высокоскоростного подвижного состава в России. . . . . 19

*В. Б. Захаров, Е. В. Черняев.* К вопросу о выборе оптимальной конструкции железнодорожного пути для реализации скорости 400 км/ч в России . . . . . 24

*И. П. Васильев, С. А. Дмитриев.* Мировой опыт контроля технического состояния локомотивов . . . . . 35

*А. А. Поликарпов, Г. М. Зобов, Е. А. Соколова.* Потенциал экспорта российского железнодорожного машиностроения . . . . . 42

| СТАТИСТИКА | . . . . . 48

### | КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

*С. Г. Чуев, Н. М. Борисов, С. И. Тимков.* Практическое применение RAMS-исследований тормозных систем . . . . . 56

*Р. А. Черекбашев, В. Н. Хаймин, Д. В. Жикленков.* Применение предохранителей Bussmann в ОАО «РЖД» . . . . . 64

*И. В. Ильницкий.* ЗТЭ25К<sup>2М</sup>. Трехсекционный тепловоз с электропередачей . . . . . 66

*С. В. Тяпаев.* Экологические и технологические аспекты эволюции технологий производства и неразрушающего контроля деталей буксовых подшипников (часть 1). . . . . 74

### | ИСТОРИЯ |

*А. В. Савин, Е. В. Матвеева.* Впервые в России. Экспериментальному кольцу – 85 лет . . . . . 79

### | СОБЫТИЯ |

Выездной семинар на предприятие Vossloh AG. 27-я Международная выставка путевых технологий (IAF). . . . . 87

### | ЮБИЛЕИ |

НП «ОПЖТ» – 10 лет . . . . . 90

| АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА | . . . . . 92

## Инновации в железнодорожной отрасли



**Я. К. Хардер,**  
генеральный директор Molinari Rail Systems GmbH

Общий рост железнодорожной отрасли открывает новые перспективы, и такая благоприятная ситуация всегда стимулирует появление инновационных решений в соответствующем секторе экономики. Сегодня на рынке представлено множество решений, которые отвечают различным требованиям людей, живущих в больших городах. Инфраструктурные решения, производство современного подвижного состава, работа над созданием более комфортных условий для пассажиров – все это помогает справляться с транспортными проблемами, с которыми сталкиваются мегаполисы в связи с их перенаселенностью.

### Цифровые технологии

Развитие цифровых технологий – ключевое направление в отрасли, и их значение будет только возрастать. Новый генеральный директор GE Transportation Джеми Миллер, который долгое время занимал пост директора по информационным технологиям GE Corporation, сейчас работает над вопросами, связанными с эффективным использованием цифровых технологий для бизнеса. В четвертом поколении локомотивов установлено более 200 сенсоров, способных обрабатывать около миллиарда команд в секунду и являющихся отличной базой «Больших данных», с помощью которых операторы и производители смогут в будущем увеличивать срок службы локомотивов, оптимизировать процессы технического обслуживания и снижать затраты полного цикла эксплуатации. Такие системы, как GoLINC (организация сети и коммуникационные системы)<sup>1</sup>, Trip Optimizer (система автоматического круиз-контроля)<sup>2</sup>, LocoVision system (комплексная система, которая включает запись на видео в режиме реального времени, наблюдение за состоянием путей, процессинг и хранение большого объема информации) и другие системы интегрированного мониторинга

объединяют в себе сенсорные технологии и ультрасовременные инструменты анализа для предупреждения появления проблем и оптимизации работы железнодорожных операторов во всем мире. Подобные комплексные решения выходят далеко за рамки самого продукта и предполагают наличие новой производственной инфраструктуры, которая в полной мере использует потенциал информационных технологий в самом производственном процессе.

Крупным успехом компании GE Transportation на рынке Европы, где представлены основные ее конкуренты, стало подписание соглашения в марте текущего года. Крупнейшая грузовая компания Европы DB Cargo и GE Transportation подписали соглашение о дигитализации<sup>3</sup> 250 локомотивов в Германии, Великобритании, Франции и Польше в течение следующих 5 лет. Этот контракт стал первым в Европе для GE Transportation и важной вехой в создании «умных локомотивов» и информатизации всего процесса конструирования локомотива.

Еще одним результатом взаимовыгодного сотрудничества стало использование технологий GE на локомотивах сторонних

<sup>1</sup> <http://www.getransportation.com/railconnect360/golinc>

<sup>2</sup> <http://www.getransportation.com/trip-optimizer>

<sup>3</sup> Дигитализация – перевод информации в цифровую форму.

производителей. Этот проект был запущен после пилотного трехмесячного проекта RailConnect™ 360 Asset Performance Management Solution (GE Transportation, решения в области управления эффективностью основных активов), в рамках которого удалось получать данные о состоянии локомотива, повысить его эффективность и снизить количество возникновения ошибок на 25%<sup>4</sup>.

Основной конкурент GE – немецкая компания Siemens – уже давно работает в направлении дигитализации: компания уже создала носитель данных «Pictures of the Future» («Картины будущего»)⁵. Особен-

но в железнодорожной отрасли «Большие данные» можно использовать для решения различных задач, но непосредственному запуску самого продукта будет, конечно же, предшествовать длительный период инвестирования и разработок. И сегодня Siemens является лидером по объему инвестиций в будущее. В настоящее время специалисты этой компании и университета Клагенфурта (Австрия) работают над созданием алгоритмов, которые с помощью достижений цифровой революции Industry 4.0 смогут ответить на вопрос: «Какова наилучшая конфигурация для системы автоматического переключения стрелочных переводов?»<sup>6</sup>

## Управление активами

Управление активами компании – еще одно направление, которое в ближайшие десятилетия потребует улучшения в соответствии с возможностями дигитализации, и оно уже активно развивается в железнодорожной отрасли. Для перехода на стандарты ISO 55000 еще потребуются найти рабочую модель, применимую для членов UIC (International Union of Railways, Международный союз железных дорог)<sup>7</sup>. В настоящий момент стандарты требуют доработки, а также времени на внедрение и сертификацию. Рабочая группа UIC обращает внимание на сбор лучших практик и создание будущих инструкций для предприятий железнодорожной отрасли<sup>8</sup>.

Повышение эффективности железнодорожных операций – основная причина автоматизации линий метрополитена во многих странах мира. Как отмечено в докладе UITP (фр. Union Internationale des Transports Publics, Международный союз общественного транспорта), в июле 2016 года в 36 городах мира действуют 53 полностью автоматизированные линии общей протяженностью 789 км. По сравнению

с 2014 годом показатель вырос на 17%. К 2025 году прогнозируется увеличение протяженности таких линий до 2 200 км<sup>9</sup>. Также большой спрос будут иметь дорожные сигнальные и бортовые системы. Главные поставщики таких технологий – Siemens, Thales, Ansaldo Hitachi, Alstom – продолжают развивать новые продукты, чтобы быть готовыми удовлетворить будущие запросы. Например, первая автоматизированная линия метро Victoria, работающая на платформе Automatic Train Operation (ATO), была построена в Лондоне в 1967 году. Ее главная цель – увеличить скорость обслуживания. Что касается удобства для пассажиров и надежности системы, то технология ATO позволяет управлять поездом без машиниста, иногда в нем может присутствовать проводник, но в целом состав может работать без персонала.

И здесь стоит упомянуть комфорт для пассажиров – ведь вследствие либерализации железнодорожного рынка (особенно в Европе) именно удобство и комфорт стали ключевыми параметрами в борьбе за клиента.

<sup>4</sup> <http://www.getransportation.com/news/db-cargo-and-ge-transportation-expand-rails-digital-footprint-europe>

<sup>5</sup> <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future>

<sup>6</sup> <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/autonomous-systems-heuristics-industrie-4-0.html>

<sup>7</sup> Конференция UIC по управлению активами, октябрь 2015 года: <http://railway-asset-management.org/>

<sup>8</sup> <http://uic.org/uic-projects#uicproject12119>

<sup>9</sup> Отчет UITP [http://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/UITP\\_Statistic%20Brief\\_World%20Metro%20Automation%202016\\_LQ%2B\\_0.pdf](http://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/UITP_Statistic%20Brief_World%20Metro%20Automation%202016_LQ%2B_0.pdf)



Рис. 1. Новое предприятие Molinari в г. Дессау (Германия)

Периодические сбои в системе отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха уже стали обычным явлением, особенно в летнее время<sup>10</sup>, поэтому в будущем важно максимально повышать комфорт для пассажиров при железнодорожных перевозках и одновременно снижать потребление энергии – это ключевой момент, над которым необходимо работать уже сейчас. Помимо привычных методов стандартизации необходимы будут новые технологии. Компания Molinari с помощью метода компьютерного жидкого моделирования CFD проанализировала возможности новых технологий кондиционирования воздуха и растущие потребности пассажиров в этой услуге (особенно в поездках на дальние расстояния): пассажиры не любят перепады температуры или отсутствие вентиляции воз-

## Комфорт пассажиров

Другой важный аспект комфорта пассажиров – пассажирская информационная система PIS. Компания Televic Rail сегодня считается одним из лидеров по созданию таких бортовых коммуникационных систем – они установлены уже на 22 тыс. вагонов.

Помимо базовой функции системы PIS, такой как информирование пассажиров о пройденном и оставшемся пути в режиме реального времени, в последнее время ак-

духа<sup>11</sup>. А ведь все системы кондиционирования воздуха потребляют очень много энергии. В соответствии с действующими стандартами современные системы имеют большие размеры, чтобы обеспечить максимальное время нагрева из охлажденного или выключенного состояния, и это снижает энергетическую эффективность действующих концепций и существующих решений. Таким образом, новые системы кондиционирования – это еще одна сфера, где необходимо найти баланс между комфортом пассажиров и энергопотреблением.

Molinari изучила влияние различных параметров на уровень комфорта: параметр чувствительности, анализ использования возможных технологий, а также текущей параметризации систем кондиционирования, сравнение различных решений с помощью CFD-моделирования и вычисление уровней комфорта, в основном с учетом температурного распределения и скорости движения воздуха, сравнение концептуальных подходов с точки зрения потребления энергии и, наконец, вопросы качества в отношении управляемости и связанных условий эксплуатации. В результате было найдено решение по совмещению комфорта для пассажиров и принципов экономного энергопотребления, которое ляжет в основу будущих исследований<sup>12</sup>.

тивно используются маркетинговые возможности этой системы: железнодорожные операторы могут предлагать пассажирам дополнительные услуги или создавать дополнительные источники прибыли, размещая ценную информацию для туристов. Например, Televic Rail предлагает операторам поездов исключительную возможность менять и регулировать дизайн и интерфейс PIS с помощью программного обеспечения WYSIWYG LiveCoM. В сердце бортовой пас-

<sup>10</sup> “Hot weather: Rail services disrupted on UK’s hottest day” <http://www.bbc.com/news/uk-36833042>

<sup>11</sup> Презентации конференции Международного бизнес-форума Сочи 1520: <http://www.slideshare.net/JanCHarder/1520-sochi-conference-2015-round-table-innovations-tmh>

<sup>12</sup> „KOMFORTOPTIMIERTE INNENRAUM-KLIMATISIERUNG VON SCHIENENFAHRZEUGEN“, ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 06/2016 – С. 40-46, Manfred Hofer, Michael Vorndran, Bernhard Frei.

сажирской информационной системы лежит бортовой сервер iCoM.

В последние годы технологический прогресс и появление дорожных открытых систем данных представили новые возможности информирования пассажиров об их путешествии. Объем информации многократно увеличивается при получении из внешних источников информации в режиме реального времени, тем самым существенно осложняя восприятие пассажиром. Используя накопленные за

2 года знания и последние разработки научных центров по созданию компьютерных сетей и центров обработки данных, компания Televic Rail создала сервер, который может эффективно обрабатывать информацию в режиме реального времени, а достоверность получаемых данных можно проверить с помощью бортового RTD-хендлера. Помимо технических аспектов компания Televic Rail обращает также внимание на поддержание обмена информацией даже во время сбоев.

## Мировые тенденции и экология

Оптимизация энергопотребления в железнодорожной отрасли – долгосрочная и актуальная цель, несмотря на то что железнодорожный транспорт является одним из наиболее экономичных видов транспорта. Конечно, бессмысленно сравнивать железнодорожный транспорт с авиацией, дорожным или морским транспортом, однако проблема сокращения выбросов и перехода на «зеленые» технологии остается актуальной.

Что касается электродизельных локомотивов, во всем мире растет спрос на вспомогательные блоки питания для локомотивов, чтобы уменьшить общее потребление энергии. Компания Molinari Rail в настоящий момент поставляет на индийский рынок такие блоки питания собственной разработки. Основная задача, которая стояла перед ней, заключалась в том, чтобы проект соответствовал требованиям программы Make in India (инициатива индийского правительства по созданию сборочных и производственных площадок на территории Индии) (рис. 2).

Molinari Rail совместно с «Австрийскими федеральными дорогами» (ÖBB) изучила гибридный локомотив – маневровый тепловоз с отсеком для батареи и возможностью работы без контактной линии. Маневровые операции традиционно производятся тепловозами, хотя эти задачи часто выполняются под контактной сетью. Тепловозы чаще нужны для движения по «последней миле», доступ к которой часто невозможен на электровозах, например после въезда на

территорию заводов. Тепловозы более дорогие с точки зрения энергозатрат и стоимости обслуживания, и они по большей части работают в холостом режиме. Из-за шумной работы, загрязнения воздуха и почвы их использование нежелательно, особенно в густонаселенных районах и в тоннелях. Цель проекта Molinari Rail состояла в том, чтобы доказать возможность технической и коммерческой интеграции батарейного аккумулятора в гибридный локомотив ÖBB Class 1063<sup>13</sup>.

На первой стадии были определены основные граничные условия и базовые интерфейсы, которые позволили составить перечень технических требований для аккумулятора.

В итоге была определена оптимальная технология. После получения необходимых документов и опытных испытаний самого локомотива были созданы интеграционная концепция и электросхема, а необходи-

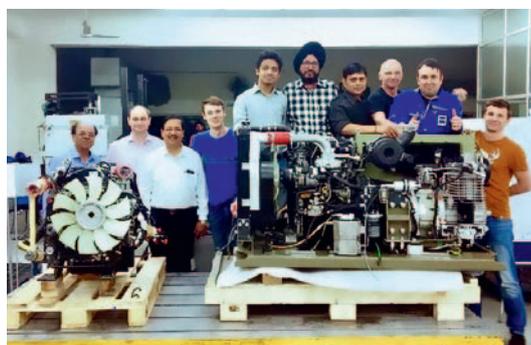


Рис. 2. Производство прототипа АРУ совместно с PRAG Group в г. Лукноу (Индия)

<sup>13</sup> Презентация Schienenfahrzeugtagung, 2016: [http://www.schienenfahrzeugtagung.at/download/PDF2016/MoN04\\_Hofer.pdf](http://www.schienenfahrzeugtagung.at/download/PDF2016/MoN04_Hofer.pdf)

мое пространство смоделировано в CAD-системе. Таким образом, мы получили оптимальную технологию проектирования аккумулятора. Установление батарей может удовлетворить специальные требования к подвижному составу, поэтому эта технология дорогостоящая: стоимость батареи на ее полном жизненном цикле.

Другим не менее важным результатом нашего исследования стал тот факт, что существует большая разница между теоретическими характеристиками аккумулятора – плотность энергии и мощность – и фактическими – при эксплуатации. Можно предположить, что будущее – за гибридными технологиями.

Сегодня количество предлагаемых для отрасли гибридных решений растет, и они касаются не только батарей. Так, Alstom в настоящее время работает над топливными элементами, которые впоследствии должны быть использованы для региональных поездов с «нулевыми» выбросами.

Coradia iLint, новый региональный поезд без углеродных выбросов – еще одна альтернатива дизельной технике. Он работает на водородном топливе, практически бесшумный, а выбросами являются только пар и конденсат воды. Сегодня Alstom – один из нескольких железнодорожных производителей в мире, которые начали работать над созданием поездов такого типа. Помимо того, что поезда Coradia iLint просты в использовании для операторов, Alstom также предлагает полный пакет услуг, в который входят не только сам поезд и его обслуживание, но и водородная инфраструктура. Выпуск нового поколения безуглеродных поездов стал возможным после подписания в 2014 году соглашений о намерениях с землями Нижняя Саксония, Северный Рейн – Вестфалия, Баден – Вюртемберг и с профильными органами власти Гессена. 14 марта 2017 года компания Alstom на собственном полигоне в Зальцгиттере (Нижняя Саксония) успешно завершила испытания первого в мире водородного пассажирского поезда Coradia iLint на скорости 80 км/ч. Кроме того, в Чехии и Германии проводится тестирование этого

поезда перед тем, как совершить первое тестовое испытание на маршруте Букстехуде – Бремерферде – Бремерхафен – Куксхафен (Германия) в 2018 году.

Тренд на гибридные технологии в отрасли дает толчок для поиска альтернативных решений, в том числе для дизельных локомотивов. Так, GE Transportation недавно представила свой обновленный гибридный локомотив, который дает возможность сократить расходы на топливо до 50%. Замена на природный газ позволяет значительно увеличить пробег. Блоки NextFuel Natural Gas Retrofit Kits для EPA Tier 2+/Tier 3 – первые гибридные блоки для локомотива, которые компания уже использует на американском рынке. Модернизированные блоки, которые устанавливаются в существующие локомотивы, включают в себя безопасную систему низкого давления и обеспечивают возможность пробега на 100% на дизельном топливе или на 80% – на газовом заменителе (если доступен природный газ). Все локомотивы с технологией NextFuel продолжают соответствовать текущим и будущим экологическим стандартам по выбросам. Таким образом, инновационные технологии способны кардинально изменить индустрию подобно тому, как когда-то давно на смену паровому двигателю пришел дизельный.

Спустя всего год после кругосветного путешествия самолетов Solar Impulse «Индийские железные дороги» тестируют первый дизель-электрический модуль в дждхпурском подразделении «Северо-Западных железных дорог», в котором установлено 12 солнечных батарей<sup>14</sup>. Каждая из них должна генерировать электричество мощностью 300 Вт и суммарно 3,6 кВт – в одном поезде. По мнению «Индийских железных дорог», этого будет достаточно для того, чтобы обеспечить электроэнергией весь поезд. В 2015 году «Индийские железные дороги» запустили поезд CNG DEMU<sup>15</sup> на отрезке Ревари – Рохтак (Северная железная дорога). Поезд DEMU работает на гибридной системе с модифицированным двигателем мощностью 1 400 л.с. с блоком CNG-преобразователей компании Cummins.

<sup>14</sup> Indian Railways Green Energy Initiatives: [http://www.irgreenri.gov.in/tile\\_solarEnergy.html](http://www.irgreenri.gov.in/tile_solarEnergy.html)

<sup>15</sup> Презентация Cummins India: <http://www.cumminsindia.com/documents/dbu/CNG%20DEMU.pdf>

В Швейцарии 2016 год был отмечен открытием самого длинного железнодорожного тоннеля в мире – Готардского базисного тоннеля (1 июня 2016 года). Он является важным участком европейского Рейн-Альпийского коридора для грузового транспорта и швейцарского проекта «New Rail Link through the Alps». При подготовке коммерческой части проекта «Швейцарские железные дороги» (SBB) выставили на тендер новый подвижной состав для соединения отрезка Милан – Цюрих – Безель, подписав контракт со швейцарским производителем Stadler Rail в мае 2014 года<sup>16</sup>. Сначала Stadler Rail поставит 29 высокоскоростных поездов (рис. 3). Это новые мультимодальные системы, в каждой из которых есть два вагона-электростанции и 9 промежуточных вагонов. Поезд имеет следующие характеристики: длина – до 400 м, эксплуатационная скорость – до 249 км/ч, около 800 пассажирских мест. Первый поезд будет показан на выставке InnoTrans 2018



Рис. 3. Новый высокоскоростной подвижной состав Stadler Rail, заказчик – SBB

наравне с такими признанными гигантами отрасли, как Siemens, Alstom, Hitachi и др. Официальная церемония передачи прошла 18 мая 2017 года в головном офисе Stadler Rail в Буснанге. Тестовые испытания запланированы на 2017 и 2018 годы, а старт продаж намечен на 2019 год.

## Развитие 3D-технологий

Развитие технологий 3D-печати для железнодорожной отрасли началось относительно недавно. По сравнению с авиационной промышленностью в железнодорожной отрасли новые технологии производства по 3D-печати еще только ожидаются. Недавно компания Deutsche Bahn анонсировала свое намерение использовать 3D-печать при создании запасных частей для парка подвижного состава<sup>17</sup>. 3D-печать в железнодорожной отрасли выходит за пределы простой оценки эффективности затрат и выбора подходящего предложения на рынке производителей продуктов. Для начала Deutsche Bahn планирует заниматься металлическими компонентами, а затем изучить потенциал их замещения более прочным пластиком. В этом плане технологии 3D-печати являются оптимальным вариантом разработки про-

тотипов для оценки эффективности затрат. Компания Siemens в 2016 году открыла первый объект в Финспонге (Швеция), где будут использоваться технологии 3D-печати<sup>18</sup> для мгновенного макетирования, а также для производства и восстановления необходимых деталей промышленных газовых турбин. Одно из подразделений Siemens, использовавших 3D-печать с помощью системы Ultimaker для проектирования, мгновенного макетирования и производства металлических компонентов, сократило время производства с 16 до 2 недель. Технологии 3D-печати и их будущее в железнодорожной индустрии, без сомнения, будут находиться в фокусе внимания производителей в этом десятилетии, при этом их заблаговременно необходимо обезопасить от промышленного воровства. (S)

<sup>16</sup> [https://www.sbb.ch/en/group/media/press.newsdetail.2014-5-0905\\_2.html](https://www.sbb.ch/en/group/media/press.newsdetail.2014-5-0905_2.html)

<sup>17</sup> „Deutsche Bahn to 3D print their spare parts“ <http://3dprintingindustry.com/news/deutsche-bahn-3d-print-spare-parts-77149/>

<sup>18</sup> “Siemens invests EUR 21.4M to open first metal 3D printing facility in Sweden” <http://www.3ders.org/articles/20160203-siemens-enters-industrial-metal-3d-printing-production-with-first-metal-am-facility-in-sweden.html>

<sup>19</sup> “Siemens reveals it’s relying on desktop 3D printers for some metal parts manufacturing” <http://www.3ders.org/articles/20151211-siemens-reveals-its-relying-desktop-3d-printers-for-some-metal-parts-manufacturing.html>

# Мониторинг ситуации в промышленности: II квартал 2017 года



**М. Р. Нигматулин,**  
старший эксперт-аналитик департамента исследований ТЭК  
Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

По итогам II квартала 2017 года индексы ИПЕМ продемонстрировали положительные результаты по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Восстановление реального сектора от прошлых экономических потрясений сохраняется шестой квартал подряд. Локомотивом роста являются добывающие сектора, которые продолжают наращивать добычу сырья в отчетном периоде. Обрабатывающий сектор также увеличивается, что обусловлено устойчивым уровнем внешнего спроса, а также развитием импортозамещения. Статистика инвестиций в основной капитал в текущем году выглядит более оптимистично: за I квартал текущего года наблюдается рост данного показателя. Однако косвенные показатели указывают, что тренд на восстановление экономики хрупок и продиктован в большей степени ценовой конъюнктурой на энергоносители.

## Анализ основных результатов расчета индексов ИПЕМ

По итогам II квартала 2017 года индексы ИПЕМ значительно выросли по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (рис. 1): ИПЕМ-производство – +2,2%, ИПЕМ-спрос – +4,1%.

Позитивная динамика индексов наблюдается уже шестой квартал подряд, что позволяет говорить об устойчивости восстановительных процессов в реальном секторе. В годовом исчислении индекс ИПЕМ-производство вырос на 1,7% к январю – июню 2016 года, индекс ИПЕМ-спрос – на 3,4%.

Результаты расчета индекса промышленного производства (ИПП) Росстата подтверждают выход производственного сектора на восходящую линию тренда: начиная с 2016 года квартальный ИПП стабильно растет. Во II квартале 2017 года он показал +3,8% к аналогичному периоду прошлого года, с начала года – +2%. При этом причины роста – не самые очевидные. Во-первых, произошла переориентация на альтернативные источники в части финансового обеспечения. Снижение бюджетных расходов привело к сокращению

государственных инвестиций в экономику на фоне закрытия доступа к внешнему фондированию. Тем не менее промышленность постепенно адаптировалась к текущим условиям.

Во-вторых, продолжительное падение реальных доходов населения привело к ожидаемому снижению покупательной активности. Сейчас по многим потребительским позициям наблюдается удовлетворение накопленного спроса.

Сыграл свою роль и погодный фактор. Нетипично холодная весна оказала влияние на рост показателей всех отраслей ТЭК, особенно это заметно при оценке апрельских и майских результатов.

На динамике ИПП сказалось и изменение методологии его расчета Росстатом, который перешел с системы ОКВЭД на ОКВЭД-2, чем, вероятно, мог улучшить картину во II квартале 2017 года в секторе промышленного производства. Так, ретроспективный пересчет ИПП по новой методологии за 2016 год дал результат на 0,2 п.п. выше, чем по старой (1,3% против 1,1%).

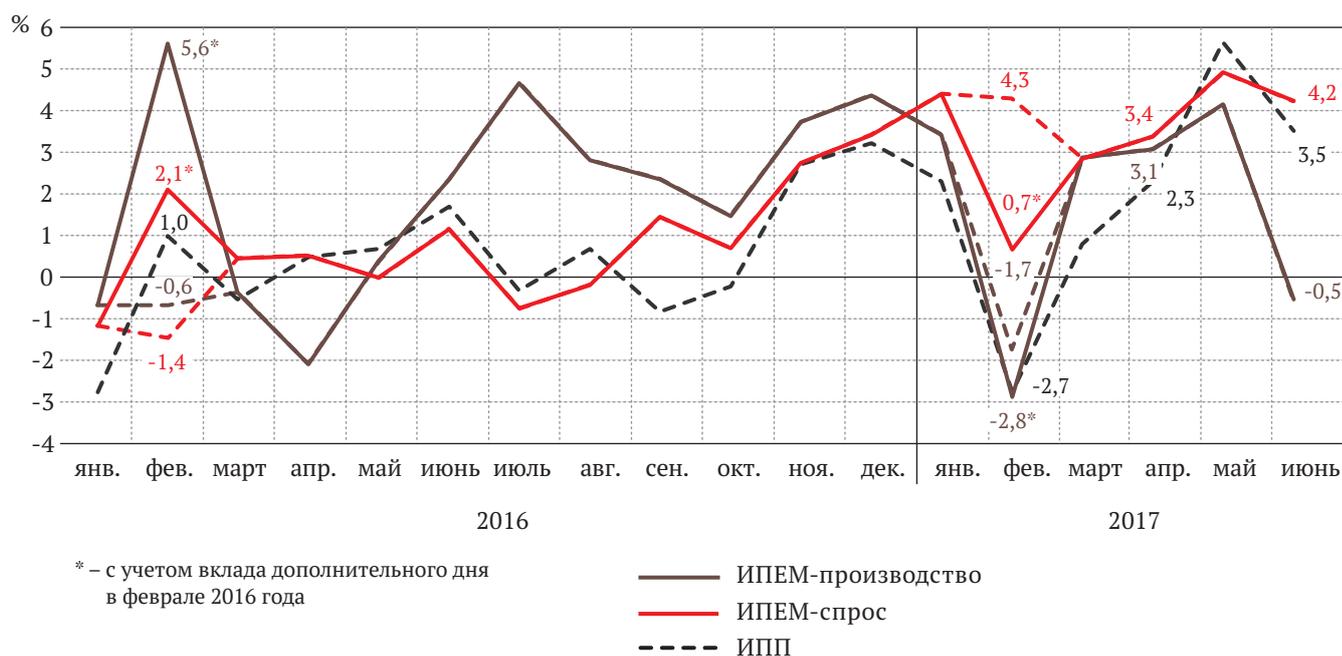


Рис. 1. Динамика индексов ИПЕМ в 2016-2017 годах (к соответствующему месяцу прошлого года)

Наконец, важна сама структура роста. Традиционными драйверами являются секторы, связанные с добычей сырья, продолжавшие наращивать производство в отчетном периоде. Обрабатывающий сектор остается на подъеме: зафиксирован значительный прирост выпуска по отдельным категориям товаров, поддерживаемый как внешним спросом, так и развитием импортозамещения. Определенный вклад внесли и программы перевооружения и стимулирования предприятий ОПК с целью их использования в производстве высоко-

технологичной продукции гражданского и двойного назначения.

Тренды со снятием сезонности во II квартале фиксируют однонаправленное движение индексов производства и спроса (рис. 2).

Во II квартале 2017 года восстановление экономической активности продолжилось. Стабильное оживление промышленного спроса наблюдается со второй половины прошлого года. При этом уровень производства стабилизировался и находится в горизонтальном тренде со слабо положительными колебаниями четыре квартала подряд.

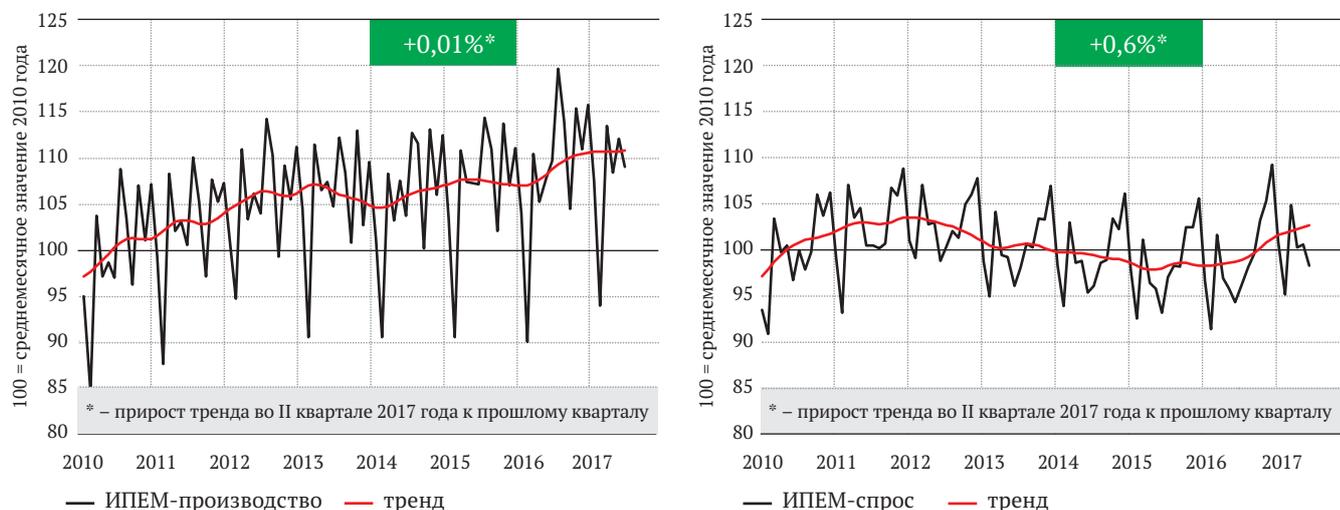


Рис. 2. Динамика индексов ИПЕМ в 2010-2017 годах (тренд со снятием сезонности)

## Анализ основных результатов расчета индекса ИПЕМ-спрос по отраслевым группам

Расчет индекса ИПЕМ-спрос в отраслевом разрезе показывает, что во II квартале 2017 года рост спроса продолжился в добывающих и низкотехнологичных отраслях, так же как и в среднетехнологичных, после почти нулевого роста в прошлом квартале (табл. 1).

Анализ трендов развития секторов, выделяемых при расчете индекса ИПЕМ-спрос (рис. 3), показывает продолжающуюся нисходящую динамику спроса на продукцию высокотехнологичных отраслей, однако темпы падения замедлились, при этом в мае было зафиксировано положительное значение индекса (+3,5% к маю 2016 года).

### Добывающие отрасли

Спрос в добывающих отраслях во II квартале 2017 года нарастил темпы роста (+5,2% – во II квартале, +4,4% – с начала года). Положительная динамика спроса в добывающих отраслях связана прежде всего с показателями газовой и угольной отраслей (раздел «Анализ актуальных для отчетного периода показателей»).

Во II квартале 2017 года состоялось открытие новых крупных промышленных производств: в мае в Ростовской области введена в строй угольная обогатительная фабрика «Садкинская» (объем инвестиций – 1,3 млрд руб.), в июне в Кемеровской области осуществлен запуск 1-й линии завода по производству СПГ из угольных пластов (объем инвестиций – 1,0 млрд руб.).

### Высокотехнологичные отрасли

Темпы падения спроса в высокотехнологичных отраслях во II квартале сократились (-2,9%), однако общий понижательный тренд сохраняется (-6,1% – с начала года). Темпы падения отгрузки машиностроительной продукции на сети железных дорог также снизились (-9,9% – во II квартале, -16,3% – с начала года).

Однако производство автотранспортных средств во II квартале продемонстрировало двузначные темпы роста (+14,0% – относительно II квартала 2016 года, +13,8% – с начала года). В частности, по итогам II квартала выросло производство практически по всем укрупненным позициям. Учитывая, что на автопром завязан целый ряд смежных отраслей (от производителей автокомпонентов и металлургии в целом до ряда других непромышленных сфер (автострахование)), то эта отрасль за счет высокого мультипликативного эффекта может являться важным драйвером роста в промышленном производстве.

За январь – июнь произведено более 26 тыс. грузовых вагонов (на 15 заводах), что практически в 2 раза больше, чем за аналогичный период прошлого года. Из общего объема стоит отметить рост на 38% производства полувагонов, платформ – на 13,4%, цистерн – на 3,9%, вагонов бункерного типа – на 2,8%. Сегодня на рынке продолжают быть востребованы универсальные полувагоны, однако в среднесрочной перспективе можно ожидать рост

Табл. 1. Расчет индекса ИПЕМ-спрос в отраслевом разрезе во II квартале 2017 года\*

	апрель	май	июнь	II квартал
добывающие отрасли	3,73	5,69	6,29	5,22
низкотехнологичные отрасли	7,03	9,97	8,41	8,45
среднетехнологичные отрасли	2,95	1,64	0,18	1,59
высокотехнологичные отрасли	-11,27	3,50	-0,35	-2,92

\* в % к соответствующему периоду прошлого года

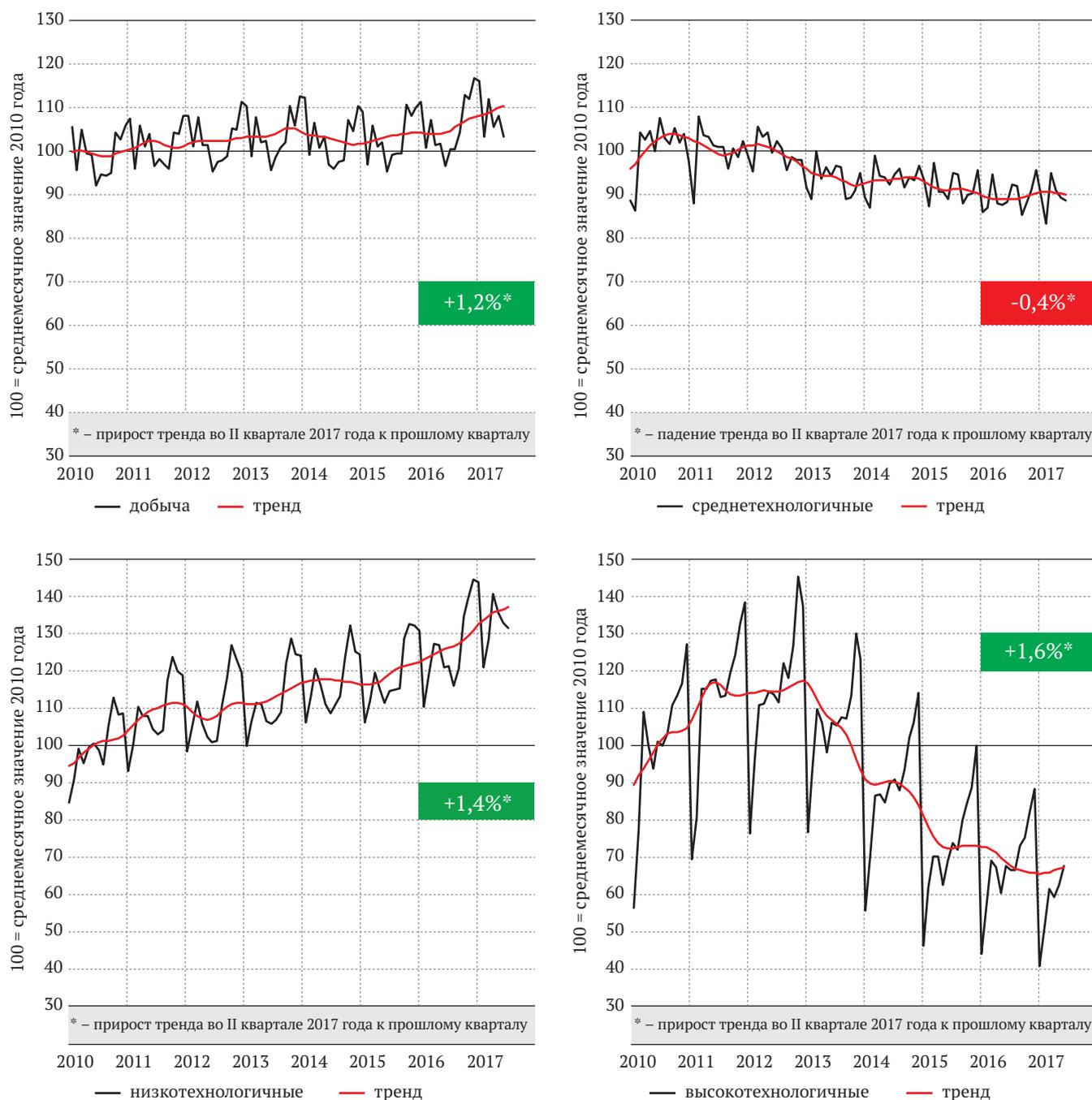


Рис. 3. Динамика индекса ИПЕМ-спрос по секторам в 2010-2017 годах (тренд со снятием сезонности)

спроса и на специализированный парк. На стимулирование спроса в части специализированного подвижного состава в 2017 году заложено 5 млрд руб.

Количество инновационных вагонов на сети не превышает 60 тыс. ед., что составляет всего около 5,6% от общего количества. Стоит отметить, что и в 2017 году производство инновационных вагонов нашло финансовую поддержку со стороны государства в рамках постановления Правительст-

ва РФ от 10.05.2017 № 544, что должно обеспечить дополнительное производство не менее 16,5 тыс. грузовых вагонов.

Во II квартале 2017 года продолжалось открытие новых промышленных производств: в апреле введен в эксплуатацию сборочно-испытательный комплекс газотурбинных агрегатов (ГТА) для морских программ на базе рыбинского предприятия НПО «Сатурн» (объем инвестиций составил более 6,7 млрд руб.).

### Среднетехнологичные отрасли

Спрос в среднетехнологичных отраслях рос умеренными темпами (+1,6% – во II квартале, +0,9% – с начала года).

Динамика спроса в среднетехнологичных отраслях сильно коррелирует с показателями в металлургическом секторе. Во II квартале внутренний спрос на цветные металлы продолжил расти (+20,4% – во II квартале 2017 года, +27,0% – с начала года). Одна из возможных причин столь высокого прироста – закупки в Росрезерв. Внутренний спрос на черные металлы, напротив, заметно сократился (-3,4% – во II квартале, -1,0% – с начала года).

Аналогичная ситуация складывается и с экспортными поставками. Внешний спрос на черные металлы продолжил сокращаться (-1,2% – во II квартале, -1,1% – с начала года), на цветные – заметно вырос (+5,6% – во II квартале, -0,5% – с начала года) на фоне сокращения предложения алюминия на мировом рынке в связи с закрытием ряда заводов в Китае, которое может продолжиться и в конце 2017 – начале 2018 года.

Производственный потенциал среднетехнологичных отраслей во II квартале 2017 года растет на фоне ввода в эксплуатацию новых мощностей: в Республике Ингушетия открыто производство алюминиевых и биметаллических радиаторов отопления (объем инвестиций составил около 900 млн руб.), там же в рамках импортозамещения запущен завод по производству энергосберегающего осветительного оборудования на базе сверхъярких диодов (объем инвестиций – более 1 млрд руб.), в Ульяновской области – завод по производству шин «Бриджстоун» (объем инвестиций – 12,5 млрд руб.), компания Jotun в Ленинградской области запустила производство красок (объем инвестиций – 2 млрд руб.), в ОЭЗ «Липецк» компания PPG

открыла завод лакокрасочных материалов (объем инвестиций – около 2 млрд руб.), в Воронежской области – производство высокопрочных труб (объем инвестиций – порядка 4,5 млрд руб.), в Калужской области – производство упаковки для фармацевтической и косметической продукции (объем инвестиций – около 600 млн руб.), в Новосибирской области – предприятие по производству битума (объем инвестиций – 4,5 млрд руб.).

Кроме этого, в первой половине 2017 года началась активная расконсервация Волгоградского алюминиевого завода. Это стало возможно, когда к фактору низкого курса рубля добавился фактор роста мировых цен на алюминий (до 1 800–1 900 долл./т).

### Низкотехнологичные отрасли

Темпы роста спроса на продукцию низкотехнологичных отраслей сохраняются на стабильно высоком уровне (+8,5% – во II квартале, +8,9% – с начала года).

Во II квартале 2017 года продолжилось инвестирование в открытие крупных производств: в Тверской области начала работать мебельная фабрика (объем инвестиций – около 1 млрд руб.), в Рязанской области налажено производство нетканого материала (объем инвестиций – около 2 млрд руб.); в Екатеринбурге – швейная фабрика по производству спортивной одежды (объем инвестиций – около 100 млн руб.) и фабрика по производству ортопедической обуви (объем инвестиций – 80 млн руб.); в Республике Ингушетия – швейная фабрика (объем инвестиций – около 600 млн руб.); в Кировской области – деревообрабатывающий завод (объем инвестиций – 310 млн руб.); в Ивановской области – швейное производство компании «Фаберлик» (объем инвестиций – 1,7 млрд руб.).

## Анализ основных количественных показателей работы ТЭК, выявление основных тенденций его развития

### Нефтяная отрасль

Средняя цена на нефть марки Urals по итогам II квартала на 11,6% превысила аналогичный показатель 2016 года (табл. 2).

Объем добытой нефти во II квартале 2017 года вырос относительно II квартала 2016 года на 1,2% и составил 136,1 млн т (рис. 4). За I полугодие добыча выросла на 0,9% – до

уровня 272,3 млн т. Пролонгация соглашения нефтедобывающих стран о сокращении добычи нефти до конца марта 2018 года оказывает заметное стабилизирующее влияние на рынок.

За I полугодие 2017 года добыча составила:

- в ПАО «НК «Роснефть» 93,3 млн т (-0,5%),
- ПАО «ЛУКОЙЛ» – 40,6 млн т (-1,5%),
- ОАО «Сургутнефтегаз» – 30,1 млн т (-1,7%),
- ПАО «Газпром нефть» – 19,5 млн т (+9,0%),
- ОАО «Татнефть» – 14,4 млн т (+3,4%),
- ПАО АНК «Башнефть» – 10,7 млн т (+1,2%),
- ОАО «НГК «Славнефть» – 7,2 млн т (-3,6%),
- ПАО НК «Русснефть» – 3,5 млн т (+2,7%),
- ОАО «ННК» – 1,1 млн т (-7,5%),
- ПАО «НОВАТЭК» – 3,8 млн т (-6,4%).

Первичная переработка нефти на НПЗ России во II квартале выросла на 1,6% (68,1 млн т). Этот же показатель с начала года вырос на 1,5%.

Экспорт нефти за II квартал 2017 года вырос на 2,3% (66,6 млн т), за январь – июнь он составил 129,8 млн т, что на 1,6% выше прошлогоднего показателя за первое полугодие. Причем в дальнейшем зарубежье поставлено 120,9 млн т (+3,9%). С учетом транзита показатель составил 130,3 млн т (+3,2%). Экспорт нефти – в ближнее зарубежье (основной объем – в Республику Беларусь) за полгода снизился на 22,1% – до 9 млн т. Причинами стали разногласия по вопросу оплаты экспортируемого Россией природного газа, а также объемов нефти, поставляемой в Беларусь на льготных условиях.

Объем перевалки наливных грузов во II квартале 2017 года увеличился до 106,8 млн т (+26,2%), при этом перевалка

сырой нефти выросла до 67,5 млн т (+35,5%), нефтепродуктов – до 34,8 млн т (+10,5%), в годовом исчислении данный показатель вырос до уровня 210 млн т (+11,8%), в том числе сырой нефти – до 128,9 млн т (+16,0%), нефтепродуктов – до 71,6 млн т (+4,6%).

### Газовая отрасль

Добыча газа в России в I квартале 2017 года составила 183,5 млрд м<sup>3</sup> (+8,7% – к аналогичному периоду 2016 года), за январь – июнь рост добычи составил +11,3% (342,5 млрд м<sup>3</sup>) (рис. 4). ПАО «Газпром» во II квартале текущего года произвело 128,3 млрд м<sup>3</sup>, что на 13,7% больше, чем за аналогичный период прошлого; с начала года показатель добычи вырос еще больше и составил 232,3 млрд м<sup>3</sup> (+18,4%). В итоге доля ПАО «Газпрома» в общей добыче впервые за долгое время выросла и составила 67,8%.

ПАО «НК «Роснефть» по итогам I полугодия 2017 года сохранила лидерство по добыче газа среди независимых производителей: его объем вырос на 3,8% (23,8 млрд м<sup>3</sup>) к соответствующему периоду прошлого года. Также с начала года увеличили добычу:

- ПАО «ЛУКОЙЛ» – 10,4 млрд м<sup>3</sup> (+13%);
- ПАО «Газпром нефть» – 7,2 млрд м<sup>3</sup> (+9,5%);
- ОАО «Сургутнефтегаз» – 5,0 млрд м<sup>3</sup> (+2,2%);
- ОАО «ННК» – 0,7 млрд м<sup>3</sup> (+9%);
- ОАО «Татнефть» – 0,5 млрд м<sup>3</sup> (+1,1%);
- ПАО АНК «Башнефть» – 0,4 млрд м<sup>3</sup> (+7,7%).

Сократили добычу газа за аналогичный период ПАО НК «Русснефть» – 1,1 млрд м<sup>3</sup> (-7,1%), «НГК «Славнефть» – 0,5 млрд м<sup>3</sup> (-5,3%).

Локальный пик цен на нефть уже прошел, однако экспортные цены на россий-

Табл. 2. Средняя цена нефти марки Urals во II квартале 2017 года

		апрель	май	июнь	II квартал
2017	фактическая, долл./барр.	51,11	49,14	45,65	48,63
	к соответствующему периоду прошлого года	29,0% ↑	10,0% ↑	-1,8% ↓	11,6% ↑
	к предыдущему периоду	2,7% ↑	-3,9% ↓	-7,1% ↓	-6,7% ↓
2016	фактическая, долл./барр.	39,63	44,66	46,49	43,59

Табл. 3. Цена российского газа на границе с Германией во II квартале 2017 года

		апрель	май	июнь	II квартал
2017	фактическая, евро/тыс. м <sup>3</sup>	149,91	146,40	141,30	145,87
	к соответствующему периоду прошлого года	32,4% ↑	30,0% ↑	23,1% ↑	28,5% ↑
	к предыдущему периоду	1,5% ↑	-2,4% ↓	-3,4% ↓	-15,7% ↓
2016	фактическая, евро/тыс. м <sup>3</sup>	113,23	112,59	114,82	113,55

ский газ продолжают восстанавливаться (табл. 3), так как привязка к нефтяным котировкам осуществляется с определенным лагом по времени.

Высокими темпами продолжается рост экспорта газа в дальнее зарубежье – +10,0% (44,6 млрд м<sup>3</sup>) – за II квартал и +12,3% (95,7 млрд м<sup>3</sup>) – с начала года. Рост добычи и экспорта газа связан в первую очередь с низким запасом в подземных хранилищах как на территории России, так и Европы в результате повышенного отбора за осенне-зимний период 2016-2017 годов. При этом объем поставленного на экспорт сжиженного природного газа (СПГ) сократился на 8,2% по сравнению с I полугодием 2016 года.

#### Угольная отрасль

Во II квартале 2017 года добыча угля выросла на 7,6% относительно аналогичного периода прошлого года (до 97,1 млн т). По итогам I полугодия 2017 года прирост добычи составил 5,9% (197,2 млн т) (рис. 4).

Погрузка угля на сети ОАО «РЖД» за апрель – июнь также выросла: было погружено 86,3 млн т угля (+9,5% – к аналогичному периоду прошлого года, +9,4% – с начала года).

Ситуация на мировом рынке угля продолжает оставаться стабильной. В течение II квартала 2017 года цены на уголь, отыграв падение последних двух лет, колебались в узком диапазоне значений (табл. 4).

Во II квартале 2017 года экспорт угля вырос на 11,8% (до 47,0 млн т), +14,4% (90,4 млн т) – с начала года. На экспортных направлениях погрузка на сети ОАО «РЖД»

выросла на 17,8% – за II квартал, и на 19,1% – с начала года. Погрузка на внутренний рынок остается стабильной (+0,42% – за II квартал, +0,13% – с начала года). Объем перевалки угля в российских портах вырос на 33,7% (41,3 млн т) – во II квартале и на 16,2% (75,1 млн т) – с начала года.

Рост экспортных поставок связан с целым рядом факторов: временным дефицитом на мировом рынке, вызванным сокращением поставок австралийского угля из-за тропического циклона «Дебби», увеличением импорта российского угля Китаем после введения эмбарго на поставки из КНДР и спросом со стороны китайских металлургических предприятий.

Планы по дальнейшему расширению добычи угля крупнейшими поставщиками (Австралией и США), а также продолжающийся рост добычи в Китае на фоне ослабления ограничительных мер, введенных на его добычу, могут оказать негативное влияние на мировые цены.

Также влияние на мировой рынок угля могут оказать планы Китая по закрытию более 500 старых угольных шахт в течение 2017 года: с марта по август проводится масштабная проверка угледобывающих предприятий. Однако снижение объема добычи в результате возможного закрытия небезопасных шахт скорее всего будет нивелировано запуском новых высокопроизводительных мощностей.

В ближайшее время ожидается относительно высокий уровень спроса на российский энергетический уголь, в том числе из-за активизации европейских и турец-

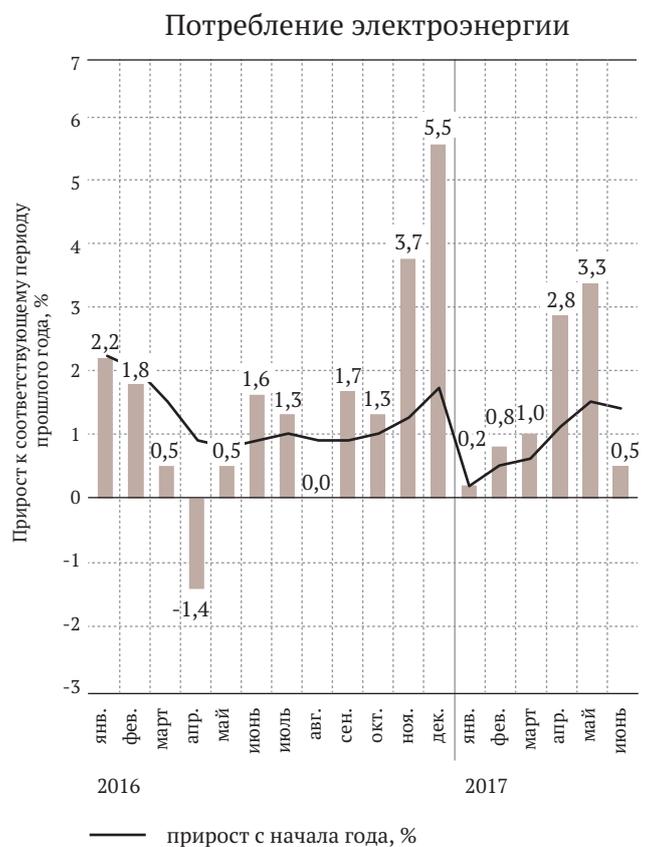
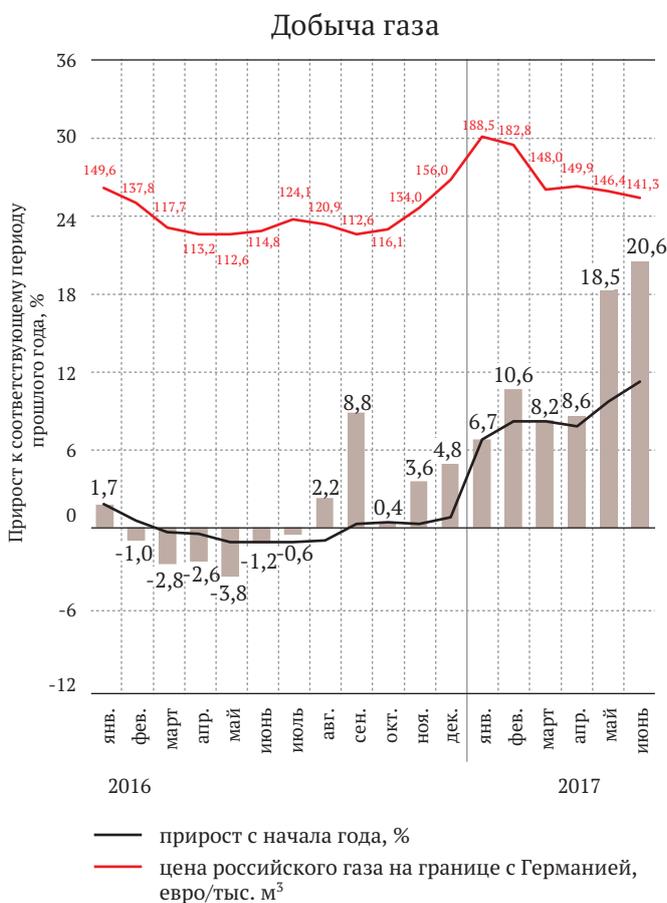
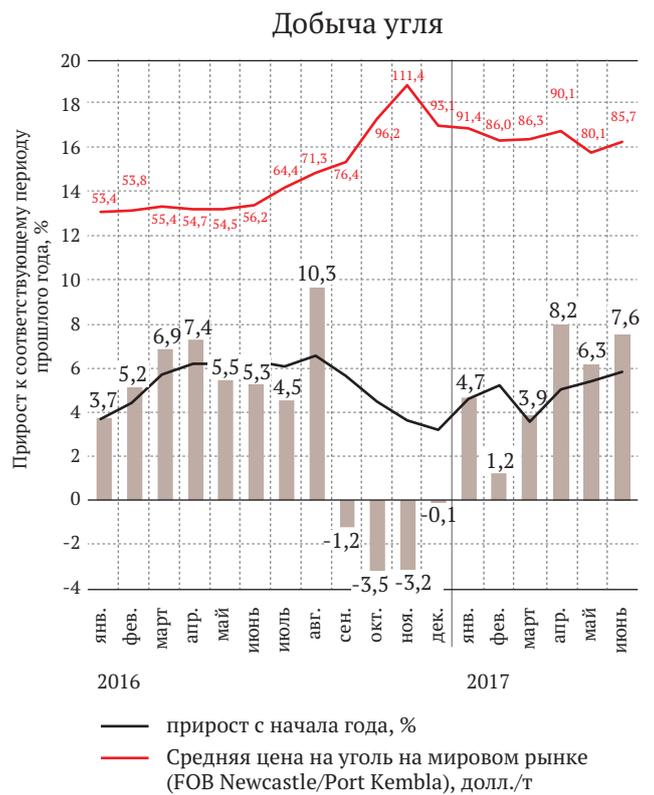
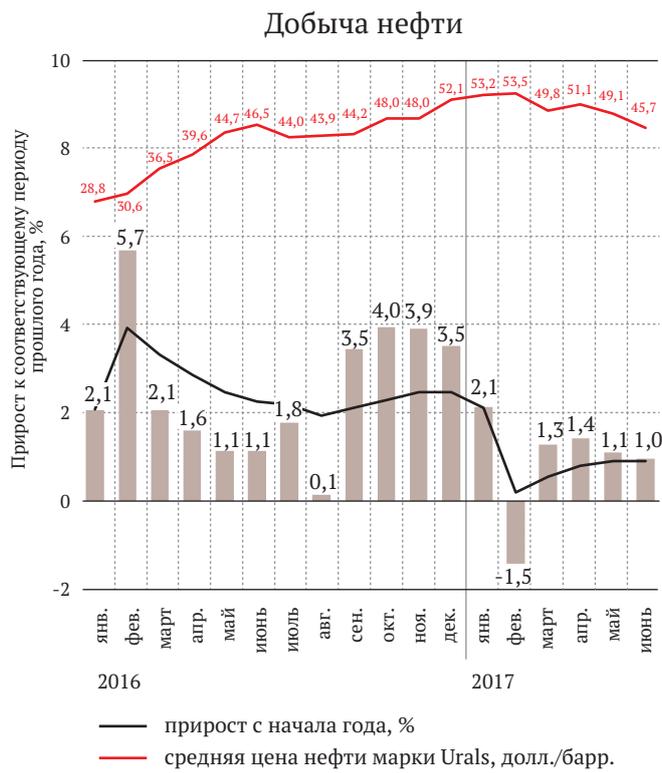


Рис. 4. Результаты работы ТЭК России в 2016-2017 годах

Табл. 4. Средняя цена на уголь на мировом рынке (FOB Newcastle/Port Kembla) во II квартале 2017 года

		апрель	май	июнь	II квартал
2017	фактическая, долл./барр.	90,11	80,12	85,67	85,30
	к соответствующему периоду прошлого года	64,9%	46,9% ↑	52,4% ↑	54,7% ↑
	к предыдущему периоду	4,4%	-11,1% ↓	6,9% ↑	-3,0% ↓
2016	фактическая, долл./барр.	54,66	54,53	56,23	55,14

ких потребителей при закупках угля с отгрузкой в летний период.

#### Электропотребление

Потребление электроэнергии во II квартале в целом по России выросло на 2,3%, с начала года рост составил 1,4% (рис. 4). На динамику потребления, кроме системных экономических факторов, повлияла и более низкая температура – 1,59 °С против 2,72 °С годом ранее (средневзвешенная).

Выработка электроэнергии с начала года составила 539,2 млрд кВт·ч, что на 1,3% больше, чем за аналогичный период прошлого года.

Средневзвешенный индекс на покупку электроэнергии на РСВ (рынок на сутки вперед) во II квартале составил:

- 798,01 руб./МВт·ч для зоны «Сибирь» (+0,03% – ко II кварталу 2016 года);
- 1 146,71 руб./МВт·ч для зоны «Европа и Урал» (-1,84% – ко II кварталу 2016 года).

### Анализ актуальных для отчетного периода показателей

Высокий уровень ключевой ставки в прошлом году привел к значительному сокращению кредитной активности. На фоне смягчения денежно-кредитной политики (ключевая ставка ЦБ во II квартале 2017 года была снижена до 9% годовых) по итогам I полугодия ситуация с доступностью кредитных ресурсов постепенно исправляется: портфель выданных кредитов малому и среднему бизнесу за январь – июнь вырос на 8% (-3% в 2016 год). Однако объем выданных кредитов нефинансовому сектору незначительно сократился – -0,4% (-6,2% – в 2016 году), а, значит, до реального сектора средства по-прежнему доходят плохо.

На этом фоне по итогам 2016 года инвестиции в основной капитал сократились на 0,9% – к 2015 году. Статистика текущего года выглядит более оптимистично: за I квартал прирост инвестиций составил 2,3% – к аналогичному периоду прошлого года.

Однако косвенные показатели указывают, что ситуация в экономике остается сложной. За январь – июнь 2017 года отток капитала вырос на 71% к аналогичному периоду прошлого года до уровня 14,7 млрд долл., а ввод жилья, вопреки условному росту объема работ, выполненных по категории «Строительство», на 0,2% показал очевидный спад на 11,3%. Не противоречит данному факту и статистика по погрузке строительных грузов внутри страны, которые также демонстрируют падение (-7,6% – ко II кварталу 2016 года, -6,0% – с начала года). Общая погрузка также стагнирует (-7,4%, -5,6%).

Сохраняющийся разрыв между сырьевой и производственной экономикой свидетельствует, что наблюдаемое восстановление все еще зыбко и в большей степени обусловлено ценовой конъюнктурой на энергоносители. Ⓢ

# Технические требования для высокоскоростного подвижного состава в России

**Ю. З. Саакян,**

к.ф-м.н., генеральный директор Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

**В. Б. Савчук,**

заместитель генерального директора ИПЕМ

**С. С. Оленин,**

ведущий эксперт-аналитик отдела комплексных исследований ИПЕМ

В ближайшие несколько лет в России планируется начать строительство первой специализированной высокоскоростной железнодорожной магистрали (ВСМ). Потребность в реализации такого проекта обусловлена как необходимостью развития современных видов транспорта, учитывая большие расстояния в стране, так и мировыми тенденциями. Сегодня в мире эксплуатируются более 37 тыс. км ВСМ, причем за последние 5 лет протяженность высокоскоростной железнодорожной инфраструктуры увеличилась более чем в 2 раза<sup>1</sup>.

Строительство ВСМ планируется между Москвой и Казанью. Протяженность линии – 770 км, большая часть которой проектируется на безбалластной основе под скорость 400 км/ч (искусственные сооружения – 350 км/ч). Подвижной состав – под демонстрационную скорость 400 км/ч (при сертификационных испытаниях) и максимальную эксплуатационную (перевозка пассажиров) – не более 360 км/ч.

В 2015 году были сформированы, а в 2017 году актуализированы технические требования для высокоскоростного подвижного состава. Их разработка производилась с учетом мирового опыта по эксплуатации высокоскоростных поездов, а также опыта организации движения на линии Москва – Санкт-Петербург (подвижной состав Velaro RUS, Siemens).

В настоящее время в мире немало моделей высокоскоростного подвижного состава, эксплуатационная скорость которых сопоставима с техническими требованиями для трассы ВСМ Москва – Казань (рис. 1). Однако необходимо отметить, что достижение такого скоростного режима при различных условиях внешней среды требует неодинаковых технических и технологических решений.

Во-первых, следует учитывать климатические условия. Так, перепады температур на

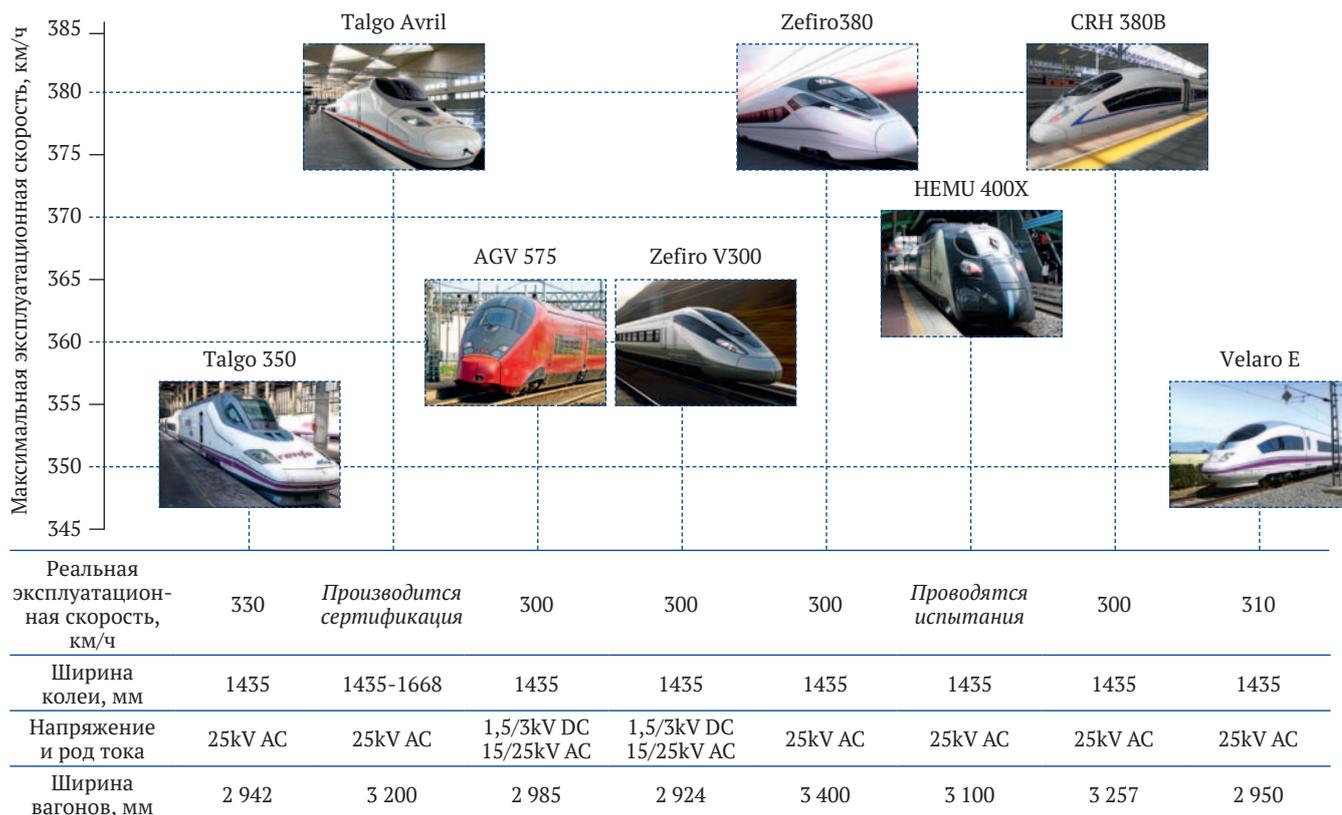
проектируемой трассе составляют практически 100 °С, причем решающее значение имеют не только перепады, но и их нижнее значение – -48 °С. Именно воздействие низких температур негативно отражается на прочностных свойствах металла, а следовательно, элементов кузова и навесного оборудования.

В странах Европы подобные климатические условия являются экстраординарными, вследствие чего подвижной состав проектируется под минимальные температуры не ниже -25 °С (Siemens Velaro E и Talgo Avril, эксплуатирующиеся преимущественно в Испании, имеют температурный режим от -20 °С до +50 °С). Кроме того, многими перевозчиками при неблагоприятных погодных условиях скорость движения поезда снижается. Во Франции SNCF накладывает ограничения в зависимости от количества осадков (снега), уменьшая скорости до 230 км/ч; в Германии (Deutsche Bahn) – с 300 км/ч до 200 км/ч в периоды снегопада, чтобы минимизировать возможность возникновения нештатной ситуации и повреждения подвижно-



**Сегодня ни один производитель высокоскоростного подвижного состава не выпускает модель, которую можно было бы без дополнительной доработки эксплуатировать по сформированным российским техническим требованиям.**

<sup>1</sup> Хардер Ян К. Развитие высокоскоростных магистралей в мире. Тренды 2020-2030 годов / Ян К. Хардер // Техника железных дорог. – 2016. – № 2 (34). – С. 28–35.



Источник: анализ ИПЕМ

Рис. 1. Сравнение моделей высокоскоростного подвижного состава ведущих мировых производителей

го состава; в Испании (Renfe) – с 300 км/ч до 230 км/ч (или до 160 км/ч) в зависимости от погодных условий. Только в Китае высокоскоростной подвижной состав эксплуатируется в схожих с нашими климатических условиях. Открытая в 2012 году линия Харбин – Далянь проходит через холодный регион, перепады температур в котором составляют от -40 °С до +40 °С. На линии перевозки пассажиров осуществляются в подвижном составе CRH380B, который способен в постоянной эксплуатации развивать скорость до 380 км/ч. Однако из-за жестких погодных условий, а также скоростных ограничений, введенных Министерством железных дорог Китая после крупной аварии на линии ВСМ в 2011 году, подвижной состав на этой линии эксплуатируется с максимальной скоростью 300 км/ч в летнее время и не более 200 км/ч – в зимнее.

Во-вторых, ведущие мировые производители проектируют высокоскоростной подвижной состав под ширину колеи 1435 мм, вследствие чего габаритные показатели таких поездов меньше, чем требуется российскими нормативами. В соответствии с государственным стандартом ширина вагона

электропоезда в России должна составлять не менее 3,75 м, в то время как в мире эксплуатируется подвижной состав с шириной около 3 м. Только Talgo Avril спроектирован под различную ширину колеи (от 1435 мм до 1668 мм), однако и у данного подвижного состава габаритные показатели ниже (ширина вагона – 3,2 м). Доработка технологической платформы Talgo под технические требования ВСМ Москва – Казань потребовала бы внесения существенных изменений в конструкцию подвижного состава из-за того, что длина пассажирского вагона Talgo 350 и Talgo Avril составляет 13 м, в то время как вагоны проектируемого в России высокоскоростного подвижного состава будут более 25 м. Другие мировые производители высокоскоростного подвижного состава проектируют пассажирские вагоны приблизительно с теми же параметрами по ширине.

В-третьих, сегодня мировые тенденции направлены на минимизацию нагрузки от осей колесных пар подвижного состава на железнодорожную инфраструктуру. Высокоскоростная магистраль Москва – Казань проектируется под осевые нагрузки 17 тс.

При этом в увеличенных российских габаритах вагонов и более жестких климатических условиях решение по разработке подвижного состава под такую осевую нагрузку является беспрецедентным и сопряжено с необходимостью проектирования кузова и внутреннего оборудования поезда с применением композитных или облегченных материалов, что может отразиться на стоимости такого подвижного состава.

В-четвертых, реализация ВСМ в России предполагает эксплуатацию подвижного состава на переменном и постоянном родах тока. Это связано с особенностями организации движения на проектируемой трассе (Московский транспортный узел электрифицирован на постоянном токе, в то время как выделенная инфраструктура проектируется под переменный с учетом скоростей движения до 400 км/ч). Из всех представленных на рынке моделей высокоскоростных поездов, сопоставимых по скоростному режиму с техническими требованиями к подвижному составу ВСМ Москва – Казань, двухсистемными являются AGV 575 (Alstom) и Zefiro V300 (Bombardier), курсирующие в Италии. Несмотря на то что максимальная эксплуатационная скорость составляет 360 км/ч, как и в требованиях к подвижному составу ВСМ Москва – Казань, в настоящее время на всей железнодорожной инфраструктуре Италии данные виды подвижного состава не развивают скорости более 300 км/ч (инфраструктура страны не сертифицирована под скорости выше). Это лишний раз доказывает актуальность принятого решения по проектированию и сертификации инфраструктуры линии Москва – Казань с запасом, то есть на скорости 400 км/ч, даже с учетом того, что подвижной состав планируется под меньшую эксплуатационную скорость.

Остальные производители высокоскоростного подвижного состава (для скоростей свыше 250-300 км/ч) сосредотачиваются на одном роде тока – переменном. По приблизительным оценкам оборудование подвижного состава на переменном и постоянном родах тока удорожает его конечную стоимость до 10% (ориентировочно 1-2 млн евро от стоимости поезда). Однако перевод действующей на постоянном токе инфраструк-

В мировой практике существует решение, альтернативное реализации двух систем переменного и постоянного тока на подвижном составе, укладка двух параллельных путей на переменном и постоянном токе. В частности, в Берлине реализовано данное проектное решение, позволяющее эксплуатировать одновременно электричку S-Bahn (постоянный ток) и поезд ВСМ (переменный ток). При этом реализация данного проектного решения на инфраструктуре Московского транспортного узла технически сложна, так как потребуются полная замена тягового электроснабжения, а также линии СЦБ и связи. Между тем в Германии используется другое напряжение на постоянном и переменном токе – 15 kV AC 16,7 Hz, 750V DC. Соответственно, при проектировании в Московском транспортном узле параллельных путей на переменном и постоянном родах тока наводка переменного тока в сети постоянного может достигать 3 kV, что, учитывая уже имеющиеся 3 kV на линии тягового электроснабжения, совершенно недопустимо.

туры, как в Московском транспортном узле, на переменный ток существенно превышает затраты на реализацию двух систем электроснабжения на поезде, не говоря уже о технической сложности данного проектного решения.

Еще одной отличительной особенностью технических требований к высокоскоростному подвижному составу для трассы ВСМ Москва – Казань является опциональное требование по установке вихретокового тормоза. В настоящее время его использование широко не распространено в мировой практике ВСМ: с таким тормозным оборудованием поставляются поезда ICE 3 (Deutsche Bahn) и некоторые модели японских Shinkansen, максимальная эксплуатационная скорость которых – 320-330 км/ч. Наибольшая эффективность использования вихретоковых тормозов возникает при существенных уклонах продольного профиля пути (40‰) и скоростях движения свыше 350 км/ч. Однако с эксплуатацией вихретоковых тормозов связан ряд рисков. Учитывая то, что их работа сопровождается нагревом рельса, использование данного тормозного оборудования может приводить к нарушению стабильности пути. Эксплуатация

может также нарушать работу или даже выводить из строя компоненты устройств системы СЦБ. Исходя из этого, окончательное решение об установке вихретокового тормоза на поезда ВСМ будет принято на стадии проектирования.

## Нормативно-правовая база

В настоящее время в России отсутствуют государственные стандарты, регулирующие высокоскоростные железнодорожные перевозки. Действуют только специальные технические условия, разработанные индивидуально для трассы ВСМ Москва – Казань и устанавливающие требования только к инфраструктуре. Соответственно, при разработке технических требований на высокоскоростной подвижной состав активно использовался зарубежный опыт проектирования. В частности, были взяты на вооружение нормы Евросоюза TSI, последний раз актуализированные в 2014 году. По данным нормативам в настоящее время проектируется подвижной состав не только в Европе,



**При разработке технических требований на высокоскоростной подвижной состав активно использовался зарубежный опыт проектирования поездов для линий ВСМ.**

но и в США. При этом в Америке высокоскоростные железнодорожные перевозки пока отсутствуют (высокоскоростной подвижной состав Acela Express не развивает скорости выше 250 км/ч, потому что эксплуатируется не на высокоскоростной, а на обычной (реконструированной) инфраструктуре) и ситуация с собственной нормативно-правовой базой, регулирующей высокоскоростное движение, обстоит относительно так же, как и в Российской Федерации. Только в конце 2016 года Федеральным железнодорожным агентством США (FRA) был утвержден проект законодательного акта, регламентирующего требования к высокоскоростному подвижному составу с максимальной эксплуатационной скоростью свыше 350 км/ч.

Нормы Евросоюза были использованы в части нормативов работы тормозного и тягового оборудования, так как российский

Сегодня ни один производитель высокоскоростного подвижного состава не выпускает модель, которую можно было бы без дополнительной доработки эксплуатировать по сформированным российским техническим требованиям.

государственный стандарт регламентирует тормозные расстояния только для скоростей движения до 300 км/ч, а также только при благоприятных погодных условиях и чистых сухих рельсах. Однако нормы Евросоюза устанавливают тормозные расстояния как при благоприятных, так и при неблагоприятных погодных условиях или при входе в юз колесных пар и срабатывании противоюзных устройств. Учитывая также опыт работы поездов Velaro D на трассе Москва – Санкт-Петербург, для подвижного состава на трассе Москва – Казань были разработаны тормозные пути и при неблагоприятных условиях эксплуатации (табл. 1).

Тот же подход был применен и при разработке требований к тормозному коэффициенту сцепления: государственным стандартом России регламентированы коэффициенты до скорости 300 км/ч, а для разработки технических требований свыше 300 км/ч использованы стандарты Евросоюза.

Техническими требованиями на подвижной состав трассы Москва – Казань устанавливаются более жесткие условия по экологии и безопасности пассажиров на платформе от шумового воздействия по сравнению со стандартами Евросоюза и требованиями США. В частности, предельный уровень шума от проследования поезда составляет 84 дБа, однако это требование актуально при реализации 2/3 от максимальной эксплуатационной скорости, то есть приблизительно при 250 км/ч (требования во всем диапазоне скоростного режима будут установлены производителем). В качестве сравнения: для сопоставимых скоростей движения TSI регламентирует уровень шума 87 дБа, а требования к высокоскоростному подвижному составу в США – 88 дБа.

Технические требования регламентируют основную составность поезда – 12 ваго-

Табл. 1. Отечественные и международные стандарты в области перевозок и эксплуатации

Скорость эксплуатации, км/ч	Тормозные расстояния, м			
	Государственный стандарт России благоприятные условия	Технические характеристики «Сапсан» на железнодорожной линии Москва – Санкт-Петербург неблагоприятные условия	Технические требования Евросоюза TSI благоприятные условия	Технические требования Евросоюза TSI неблагоприятные условия
350	–	–	5 360	–
300	3 908	–	3 650	4 690
250	2 606	3 130	2 430	3 130
200	1 668	1 940	1 500	1 940
160	1 157	1 454	–	–
140	931	1 097	–	–

Тормозные расстояния, м	
Технические требования к подвижному составу ВСМ Москва – Казань благоприятные условия	Технические требования к подвижному составу ВСМ Москва – Казань неблагоприятные условия
6 140	6 820
3 900	4 690
2 600	3 130
1 670	1 940
1 150	1 454
930	1 097

Источник: анализ ИПЕМ

нов с возможностью увеличения до 16 путем включения дополнительных. Также предусматривается еще один вариант составности – 8 вагонов с возможностью эксплуатации по системе многих единиц (8+8), что больше соответствует мировому опыту орга-

низации движения на инфраструктуре ВСМ. Предлагаемая вариативность позволяет подстроить подвижной состав под условия изменяющейся внешней среды, в частности при изменении пассажиропотоков и интенсивности эксплуатации линии ВСМ.

## Ситуация с локализацией

Для линии ВСМ Москва – Казань предполагается поэтапно локализовать производство более 30 единиц 12-вагонного высокоскоростного подвижного состава, доведя в конечном итоге уровень локализации до 60-80%.

В настоящее время в мире немного примеров локализации производства высокоскоростного подвижного состава. Большая часть находится в Китае. В 2009 году Bombardier локализовала в Китае практически 100% производства подвижного состава модели Zefiro380 (под наименованием CRH380D), а ранее там было локализовано производство высокоскоростного подвижного состава Velaro (выпус-

кался под наименованием CRH3). Следует обратить внимание на то, что после успешных примеров по локализации производства Китай начал проектировать и разрабатывать собственный подвижной состав. В 2017 году в эксплуатацию поступил первый китайский сертифицированный высокоскоростной подвижной состав CR400AF.

Таким образом, локализация производства способствует реализации целей и задач Стратегии развития транспортного машиностроения России до 2030 года, а впоследствии – Стратегии развития экспорта железнодорожного машиностроения России. 

## К вопросу о выборе оптимальной конструкции железнодорожного пути для реализации скорости 400 км/ч в России



**В.Б. Захаров,**  
к.т.н., доцент кафедры  
«Железнодорожный путь»  
ФГБОУ ВО ПГУПС



**Е.В. Черняев,**  
к.т.н., доцент кафедры  
«Железнодорожный путь»  
ФГБОУ ВО ПГУПС

Время – самое дорогое, что есть у каждого из нас. Зачастую, определяя маршрут, можно пренебречь расстоянием, при этом выиграть во времени, например объезжая автомобильные пробки. Железнодорожный транспорт давно ставит перед собой задачи по повышению своей привлекательности в сравнении с авиатранспортом. Так, организация сообщения высокоскоростными поездами «Сапсан» между Санкт-Петербургом и Москвой, по данным ОАО «РЖД», показывает рост спроса. В первом квартале 2017 года количество перевезенных пассажиров выросло на 14% (до 1,1 млн человек) по сравнению с первым кварталом 2016 года. Одним из решений покрытия спроса стало использование вдвоенных составов и уменьшение интервала между поездами. С начала эксплуатации (2009 год) «Сапсанами» воспользовались 23,8 млн пассажиров, в том числе в 2016 году – 4,9 млн пассажиров (что на 37,4% больше по сравнению с 2015 годом) [1]. В числе стратегических целей «Российских железных дорог» – организация постоянного движения высокоскоростных поездов со скоростью на отдельных участках до 400 км/ч по направлению Москва – Казань с перспективой продления до Екатеринбурга [2]. Для достижения поставленной цели требуется решить комплекс задач, условия которых должны учитывать эксплуатационные, природно-климатические, инженерно-геологические и другие особенности проектируемого участка железнодорожной линии. Необходимо разработать требования, предъявляемые к объектам инфраструктуры высокоскоростных магистралей и подвижному составу.

### Анализ существующей нормативной документации для проектирования и строительства ВСМ

Первый шаг уже сделан. Специалисты ПГУПС с привлечением экспертов (ДвГУПС, УрГУПС, РГУПС, ОАО «Ленметрогипротранс», ПАО «Ленгипротранс», ОАО «ВНИИЖТ», ОАО «Росжелдорпроект», ООО «Институт акустических конструкций», ЗАО «Мостовое бюро», ООО «СК Стройкомплекс-5», ЗАО «Корпорация «Пентакон», ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО», ЗАО «Универсал-контактные сети», ОАО «ЦНИИС», ОАО «Институт Гипростроймост», ЗАО НИЦ «Мосты», ООО «Мостовые сооружения и путь», ООО «МП «Центр экспертиз и проектирования», ООО «НИЦ Тоннель-

ные ассоциации») в области проектирования, строительства и организации работы высокоскоростного железнодорожного транспорта разработали и актуализировали Специальные технические условия участка Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург со скоростями движения до 400 км/ч.

Для принятия решения о конструкциях железнодорожного пути для столь высоких скоростей движения подвижного состава специалистами университета был всесторонне изучен мировой опыт эксплуатации таких линий.

## Мировой опыт использования различных конструкций железнодорожного пути

В мировой практике (Китай, Испания, Япония, Франция, Германия, Италия, США) успешно используются следующие варианты конструкций железнодорожного пути:

- устройство верхнего строения пути (рельсошпальная решетка) на балласте (Франция, рекорд – 574,8 км/ч (03.04.2007)) [3], размещенное на земляном полотне, которое в большинстве случаев имеет защитный подбалластный слой, предназначенный для снижения интенсивности развития деформаций земляного полотна в зоне под балластом (рис. 1);
- верхнее строение пути выполнено в виде безбалластной конструкции на земляном полотне (Германия, Китай, постоянная эксплуатация со скоростью до 330 км/ч) (рис. 2);
- безбалластная конструкция пути на эстакаде (Китай, скорость – до 330 км/ч; Япония, скорость – до 300 км/ч) (рис. 3).

У каждого из перечисленных вариантов исполнения конструкции железнодорожного пути есть свои преимущества и недостатки в сравнении с аналогами. При этом стоит отметить, что все они имеют положительный опыт эксплуатации и постоянно совершенствуются. Основная их цель – обеспечение безопасности движения поездов. На втором месте находится цена безопасности при заданных эксплуатационных и природно-климатических условиях. Выбор конструкции зачастую определяется максимальным эффектом, который можно получить на этапах строительства и эксплуатации высокоскоростной железнодорожной линии, поэтому вопрос выбора конструкции подрельсового основания железнодорожного пути является принципиальным.



Рис. 1. Верхнее строение пути на балластном слое (состав Alstom, французские железные дороги)



Рис. 2. Безбалластное верхнее строение пути, размещенное на земляном полотне (состав Siemens, немецкие железные дороги)



Рис. 3. Безбалластная конструкция железнодорожного пути, размещенная на эстакаде (состав CRH380A, китайские железные дороги)

## Сравнительная характеристика эксплуатируемых конструкций железнодорожного пути на балласте

Например, во Франции принята конструкция главных путей ВСМ, предусматривающая укладку бесстыкового пути рельсами массой 60,8 кг/пог. м на шпально-балластном основании на земляном полотне. При этом

учитывается ряд ее параметров, который выгодно отличает эту конструкцию от безбалластных вариантов:

- относительно низкие расходы на строительство;

- большая упругость;
- высокая ремонтпригодность при относительно низких затратах;
- хорошее поглощение шума, генерируемого подвижным составом;
- значительно меньшая цена самой конструкции для участков с преобладанием земляного полотна;
- большой запас устойчивости пути против поперечного сдвига от воздействия подвижного состава и др.

Особенностью устройства пути на балласте, опирающемся на земляное полотно, при организации высокоскоростного движения поездов является обязательная укладка защитных подбалластных слоев, применение и подбор состава которых направлено на максимально возможное снижение интенсивности накопления остаточных деформаций конструкции пути в результате эксплуатации и максимальное снижение воздействия процессов, возникающих в результате изменения природно-климатической среды.

Защитный слой выполняет множество функций. Во-первых, обеспечивает разделение грунта земляного полотна и подбалластного слоя, при этом может обладать различными свойствами – фильтрацией (геотекстиль) или гидроизоляцией (например, геомембрана). Во-вторых, предупреждает деформации морозного пучения грунтов земляного полотна (укладка пенополистирольных плит). В-третьих, уменьшает вибродинамическое воздействие на грунты земляного полотна и его основание (применение геоматов). В-четвертых, выполняет функции армирования подбалластного слоя, повышая устойчивость положения рельсошпальной решетки в пространстве, распределяет нагрузки, передаваемые от веса верхнего строения пути и подвижного состава на грунты рабочей зоны земляного полотна, тем самым снижая интенсивность накопления остаточных деформаций (применение армирующих

материалов, закрепление грунтов основной площадки земляного полотна, использование различных составов щебеночно-песчано-гравийных смесей).

Тем не менее конструкция пути на балласте в результате воздействий факторов природно-климатической среды (изменения температуры, влажности, ветровое воздействие, сейсмические процессы) и подвижного состава предполагает постоянный контроль положения рельсовых нитей в пространстве (геометрия пути) и выполнение плано-предупредительных работ, направленных на обеспечение равноупругости подрельсового основания. Кроме того, при конструкции пути на балласте необходимы более частые ремонты, связанные с очисткой и (или) заменой балластного слоя для обеспечения его рабочих функций.

Мировой опыт показывает, что на участках ВСМ путь на железобетонном подрельсовом основании (железобетонные шпалы) на балласте обеспечивает эксплуатацию линии с коммерческими скоростями до 350 км/ч.

Однако большие затраты на содержание пути традиционной конструкции при высоких скоростях движения определяют выбор в сторону безбалластных конструкций и практически полный отказ от земляного полотна как основания верхнего строения пути на новых линиях ВСМ. Так, в результате воздействия на инфраструктуру высокоскоростных поездов возникают более сложные (чем при обычных скоростях) процессы взаимодействия пути и подвижного состава, а в зоне контакта колеса и рельса при наличии неровностей образуются высокочастотные колебания (до 5 000 Гц), которые передаются подрельсовому основанию и вызывают его расстройство. В частности, происходит интенсивное истирание балласта. Длинные неровности (20÷50 м и более) возбуждают низкочастотные колебания (примерно 1 Гц), проявляются резонансные явления в подвижном составе, что также ухудшает процессы взаимодействия.

## Безбалластное основание железнодорожного пути

Современная конструкция безбалластного верхнего строения пути (БВСП) на земляном полотне состоит из рельсовых плетей, упругих промежуточных рельсовых

скреплений, подрельсовых опор, несущего основания из плит или монолитного бетона, гидравлически связанного несущего слоя.

БВСП выполняет следующие функции:

- обеспечивает пространственную стабильность рельсовой колеи;
- распределяет нагрузку от подвижного состава на нижнее строение;
- обеспечивает снижение генерируемых подвижным составом вибраций до приемлемого уровня.

БВСП проектируют исходя из критериев выполнения всех перечисленных функций, обеспечивающих стабильную работу верхнего строения пути во взаимодействии со всеми видами подвижного состава в заданных эксплуатационных условиях.

Условно все многообразие безбалластных конструкций пути можно разделить на три группы:

1. Безбалластный путь (БП) с подрельсовыми опорами, омоноличеными в путевом бетоне. В качестве примера может выступать конструкция RHEDA 2000 (Германия) (опытный участок уложен в октябре 2010 года на перегоне Саблино – Тосно Октябрьской железной дороги – филиала ОАО «РЖД») или CRTS I типа (КНР).
2. БП с подрельсовыми опорами, омоноличеными в путевом бетоне, имеющими упругий слой с расчетной (пониженной) жесткостью. В качестве примера можно привести конструкции LVT (Low Vibration Track, Швейцария), опытные участки которой эксплуатируются в двух тоннелях на Северо-Кавказской железной дороге и EBS (Tines, Польша) – в тоннеле, соединяющем железнодорожный вокзал «Варшава Центральна» и Международный аэропорт им. Ф. Шопена в Варшаве [4].
3. БП системы «масса-пружина» с расчетной (пониженной) жесткостью. В качестве примера такой конструкции выступает Fest FahrBahn-Bögl (Германия), испытания которой завершились на полигоне АО «ВНИИЖТ» [4].

В местах примыкания верхнего строения на балласте к БВСП предусматривают устройства сопряжений (участки переменной жесткости), конструкция которых обеспечивает плавное изменение жесткости подрельсового основания и стабильность балластной призмы на переходных участках.

При безбалластной конструкции увеличиваются капитальные вложения в строительство. При эксплуатации более трудоемкими оказываются работы по исправлению отклонений рельсовых нитей в плане и в профиле от проектного положения. Путь на плитном основании является более жестким, что приводит к увеличению динамических нагрузок. Стоит отметить, что затраты труда на текущее содержание любой безбалластной конструкции железнодорожного пути будут значительно меньше, чем при содержании пути на балласте за счет исключения трудоемких работ по исправлению положения рельсошпальной решетки в плане и профиле.

Главный недостаток укладки безбалластного пути на земляном полотне – требование максимальной устойчивости и плотности грунтов его слагающих. Это условие гораздо легче выполнить в горной местности, чем, например, на пересеченной или равнинной. Следует отметить, что по этой причине в Японии до сих пор избегают укладывать безбалластный путь на насыпях, принимая во внимание неизбежность изменений в работе земляного полотна вследствие воздействия природно-климатических и эксплуатационных факторов.

Из вышесказанного следует, что чаще всего причиной нарушения стабильного положения пути ВСМ являются неизбежные изменения грунтовой среды основания верхнего строения пути. Решение проблемы воздействия изменяющихся свойств грунтов земляного полотна было найдено в прошлом веке – строительство эстакад.

## Железнодорожный путь на эстакаде

Размещение верхнего строения пути на эстакаде позволяет исключить воздействие многих неблагоприятных факторов, оказывающих влияние на его стабильное положение в пространстве при воздействии высокочастотного подвижного состава.

Накоплен положительный опыт эксплуатации пути на эстакадах как в мире, так и на территории РФ с учетом сложных инженерно-геологических и природно-климатических условий. Ярким примером



Рис. 4. Западный скоростной диаметр (Санкт-Петербург)

является реализация проекта строительства автомобильной скоростной магистрали на территории Санкт-Петербурга (рис. 4).

Чаще всего размещение верхнего строения железнодорожного пути на эстакаде становится необходимым при совпадении ряда условий: стесненности площади застройки, сложных инженерно-геологических и (или) гидрологических условий, повышенных требований безопасности в организации перевозочного процесса.

Сегодня нельзя однозначно сказать, что безбалластная конструкция пути на эстакаде для российских железных дорог нецелесообразна и неконкурентоспособна. В пользу этой конструкции говорят следующие факты.

Во-первых, проектирование трассы ВСМ на эстакаде позволяет в большей мере обес-

печить прямолинейность трассы. Вследствие этого сокращается количество криволинейных участков пути и протяженность самой линии. Все это дает возможность реализовать максимальные скорости движения поездов в условиях сложной топографии.

Во-вторых, эстакада обеспечивает более высокую стабильность безбалластной конструкции пути и, как результат, минимальные затраты на ее обслуживание.

В-третьих, в пользу выбора безбалластной конструкции пути на эстакаде указывает высокая стоимость отвода земель сельскохозяйственных угодий. Следует отметить, что нарушение сложившейся системы землепользования приводит к усложнению транспортных связей, изменению внутрихозяйственной организации территории, ухудшению доступности сельскохозяйственных угодий и снижению их продуктивности. Возможно также существенное изменение социальной и экологической ситуации в конкретной местности (трасса не должна усложнять условия жизни местного населения: доступ к традиционно привлекательным местам отдыха и подсобного промысла, доступность транспортных связей с административными и культурными центрами). Сооружение земляного полотна способствует развитию эрозии, заболачивания, подтопления и других процессов деградации и нарушения земель.

В-четвертых, решаются вопросы безопасности пересечений с трассой ВСМ и антитеррористической защищенности.

Из-за высокой стоимости сооружения конструкции земляного полотна на ВСМ (привозной грунт, его послойное уплотнение при отсыпке) строительство безбалластной конструкции пути на эстакаде всего лишь в 1,5-1,8 раза (до 80%) выше по сравнению с земляным полотном, что не так, в общем-то, и много.

Выбор БВСП должен осуществляться из условий минимизации стоимости жизненного цикла при безусловном обеспечении надежной эксплуатации. Однако экономические показатели по рассматриваемым БВСП зачастую являются коммерческой тайной компаний-производителей, что не позволяет окончательно сделать вывод об уровне затрат на текущее содержание подрельсового основания безбалластной конструкции.



Рис. 5. Трасса ВСМ Москва – Казань

**Табл. 1.** Зарегистрированные проявления опасных геологических процессов на территории субъектов РФ, по которым проходит трасса линии ВСМ Москва – Казань

Территория субъекта РФ	Зарегистрированные проявления опасных геологических процессов					
	Оползни	Карст	Подтопление	Пучение	Обвалы	Переработка берегов
Московская область	+	+	+	+	+	–
Владимирская область	+	+	+	+	–	+
Нижегородская область	+	+	+	+	–	+
Чувашская Республика	+	–	+	+	–	–
Республика Татарстан	+	+	+	+	–	+

Все вышеперечисленное, с нашей точки зрения, находит свое отражение в реализации проекта строительства линии ВСМ Москва – Казань (рис. 5) и, в частности, учитывая значение скорости движения поездов до 400 км/ч, должно стать принципиальным требованием к устройству конструкции железнодорожного пути для безопасной реализации заявленной скорости.

Сводом правил «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов» (приложение В) [5] зарегистрированы проявления опасных геологических процессов на территориях субъектов Российской Федерации (табл. 1). Принимая это во внимание, в ряде случаев придется осуществлять мониторинг геологических процессов основания земляного полотна, что влечет за собой дополнительные текущие расходы и в случае активизации процессов может привести к существенным затратам, связанным с ремонтом земляного полотна железнодорожного пути.

Многочисленные искусственные сооружения (табл. 2), запроектированные на трассе ВСМ, должны сопрягаться с типовой конструкцией земляного полотна через переходные зоны (на длине которых обеспечивается постепенное изменение жесткости подбалластного основания за счет применения специальных технологий и материалов).

В свою очередь, это повлечет за собой дополнительный контроль на этапе проектирования (возможны отклонения от типовых конструкций из-за особенных условий эксплуатации) и усиленный контроль на этапе строительства (строгое соблюдение проектных решений, установленных технологий, контроля качества применяемых материалов). С нашей точки зрения, вероятность от-

**Табл. 2.** Искусственные сооружения проектируемой линии Москва – Казань

Тип сооружения	Количество, шт.	Общая длина, м
Водопропускные трубы, в том числе:	454	14 528
– металлические гофрированные	136	480
– железобетонные	318	14 048
Средние мосты L = 25....100 м	78	5 246
Большие мосты L > 100 м, в том числе:	53	31 967
– через р. Клязьму	1	1 583
– через р. Клязьму	1	4 007
– через р. Оку	1	4 817
– через р. Суру	1	3 936
– через р. Волгу	1	4 577
Эстакады	49	77 098
Железнодорожные путепроводы	33	3 453
Автодорожные путепроводы	128	23 195

клонений от принятых проектно-технологических решений велика из-за человеческого фактора и большого перечня особенностей и требований, предъявляемых к устройству участков переменной жесткости. Для каждого такого участка требуется обеспечение авторского контроля на этапе строительства и дополнительный мониторинг на этапе эксплуатации. Эксплуатирующая организация при этом обязана расширить перечень видов работ по текущему содержанию, мониторингу, обеспечению охраны, наличию запаса различных элементов и оборудования по обслуживанию пути, земляного полотна и искусственных сооружений. Кроме того, потребуется увеличение штата специалистов для осуществления отдельных специализированных операций и обеспечения учета и контроля за выполнением разноплановых периодических капитальных путевых работ элементов земляного полотна и искусственных сооружений.

## Выводы

Безопасность движения на железнодорожном транспорте обеспечивается безотказным функционированием всех составляющих системы «человек – железная дорога – окружающая среда». Между тем недостаточная надежность элементов этой системы (низкий уровень квалификации участников перевозочного процесса, неудовлетворительное техническое состояние подвижного состава и инфраструктуры) зачастую является причиной происшествий на железнодорожном транспорте.

Общепризнано, что безопасность движения – одна из наиболее актуальных проблем, напрямую зависящая от так называемого человеческого фактора (некачественный ремонт, текущее содержание, нарушение режима ведения поезда и пр.), удельный вес которого среди всех происшествий достигает 90% и более. Так, например, допуски на содержание геометрии рельсовой колеи ВСМ Японии в 1,2–2,0 раза больше установленных на путях ОАО «РЖД». Однако при таких менее жестких нормативах японские железные дороги сегодня – одни из самых безопасных в мире. К тому же Япония является самой пунктуальной транспортной сетью в мире и единственной страной, где критерием опоздания считается минутный рубеж. В самых точных европейских странах (Германия и Швейцария) опоздание поездов начинают фиксировать с 5 мин, в Англии – с 10, а в Италии и Франции – с 15. По европейским стандартам в Англии, Франции и Италии графика придерживается 90% всех поездов, а французский экспресс TGV вышел даже на 92%. В вышеперечисленных странах допуски на содержание геометрии рельсовой колеи также «вольготнее» наших.

Учитывая вышесказанное, авторы считают возможным рассмотреть следующие решения конструкций верхнего строения пути, который определяются исключительно безопасностью движения поездов на высокоскоростных железнодорожных линиях и при этом позволяют выполнять требования по экономичности и экологические параметры (шум и вибрация).

Во-первых, конструкция верхнего строения пути на балласте должна применяться на участках, где скорость движения не пре-

вышает 200 км/ч (в черте городской застройки и на подходах к крупным станциям). На участках, где скорость движения поездов более 200 км/ч на рассматриваемом направлении, с нашей точки зрения, должно использоваться безбалластное основание.

Во-вторых, при одинаковых в совокупности достоинствах и недостатках балластной и безбалластной конструкций пути необходима конструкция, требующая минимального вмешательства человека при обслуживании. Таковой является безбалластная конструкция на эстакадах.

В-третьих, для того чтобы исключить развитие деформаций основания в результате действия вибродинамической нагрузки от подвижного состава и природно-климатических факторов, устройство безбалластного пути должно быть выполнено на эстакаде, что также в большинстве случаев исключит возможность несанкционированного выхода на железнодорожный путь людей и животных.

## Список использованной литературы

1. Логинов Н. ОАО «РЖД» в мае увеличит количество рейсов поездов «Сапсан» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gudok.ru/news/?ID=1371430>. – (Дата обращения: 10.07.2017).
2. Министр транспорта России Максим Соколов и президент ОАО «РЖД» Олег Белозёров высказались за скорейшую реализацию проектов ВСМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hsrail.ru/press-center/news/825.html>. – (Дата обращения: 10.07.2017).
3. Во Франции установлен новый мировой рекорд скорости на железной дороге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/806993.html>. – (Дата обращения: 10.07.2017).
4. Савин А.В. Итоги испытаний безбалластного пути / А.В. Савин // Техника железных дорог. – 2017. – № 1 (37). – С. 26–31.
5. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения». Утв. приказом Минрегиона России от 30.06.2012 № 274. 

# Мировой опыт контроля технического состояния ЛОКОМОТИВОВ



**И. П. Васильев,**  
аспирант кафедры электро-  
технических комплексов  
автономных объектов и электри-  
ческого транспорта (ЭКАО и ЭТ)  
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»



**С. А. Дмитриев,**  
аспирант кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»  
ФГБОУ ВО МГУПС «МИИТ»

Диктуемые мировым сообществом новые экономические условия, в которых работает железнодорожный транспорт, ставят в числе первоочередных направлений развития эффективное использование локомотивного парка с высокой эксплуатационной надежностью для обеспечения безопасности движения поездов. Так, одной из актуальных и важных задач ОАО «РЖД», предусмотренных Стратегией обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге ОАО «РЖД», является своевременное обнаружение предотказных состояний локомотивов, что позволяет исключить аварии, вызывающие экстренную остановку поезда или требующие от локомотивной бригады движения с пониженной скоростью [1]. Не только в России, но и во всем мире осуществляется поиск путей и методов, разработка новых систем и микропроцессорной техники с расширенным набором функций для решения задачи по своевременному обнаружению предотказных состояний тягового подвижного состава. В различных странах существует большое количество систем, оборудования и программного обеспечения для мониторинга технического состояния локомотивов, их производительности и потребления ими топливно-энергетических ресурсов. В статье описаны некоторые комплексные решения, разработанные производителями железнодорожного подвижного состава и эксплуатирующими организациями в таких передовых странах, как Германия, США, Канада и Россия.

## Система Rail Connect 360

Компания GE Transportation Systems (далее – GETS, США) разработала комплексную систему удаленного мониторинга и диагностики локомотивов Rail Connect 360, которая включает в себя бортовые и офисные решения, позволяющие оптимизировать интенсивность эксплуатации, производительность, режим движения, расположение в составе, техническое обслуживание и жизненный цикл локомотивов производства компании GE.

Система *Rail Connect 360* работает на базе программного обеспечения Predix и обеспечивает ведение дистанционно-

го мониторинга технического состояния рабочих систем локомотива в режиме реального времени, предотвращения сбоев и упреждающего технического обслуживания.

Основной эффект от применения данной системы – высокая производительность подвижного состава и низкие издержки за счет уменьшения количества неисправностей на линии, оптимизации распределения локомотивов и планирования их работы, более гибкого и эффективного управления перевозками, а также рационализации графика ремонтов.

## Система Expert-On-Alert

Бортовая интеллектуальная система *Expert-On-Alert*, также разработанная компанией GE Transportation Systems, применяется для сбора и обработки показателей, характеризующих работу основных агрегатов, узлов и локомотива в целом. *Expert-On-Alert* получает информацию в реальном времени от соответствующих датчиков, что позволяет предусмотреть создание нештатной ситуации, которая может повлиять на нормальную работу локомотива и предотвратить ее. Служба дистанционного контроля и диагностики GETS с главным офисом в г. Эри (штат Пенсильвания, США) прогнозирует возможные отказы в пути, идентифицирует потенциальные проблемы, дает соответствующие рекомендации до того, как отказ может возникнуть в эксплуатации, и уточняет потребность в ремонте и техническом обслуживании.

В данной системе применены беспроводная связь на основе системы глобального

позиционирования (GPS), а также наземные средства связи для передачи информации о местоположении и эксплуатационных параметрах локомотивов.

Диагностические возможности системы *Expert-On-Alert* способствуют быстрому и точному выполнению всех операций по ремонту, причем необязательно в стационарных условиях. Зная причину вероятного отказа, можно заблаговременно ликвидировать ее, например во время обычной экипировки локомотива даже без его отцепки от поезда.

Однозначно можно сказать, что отслеживание технического состояния локомотива с момента его выхода из депо и в течение всей поездной работы является существенным преимуществом данной системы, способствующим улучшению использования тягового подвижного состава за счет его своевременного обслуживания и ремонта.

## Система Functionally Integrated Railroad Electronics

Подразделение Electro-Motive (EMD, США) корпорации General Motors разработало систему, обеспечивающую контроль технического состояния локомотивов в реальном времени и оперативное реагирование на получаемую информацию.

EMD предлагает устанавливать в кабине управления локомотива комплект электронного оборудования на базе платформы *FIRE (Functionally Integrated Railroad Electronics)*. Подобно тому, как компьютеры в офисах объединяются в сеть, создается информационная сеть, к которой подключены контролируемые локомотивы [2].

Связь между локомотивом и офисом осуществляется с помощью беспроводной локальной вычислительной сети или через Интернет с использованием коммерчески доступных систем телекоммуникаций (например, сотовой или спутниковой связи). *FIRE* может собирать, регистрировать и обрабатывать информацию в порядке установленной приоритетности или путем очередного прокручивания.

Достоинством системы *FIRE* является широкий диапазон функций:

- получение необходимой информации, ее анализ и извещение специалистов служб технического обслуживания и ремонта (как железной дороги, так и компании, выполняющей эти работы по контракту) о наличии существующей или потенциальной неисправности;
- предоставление рекомендации по быстрому устранению неисправности, что позволяет продолжить, если это возможно, эксплуатацию локомотива или сократить до минимума время простоя.

Зная заранее суть проблемы, можно подготовить необходимые ресурсы, запасные части и выбрать оптимальное решение об отставлении локомотива на запасной путь или отправке его в ремонтное предприятие. Диагностика может осуществляться дистанционно на большом расстоянии. Система *FIRE* получает с локомотива более 800 сигналов, определяющих основные параметры технического состояния локомотива. Анализ

тенденций изменения состояния, позволяющий прогнозировать дальнейшее его развитие, также представляет собой действенное

средство для внедрения системы технического обслуживания и ремонта по фактическому состоянию локомотивов.

## Системы Smart Monitoring и Smart Data Analysis

В компании Siemens (Германия) разработан ряд диагностических средств, прогнозирующих состояние технических систем и инициирующих предотвращающие меры, за счет которых возможна реализация стратегии предупредительного технического обслуживания, способствующей повышению производительности и эффективности железнодорожных систем.

Дистанционное техническое обслуживание строится на основе диагностических систем с применением мобильной радиосвязи (рис. 1). Современный подвижной состав оборудован системами или компонентами (например, датчиками), которые во время поездки непрерывно контролируют работу систем торможения, тягового привода, кондиционирования воздуха и др.

Данные от датчиков и систем контроля передаются через сеть сотовой связи и требуют дальнейшей обработки. Для этого Siemens в 2011 году создала фирменный железнодорожный центр поддержки (Siemens Rail Support Center) [3], где информация об эксплуатации подвижного состава и его износе анализируется и оценивается с учетом его технического состояния.

В вышеупомянутом центре поддержки аккумулируется вся информация о подвиж-

ном составе, анализируются выявленные в процессе эксплуатации проблемы, вырабатываются варианты их эффективного и экономичного решения и осуществляется непрерывная оптимизация процедур, связанных с техническим обслуживанием. Как только в собираемой и анализируемой в центре информации обнаруживаются параметры, значения которых выходят за нормативные пределы, соответствующие сообщения немедленно направляются в мобильную техническую службу Siemens, в ремонтные мастерские и эксплуатационные депо. Одновременно с этим организуется поставка запчастей к месту выполнения работ.

Технический специалист мобильной ремонтной службы, прибывший к месту происшествия, располагает шлемом со встроенной видеокамерой, передающей в центр в реальном времени видеoinформацию, на основании которой к оказанию помощи привлекаются профильные эксперты Siemens (они могут находиться совсем в других точках мира).

«Высокоточный Мониторинг» (Smart Monitoring) и «Интеллектуальный анализ данных» (Smart Data Analysis) от Siemens представляют собой высокопроизводительные бортовые операционные системы, обеспечивающие подачу дистанционных и

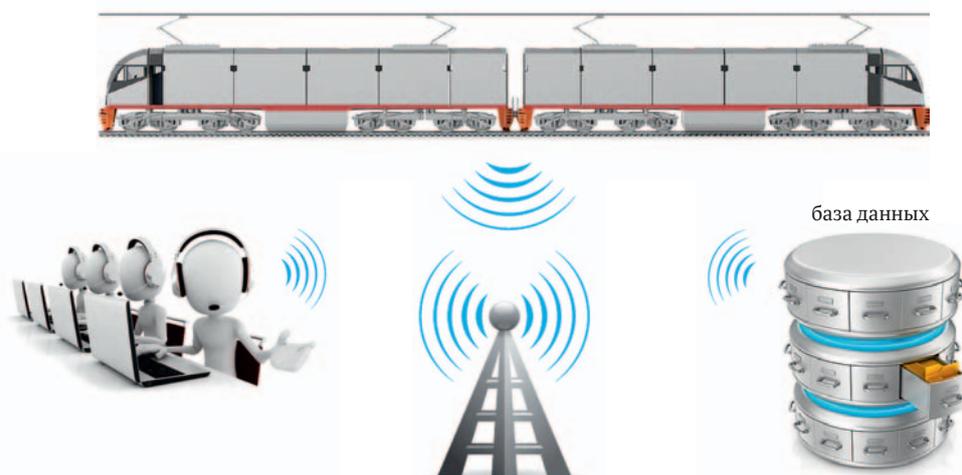


Рис. 1. Принцип дистанционного технического контроля локомотивов (Siemens)

поточковых данных для обслуживания парка подвижного состава. С помощью предоставляемой информации заказчик может контролировать бесперебойность работы системы, снизить время, затрачиваемое на ремонт, и задержки из-за сбоев движения на определенных участках пути, контролировать согласованность данных и т. д. [3].

Все данные, обрабатываемые системой Smart Monitoring, передаются в зашифрованном виде через шифрованные соединения с помощью сотовой связи или Wi-Fi. Полные обзоры технического состояния парка

на различных иерархических уровнях (локомотивы, поезда, вагоны, компоненты) с событийными подтекстами подаются через определенные периоды времени в сочетании с климатическими параметрами, картографическим изложением и техническим описанием. Это в совокупности создает условия для графической презентации и системного анализа, осуществляемого системой Smart Data Analysis и направленного на нахождение причин неисправностей или отклонений от норм в сборочных узлах или комплектующем оборудовании тягового подвижного состава.

## Модуль для удаленного мониторинга локомотива LMU

Модуль для удаленного мониторинга локомотива (LMU), разработанный компанией Lat-Lon (США), обеспечивает передачу потока данных о местонахождении локомотива, скорости его движения и необходимости проведения технического обслуживания. Эти данные можно просмотреть с компьютера или мобильного устройства (на базе Apple или Android). В сочетании с контроллером автоматического управления включением (выключением) дизельного двигателя локомотива LMU позволяет оптимизировать затраты топлива с учетом фактической температуры окружающего воздуха, мощности тока, вырабатываемого тяговым генератором, мощности, потребляемой тяговыми электродвигателями, расхода топлива, а также прочих данных, поступающих в виде входных цифровых сигналов [4].

Создание такой полной и наглядной картины работы локомотива и потребления им топлива помогает точно определить оптимальный режим перевозок с точки зрения эффективности и технического обслуживания, а также обеспечить оптимальный режим эксплуатации локомотива на основе данных, полученных с виртуальной панели управления LMU.

Совместно с организацией Kim Hotstart компания Lat-Lon разработала систему

контроля отдельных важных параметров оборудования тепловозов в режиме реального времени. Датчики Hotstart контролируют такие параметры и режимы, как напряжение на клеммах аккумуляторных батарей, температуру охлаждающей жидкости в системе охлаждения дизеля, продолжительность работы дизеля, уровень топлива в баках, остановки и запуска дизеля [4].

Блок управления локомотивом (LMU) со встроенным GPS-навигатором отслеживает требуемые параметры, местоположение локомотива и его статус (движение и его направление, стоянки). Вышеупомянутые данные передаются по Интернету или аккумулируются на защищенном сайте Lat-Lon, также система имеет функцию автоматической передачи по электронной почте аварийных сигналов.

Кроме того, пользователи устройств компании Kim Hotstart, поддерживающих нормальную температуру охлаждающей жидкости и номинальное напряжение на клеммах аккумуляторных батарей, получая отчеты от блока LMU, располагают информацией о работоспособности соответствующего оборудования, что дополнительно повышает надежность работы отдельных систем тепловозов.

## Система NEXSYS

Система контроля локомотивами ZTR NEXSYS III, разработанная компанией ZTR

Control Systems (США), контролирует и регулирует работу тяговых электродвигателей,

управляя подводимой к ним мощностью. Также данная система включает в себя BOA II (Wheel Slip System) – систему контроля скольжения колес – боксования и юза, которая следит за электрическими параметрами тягового двигателя с целью обеспечения улучшенного взаимодействия колеса локомотива и рельса [5].

В дополнение к этому система NEXSYS осуществляет и другие существенные функции, относящиеся к основным операциям и функциональным назначениям локомотива:

- защита от перегрузок оборудования;
- управление реле;

- управление контакторами;
- оповещающие сигналы;
- обнаружение неисправностей;
- контроль температуры двигателя и т. п.;
- мониторинг и запись важнейшей для системы информации.

В целом система является интеллектуальным устройством на базе микропроцессора и обеспечивает диагностику узлов локомотива в режиме реального времени, предоставляя доступ к получаемой информации либо через встроенный дисплей, либо через переносной персональный компьютер с собственным программным обеспечением.

## Система компании Nexterna

Компания Nexterna (Канада) предложила полностью беспроводное решение для системы дистанционного мониторинга локомотивов. В ее состав входят контрольно-измерительное и компьютерное бортовое оборудование, средства связи, основное и вспомогательное (коммуникационное) программное обеспечение. Все это можно устанавливать как на локомотивах, так и на других подвижных единицах, например самоходных путевых машинах. Предусмотрена также интеграция бортового (установленного на подвижном составе) и офисного оборудования. Система диагностики обеспечивает повышение эффективности использования подвижного состава, рост производительности труда локомотивных бригад и снижение эксплуатационных расходов.

Для определения местоположения подвижного состава Nexterna применяет возможности системы GPS, для взаимодействия с которой разработана прикладная программа OptiTrac. Информация, полученная от GPS, передается при помощи связующего программного обеспечения OptiPath. Для маршрутизации данных используются спутниковая, сотовая или другие виды связи локомотива с центральным офисом. OptiPath за счет резервирования обеспечивает уровень надежности, гарантирующий контроль технического состояния и работы локомотива в течение 100% времени. Программы OptiTrac и OptiPath могут предоставлять

информацию по сетям связи любого вида. Например, если есть проблемы со спутниковой связью, OptiPath обеспечивает связь с помощью резервной (сотовой или любой другой) системы, конфигурированной для конкретного пользователя.

В своей системе мониторинга Nexterna применяет бортовую компьютерную платформу, получившую название ARC. На этой платформе могут строиться различные приложения. Одно из таких приложений – OptiFuel, входящее в семейство фирменных программных продуктов OptiSoft, контролирует наличие дизельного топлива на локомотиве и передачу соответствующей информации на базу. В стадии разработки находится приложение OptiHealth, которое обеспечит автоматический сбор и передачу информации от разного рода датчиков, установленных на подвижном составе.

При построении системы мониторинга Nexterna использовала поэтапный подход. Вначале была создана коммуникационная платформа для связи с подвижными объектами. Постепенно по мере необходимости добавлялись прикладные программы. При этом в зависимости от конкретных потребностей можно выбрать нужные из готовых комплектов. Технические средства, обеспечивающие поддержку программного обеспечения, также подбираются по необходимости, причем их совместимость позволяет расширять комплекс простым подключением дополнительных модулей.

Компания предлагает также систему, адаптированную для малых железнодорожных компаний, имеющих ограниченные возможности для внедрения крупных информационных

систем и стационарную базу. В таком случае концентрация, обработка и передача данных на места осуществляются в центре управления Nexterna в г. Омаха (штат Небраска, США).

## Контроль технического состояния тягового подвижного состава в России

Опыт отечественного контроля технического состояния тягового подвижного состава неразрывно связан системой АСУНТ, разработанной и внедренной в сервисной компании ООО «ТМХ-Сервис».

АСУНТ – это автоматизированная система управления надежностью локомотивов, функционал и возможности которой описаны в «Концепции АСУНТ», разработанной и утвержденной в 2012 году.

Основное внимание в данной системе уделено технологии сервисного обслуживания и ремонта локомотивов и организации вертикали управления данными. АСУНТ имеет трехконтурную систему автоматизированного управления: управление инцидентами, проблемами и уровнем сервиса, с с заложенными в нее методическими подходами стандартов управления качеством, статистического анализа и управления надежностью.

В первом контуре «Управление инцидентами» на основании данных из всех доступных источников информации, таких как АСОУП, ГИД «Урал», АСУТ, КАС АНТ, АСУ ЗМ, АСУ НБД, выявляются инциденты для дальнейшего их устранения. Также источником информации могут служить автоматизированные рабочие места (АРМ) расшифровки диагностических данных бортовых микропроцессорных систем управления (АРМ МСУ). Третий источник диагностических сообщений – переносные и стационарные автоматизированные системы технического диагностирования (АСТД): АРМ станций реостатных испытаний и испытаний оборудования, переносные системы серий «Доктор» и «Око», системы вибродиагностики «Прогноз» и «Вектор» и др.

Если задача первого контура – сбор статистических данных о работе и техническом состоянии подвижного состава, то второй контур – «Управление проблемами» –

подвергает накопленную информацию обработке и многофакторному анализу, по результатам которого выявляются проблемы – причины инцидентов.

Третий контур (верхний уровень управления) – «Управление уровнем сервиса». «Управление проблемами» решает локальные задачи управления надежностью локомотивов, а «Управление уровнем сервиса» – глобальные. «Правила игры» определяются SLA (Service Level Agreement), составляющим основу договора на сервисное обслуживание между ОАО «РЖД» и сервисной компанией. От правильно составленного SLA в значительной степени зависит как удовлетворенность заказчика сервисным обслуживанием, так и надежность локомотивов.

Для автоматизации функционирования АСУНТ и реализации принципа «встроенное качество» в ООО «ТМХ-Сервис» при участии компании ООО «АВП Технология» разработана информационно-управляющая компьютерная сетевая система ЕСМТ (единая система мониторинга технического состояния локомотивов).

Внедрение ЕСМТ как информационной подсистемы АСУНТ позволяет:

- управлять ходом расследования и устранения инцидентов;
- автоматизировать формирование актов, протоколов, других документов;
- контролировать ход устранения инцидентов;
- формировать структурированную базу данных об инцидентах;
- производить многофакторный анализ с выявлением системных проблем, затратных технологий, узких мест, слабых и недисциплинированных работников и многое другое, то есть управлять проблемами согласно ИТIL;
- управлять корректирующими мероприятиями.

## О системах в целом

Фактически все современные системы мониторинга используют спутниковую связь с указанием координат поезда типа GPS. В их состав также входят подсистемы бортовой диагностики непрерывного типа и устройства, установленные вдоль железнодорожных путей и контролирующие ходовую часть подвижного состава, которые решают сложные задачи:

- обнаружение схода колесных пар с рельсов с выдачей по радиоканалу на локомотив сигнала экстренного торможения;
- замер профиля рабочей поверхности бандажей колесных пар с обнаружением локальных дефектов (трещины, ползуны);
- замер толщины гребня бандажа и диаметра колеса по поверхности катания.

Как бортовые диагностические системы, так и путевые устройства диагностического контроля используют датчики вибраций колесных пар, рам тележек, тяговых электродвигателей и верхнего строения пути. При превышении допустимых уровней вибраций датчики генерируют сигнал снижения скорости поезда.

Аналогичным образом бортовые и путевые системы контролируют температуру наиболее напряженных узлов подвижного состава – буксы, тормозных колодок, бандажей колесных пар, корпусов тяговых редукторов и тяговых электродвигателей. Дизели автономных локомотивов также проверяются по уровню вибраций и температуре, а по завершению поездки фиксируется фактический удельный расход дизельного топлива. Кроме того, фиксируются значения давлений в масляной, топливной системах и системе охлаждения.

Несмотря на то что все описанные системы, оборудование и программное обеспечение для контроля технического состояния локомотивов не решают до конца проблемы выявления предотказных состояний тягового подвижного состава, они позволяют поддерживать надежность железнодорожной техники на высоком уровне и максимально снижают риски возникновения неисправностей, крушений и аварийных ситуаций в пути.

Применение огромного зарубежного и отечественного опыта эксплуатации и ре-

монта подвижного состава и информации о развитии функционала новых интеллектуальных диагностических комплексов на железнодорожном подвижном составе ОАО «РЖД» позволит в будущем создать тяговый подвижной состав повышенной надежности, оборудованный интеллектуальными автоматизированными системами. Это позволит отслеживать техническое состояние каждого элемента, узла, сборочной единицы и всего локомотива в целом, дистанционно информировать заказчика (ОАО «РЖД»), сервисную компанию и заводы-изготовители локомотивов и комплектующего оборудования о выявленных проблемах, предоставлять техническое руководство по устранению отдельных неисправностей в пути следования локомотивным бригадам, а в ремонтных депо – сервисному персоналу.

### Список использованной литературы

1. Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге ОАО «РЖД».
2. Predicting power problems. Техническое обслуживание тепловозов, эксплуатируемых на грузовой железной дороге BNSF Railway: [США] // Railway Age. – Вып. 10. – 2005. – С. 23.
3. Keil Johannes DB Fahrzeuginstandhaltung – bereit für den Europäischen Markt. Новая технология технического обслуживания и ремонта подвижного состава // ZEVrail Glasers Annalen. – Вып. 8. – 2006. – С. 306–308, 310–312.
4. Дистанционный мониторинг технического состояния // Железные дороги мира. – 2010. – № 2. – С. 59–61.
5. Техническое описание системы ZTR NEXSYS [сайт] [2017] URL: www.ztr.com.
6. Мониторинг технического состояния и режимов эксплуатации локомотивов. Теория и практика / К.В. Липа, А.А. Белинский, В.Н. Пустовой, С.Л. Лянгасов, И.К. Лакин, А.А. Аболмасов, В.А. Мельников, И.И. Лакин, А.А. Баркунова, И.В. Пустовой. – М.: ООО «Локомотивные технологии», 2015. – 212 с. 

# Потенциал экспорта российского железнодорожного машиностроения

**А. А. Поликарпов,**

заместитель руководителя Департамента исследований железнодорожного транспорта Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

**Г. М. Зобов,**

руководитель отдела исследований транспортного машиностроения ИПЕМ

**Е. А. Соколова,**

специалист Департамента внешних связей ИПЕМ

В железнодорожном машиностроении с 2013 года (а по отдельным подотраслям – с 2012 года) наблюдалось сокращение выпуска подвижного состава, но в 2016 году произошел перелом: производство стало расти. Однако о выходе отрасли из кризисного состояния говорить преждевременно [1]. Ситуация в секторе осложняется сокращением спроса на подвижной состав, что уже привело к снижению интенсивности развития отечественных предприятий и инвестиционной привлекательности рынка, сокращению высококвалифицированного персонала и доходов компаний. При существующем векторе развития отрасли, направленном по большей части на внутренний рынок, предпосылок для ее активизации и роста заказов на продукцию и услуги российских компаний пока нет. В мировой практике распространен подход, согласно которому в сложившейся ситуации стоит обратиться к государственной политике по стимулированию экспорта [2].

## Текущая структура экспорта транспортного машиностроения

Динамика экспорта продукции с течением времени менялась. В 2006-2010 годах совокупный объем экспорта продукции составил 3 546,6 млн долл. Основными статьями были запасные части (1 622,6 млн долл.) и грузовые вагоны (835,7 млн долл.), локомотивы (330,7 млн долл.), МВПС (321,9 млн долл.), путевые машины (276,2 млн долл.) и пассажирские вагоны (159,5 млн долл.). В 2011-2015 годах объем экспорта железнодорожной продукции относительно 2006-2010 годов продемонстрировал рост на 42,8%, составив 5 063,5 млн долл.

С 2006 по 2016 год 687,3 млн долл. пришлось на долю экспорта локомотивов, 802,4 млн долл. – моторвагонного подвижного состава, 459,4 млн долл. – путевых машин, 270,1 млн долл. – пассажирских вагонов. Доминирующее положение относительно долей других видов продукции в структуре экспорта заняли грузовые вагоны и запасные части с показателями 3 194,2 млн долл. и 3 598,2 млн долл. соответственно.

В 2016 году относительно 2015 года произошло снижение объема экспорта на 15,6% до 437,5 млн долл. Из-за отсутствия стабильных рынков сбыта продукции наблюдается сильный разброс по видам продукции из года в год. Так, наибольшая отрицательная динамика была зафиксирована в экспорте пассажирских вагонов – на 62,2%. Экспорт грузовых вагонов сократился на 38,5%, локомотивов – на 33,2%, запасных частей – на 12,1%, при этом экспорт моторвагонного подвижного состава вырос в 3 раза, путевых машин – на 14,7%. Доля экспортируемой продукции от общего объема произведенной в 2016 году составила 7% (при средневзвешенном курсе доллара 66,8 руб.).

Наибольшим спросом пользуются грузовые вагоны и запасные части. Казахстан, Сербия, Украина, Куба, Иран, Беларусь и Узбекистан являются основными рынками сбыта российской железнодорожной продукции по итогам 2016 года (табл. 1).

Табл. 1. Структура российского экспорта по странам, млн долл., 2016 год

Страны-импортеры	Локомотивы, млн долл.	Пассажирские вагоны, млн долл.	МПВС, млн долл.	Путевые машины, млн долл.	Грузовые вагоны, млн долл.	Запасные части, млн долл.
Казахстан	5,6	13,3	12,3	1,2	43,8	41,2
Украина	1,7	–	–	–	39,8	17,1
Сербия	–	–	85	–	–	–
Литва	–	–	–	3,6	5,5	–
Азербайджан	–	–	–	3,2	–	–
Узбекистан	–	–	–	1	10,8	8,8
Куба	–	–	–	–	22,5	–
Иран	–	–	–	–	20,3	5,8
Туркмения	–	–	–	–	4,9	–
Беларусь	–	–	–	–	–	18,4
США	–	–	–	–	–	12,3
Австрия	–	–	–	–	–	6,3
Индия	–	–	–	–	–	5,3
Прочие страны	3,4	0,8	–	1,8	10,8	31,1
<b>Итого</b>	<b>10,7</b>	<b>14,1</b>	<b>97,3</b>	<b>10,8</b>	<b>158,4</b>	<b>146,3</b>

Источник: Институт проблем естественных монополий (ИПЕМ)

## Технологические особенности экспорта

На экспорт российской продукции железнодорожного машиностроения, как и на продукцию любой другой страны, действуют и положительные, и отрицательные факторы. Так, среди первых можно отметить надежность и безотказность нашей техники, ее ремонтпригодность, а также оптимальное соотношение цены и качества [3]. Ко вторым – уникальные климатические и эксплуатационные условия и высокую барьерную среду, включающую в себя как конкуренцию со стороны иностранных компаний, так и заградительные меры зарубежных стран, направленные на поддержку собственных производителей (при наличии таковых).

Российской продукцией, имеющей наибольший потенциал для экспорта, являются

грузовые вагоны, маневровые тепловозы, вагоны дизель-поездов и их комплектующие, пассажирские вагоны, системы диагностики пути и диагностические комплексы. При этом грузовые вагоны, производимые в России, способны на равных конкурировать с аналогичной продукцией иностранных производителей и интересны не только развивающимся странам ближнего и дальнего зарубежья, но и экономически развитым, так же как и системы диагностики пути и диагностические комплексы, которые представляют интерес и для высокотехнологичных рынков Западной Европы.

Сегодня базу для экспорта составляют несколько крупных российских компаний, при этом каждая из них фокусируется на

Табл. 2. Российские компании – экспортеры продукции железнодорожного машиностроения

ЗАО «Трансмашхолдинг»	тепловозы, электровозы, вагоны локомотивной тяги, вагоны электропоездов, вагоны дизель-поездов, вагоны метрополитена, трамвайные вагоны
ЗАО «Группа «Синара»	тепловозы, электровозы, вагоны электропоездов, путевые машины
ПАО «НПК «ОВК»	полувагоны, хопперы, цистерны, платформы, крытые вагоны, комплектующие
АО «НПК «Уралвагонзавод»	трамвайные вагоны, полувагоны, цистерны, хопперы, комплектующие
ООО «УК РМ Рейл»	вагоны-цистерны, полувагоны, вагоны-самосвалы, крытые вагоны, хопперы, платформы, комплектующие
НПЦ «Инфотранс»	системы диагностики пути и диагностические комплексы
ОАО «РЖД»	инфраструктура

Источник: ИПЕМ

производстве ограниченной группы продукции железнодорожного машиностроения или же выстраивает свою экспортную стратегию, исходя из приоритетного рынка сбыта (табл. 2).

Основными экспортерами российской продукции являются ЗАО «Трансмашхолдинг» (ТМХ) и ЗАО «Группа «Синара» (Синара). С 2015 года ТМХ на постоянной основе осуществляет модернизацию вагонов метрополитена для Будапешта, а также выполняет контракты на поставку дизель-поездов для железных дорог Сербии.

В 2017-2021 годах Синара собирается поставить партию маневровых тепловозов на Кубу. В ее планах – экспортировать путевые машины в Индию, Пакистан и Иран.

Крупнейшие производители грузовых вагонов – ПАО «НПК «Объединенная Вагонная Компания» (ОВК), АО «НПК «Уралвагонзавод» (УВЗ) и ООО «УК РМ Рейл» – также ориентированы на экспортные поставки. УВЗ осуществил поставки вагонов в Азербайджан и Иран. В 2015-2016 годах предприятием было отправлено более 3 000 ваг. в Азербайджан, в 2016 – начале 2017 года 612 ваг. – в Иран. ОВК осваивает американский рынок сбыта, заключая договоры на поставку комплектующих и запчастей для грузовых вагонов. В 2014-2016 годах компанией были осуществлены поставки боковых

рам, надрессорных балок, пружин и прочих комплектующих на сумму 324,1 тыс. долл.

Отдельно стоит коснуться и операторов инфраструктурных проектов. Так, ОАО «РЖД», как одна из крупнейших компаний по реализации комплексных инфраструктурных проектов, имеет большой опыт международного сотрудничества. В рамках такой работы организация уже реализовала комплексный проект по строительству инфраструктуры в Сербии и поставки вагонов дизель-поездов ОАО «Метровагонмаш». В 2010-2017 годах осуществлена поставка 39 таких поездов.

Также стоит отметить проект модернизации ряда железнодорожных участков и строительства отгрузочного терминала в КНДР. В рамках данного проекта в 2008-2014 годах было реализовано восстановление участка железной дороги от станции Хасан (Россия) до порта Раджин (КНДР). Пропускная способность участка Хасан – Раджин рассчитана на 5 млн т грузов/год.

Еще один значимый проект – электрификация железнодорожной линии в Иране. В рамках реализации проектов в данном регионе была электрифицирована железнодорожная линия Тебриз – Азаршахр протяженностью около 46 км, проведена модернизация и электрификация 5 железнодорожных станций.

## Мировой рынок железнодорожного машиностроения

Сегодня на мировом рынке железнодорожного машиностроения представлены несколько крупных корпораций. В 2015 году объем мирового рынка отрасли (производство подвижного состава, ремонт и сервисное обслуживание) составил около 127 млрд долл. [4], в 2016 году – 131 млрд долл. [5]. При этом мировой объем экспорта продукции железнодорожного машиностроения составил в 2016 году 39,8 млрд долл. Высокая доля экспорта в структуре реализуемой продукции иностранных компаний помогает им преодолевать перенасыщение внутреннего рынка (табл. 3).

Можно выделить ряд тенденций развития мирового рынка железнодорожного машиностроения (табл. 4).

По оценке ИПЕМ, к 2025 году мировой рынок железнодорожного машиностроения

**Табл. 3.** Доля экспорта от общего объема реализуемой продукции железнодорожного машиностроения, 2015 год

Компании	Доля от реализуемой продукции на экспорт, %
Siemens AG	85,1
CAF	около 80
Talgo	76
Kawasaki	59
Bombardier	44
Alstom	40,4
General Electric	30
Российские компании	8,9

Источник: ИПЕМ на основе данных годовых отчетов компаний

**Табл. 4.** Тенденции развития мирового рынка железнодорожного машиностроения

Сегмент	Перспективное направление
Высокоскоростной подвижной состав	<ul style="list-style-type: none"> <li>– алюминиевый легковесный кузов;</li> <li>– сочлененные вагоны низкопольной конструкции;</li> <li>– гибридные силовые установки;</li> <li>– снижение потребления электроэнергии (вплоть до 35%);</li> <li>– снижение затрат на обслуживание и ремонт</li> </ul>
МПВС	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разработка кузова из композитных материалов;</li> <li>– разработка подвижного состава на новых видах топлива (в частности водородное топливо) для снижения выбросов и повышения экологичности;</li> <li>– разработка новой компонентной базы</li> </ul>
Тяговый подвижной состав	<ul style="list-style-type: none"> <li>– снижение выбросов загрязняющих веществ на 70% по сравнению с локомотивами предыдущих поколений;</li> <li>– система динамического торможения, позволяющая снизить износ колес и тормозной системы на 20-40%;</li> <li>– система поосного регулирования тяги, позволяющая увеличить тяговое усилие локомотива и предотвращающая боксование</li> </ul>
Обслуживание подвижного состава	системы мониторинга за состоянием подвижного состава
Железнодорожная инфраструктура	комплексные проекты с учетом их максимально эффективной эксплуатации
Инфраструктура городского рельсового транспорта	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оснащение подвижного состава аккумуляторами;</li> <li>– внедрение систем статической зарядки подвижного состава на остановках;</li> <li>– системы централизации и блокировки (СЦБ)</li> </ul>

Источник: ИПЕМ

должен увеличить свой объем более чем на 30%. К числу региональных рынков, где ожидаются наивысшие темпы роста, относятся СНГ (72%), Азия и Океания (41,8%), Латинская Америка (27%), Африка и Ближний Восток (20,9%), Западная Европа (20,3%), Северная Америка (19,5%). Рынок Восточной Европы ожидает спад (около 25%), что связано с отсутствием сегодня крупных долгосрочных проектов по развитию и модернизации инфраструктуры и обновлению подвижного состава. Российский рынок из-за сложности проектирования подвижного состава, соответствующего климатическому исполнению УХЛ, технических барьеров, связанных с необходимостью сертификации подвижно-

го состава, рассматривается зарубежными производителями как малоинтересный.

Исторические лидеры индустрии – Alstom, Bombardier, Siemens, General Electric – и новые амбициозные игроки, в частности CRRC, предпринимают серьезные усилия по удержанию своих позиций на рынке. В связи с этим современная среда мирового рынка железнодорожного машиностроения характеризуется высоким уровнем конкуренции, условием существования в которой является совершенствование технических и технологических характеристик своей продукции, омологация платформ под каждый географический рынок и заказчика, возможность создавать проекты под ключ.

## Перспективы российского экспорта

С точки зрения потенциала продвижения российской продукции на внешние мировые рынки целесообразно разделить их на три группы: перспективные, потенциально перспективные и неперспективные (табл. 5). Среди критериев, которые позволяют включить национальный рынок в какую-либо из групп, учтены следующие факторы:

- технические (необходимость сертификации, требование локализации, параметры существующей инфраструктуры);
- экономические (общий объем национального рынка, доступные финансовые ресурсы внутри страны, величина ввозных пошлин);
- исторические (наличие истории поставок продукции или сервисных услуг);
- наличие конкурентной среды (активность основных мировых производи-

телей, наличие собственных развитых производственных мощностей и производителей);

- политические (имидж Российской Федерации и продукции производителей, уровень дипломатических отношений, санкционная политика в отношении России).

Результативное продвижение российской продукции на международные рынки может быть обеспечено с помощью работы над следующими направлениями:

- создание положительного имиджа российской продукции железнодорожного машиностроения;
- мониторинг потребностей внешних рынков в продукции и услугах;
- разработка конкурентоспособного продукта;

**Табл. 5.** Группы рынков сбыта российской продукции железнодорожного машиностроения

Перспективные	Потенциально перспективные	Неперспективные
СНГ, Африка, Латинская Америка	Центрально-Восточная Европа, Южная Азия, Ближний Восток	Северная Америка, Западная Европа и Австралия

- определение барьеров выхода (административных, экономических и прочих) на целевой рынок;
- определение механизмов выхода на целевой рынок, в том числе с помощью дипломатических методов;
- совместная деятельность торговых представителей и производителей за рубежом по выработке и последующей реализации программы действия по снятию барьеров выхода на целевой рынок;
- адаптация, омологация продукции (при необходимости) и поставка на целевой рынок;
- сервисное обслуживание во время всего срока службы.

## Выводы

Снижение внутреннего спроса в отрасли железнодорожного машиностроения актуализирует вопрос интенсификации экспорта российской продукции на внешние. Однако сегодня российские производители сталкиваются с невостребованностью своей продукции на экспорт, которая вызвана рядом объективных причин: низкой технологической базой, высокой конкуренцией на мировых рынках со стороны традиционных и новых игроков. Тем не менее преодоление этих барьеров возможно, несмотря на ряд сопутствующих сложностей. Так, например, создание единого экспортного «окна» для российских компаний может стать эффективным инструментом для выхода на внешние рынки.

В конце ноября 2016 года Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам был утвержден паспорт приоритетного проекта «Международная кооперация и экспорт в промышленности» [5], в который также был включен показатель «Экспорт железнодорожного машиностроения». Для достижения данного показателя в настоящее время разрабатывается Стратегия развития экспорта железнодорожного машиностроения. Ее реализация могла бы позволить не только увеличить долю экспорта в структуре реализуемой продукции российских компаний, но и осуществить качественный перезапуск всей отрасли.

Кроме этого, нельзя забывать и о необходимости качественного развития экспорта российской продукции. Он может быть обеспечен за счет активизации работы по созданию комплексных проектов «под ключ», а также предоставления сервисных услуг по ремонту и модернизации. Первое включает совместную реализацию инфраструктурных проектов по строительству инфраструктуры российскими компаниями и поставку подвижного состава. Предоставление сервисных услуг по ремонту, а также модернизация подвижного состава могут быть одними из инструментов имиджевой политики и создания стабильного спроса на отечественную продукцию.

## Список использованной литературы

1. Савчук В.Б., Скок И.А. Транспортное машиностроение России в 2016 году / В.Б. Савчук, И.А. Скок // Техника железных дорог. – 2017. – № 1 (37). – С. 18.
2. Мамонов М.В. Инструменты поддержки экспорта российской машиностроительной продукции и инфраструктурных проектов за рубежом / М.В. Мамонов // Техника железных дорог. – 2016. – № 2 (34). – С. 25–27.
3. Сергей Кобзев: «У российских производителей есть все, чтобы быть конкурентоспособными» // Техника железных дорог. – 2014. – № 3 (27). – С. 4–8.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rolandberger.com/en/press/Rail-industry%27s-market-volume-records-significant-growth-worldwide.html> – (Дата обращения: 15.08.2017).
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.unife.org/component/attachments/attachments.html?id=772> – (Дата обращения: 15.08.2017).
6. О Паспорте приоритетного проекта «Международная кооперация и экспорт в промышленности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/info/25546/> – (Дата обращения: 07.07.2017). 

# Статистика

Статистические показатели, представленные в настоящем разделе, основаны на официальных данных федеральных органов исполнительной власти, скорректированных по данным ОАО «РЖД» и производителей.

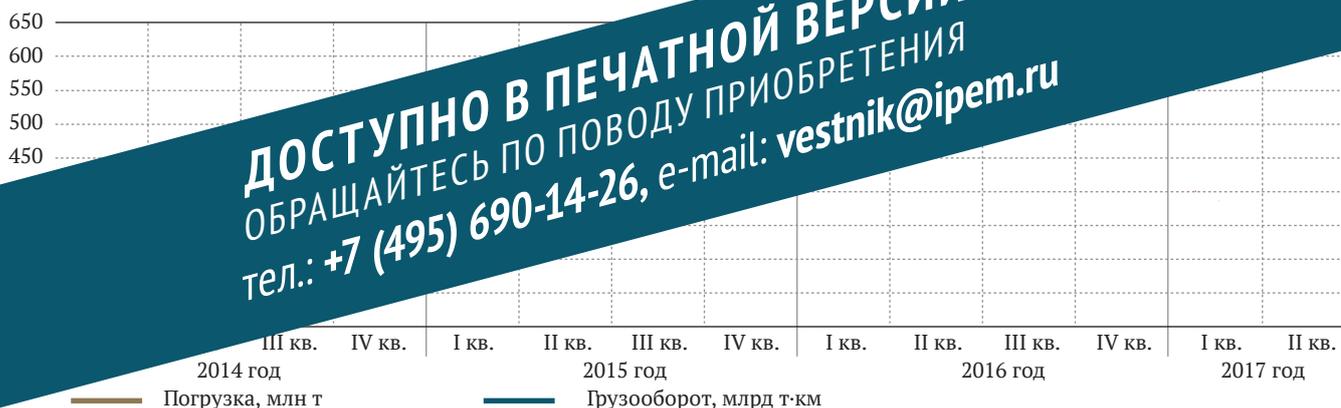
## Основные макроэкономические показатели

Показатель	2014 год				2015 год				2016 год				2017 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.
Индекс промышленного производства (к предыдущему периоду), %														
Инфляция (ИПЦ), %														



## Основные показатели железнодорожного транспорта

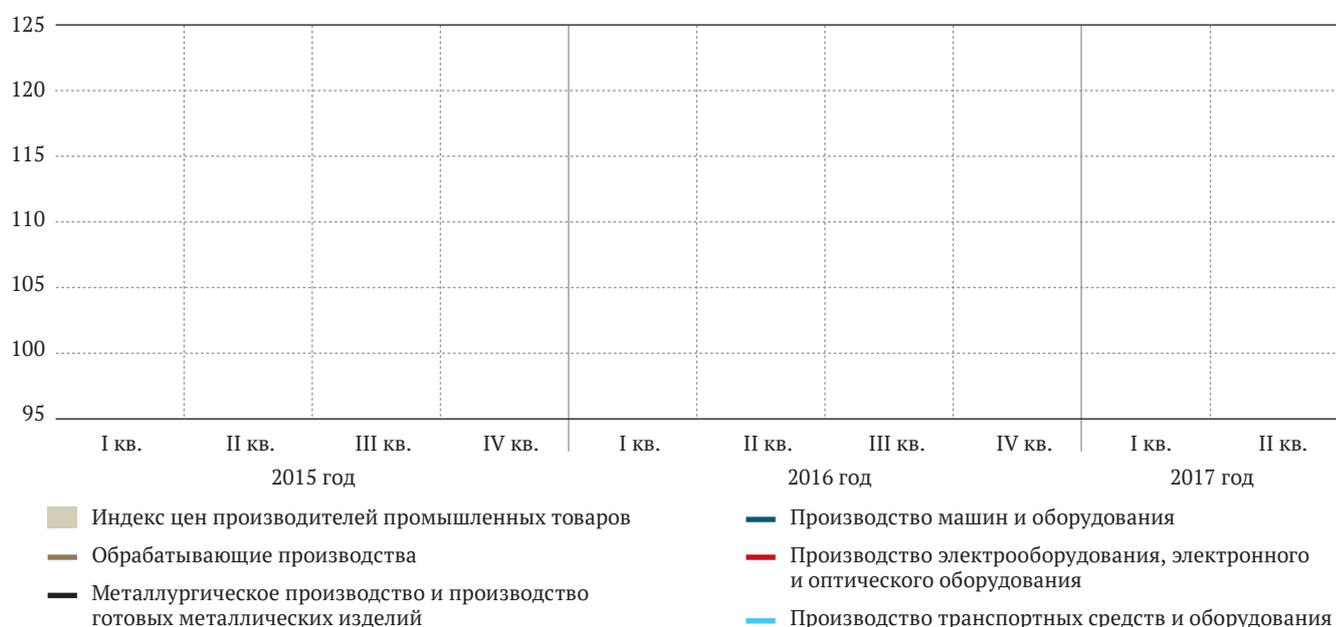
Показатель	2014 год				2015 год				2016 год				2017 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.
Погрузка, млн т														
Грузооборот, млрд т-км														



**ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ**  
**ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ**  
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: [vestnik@ipem.ru](mailto:vestnik@ipem.ru)

### Индексы цен в промышленности

Показатель	2015 год				2016 год				2017 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.
Индекс цен производителей промышленных товаров в т. ч.										
Обрабатывающие производства в т. ч.										
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий										
производство машин и оборудования										
производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования										
производство транспортных средств и оборудования										



### Средние цены на приобретение энергоресурсов и продуктов нефтепереработки (на конец периода), руб./т

Показатель	2014 год				2015 год			
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Нефть добытая (включая газовый конденсат)								
Уголь								
Газ								
Тепло								
Электричество								

**ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ**  
**ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ**  
**тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru**

Данные за апрель



## Железнодорожное машиностроение

### Производственные показатели

Виды продукции	II кв. 2016 года	II кв. 2017 года	II кв. 2017 года / II кв. 2016 года
<b>Локомотивы, ед.</b>			
Тепловозы магистральные			
Электровозы магистральные			
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи			
Электровозы рудничные			
<b>Вагоны, ед.</b>			
Вагоны грузовые магистральные			
Вагоны пассажирские магистральные			
Вагоны электропоездов			
Вагоны метрополитена			
Вагоны трамвайные			

### Локомотивы

Производство локомотивов во II кв.

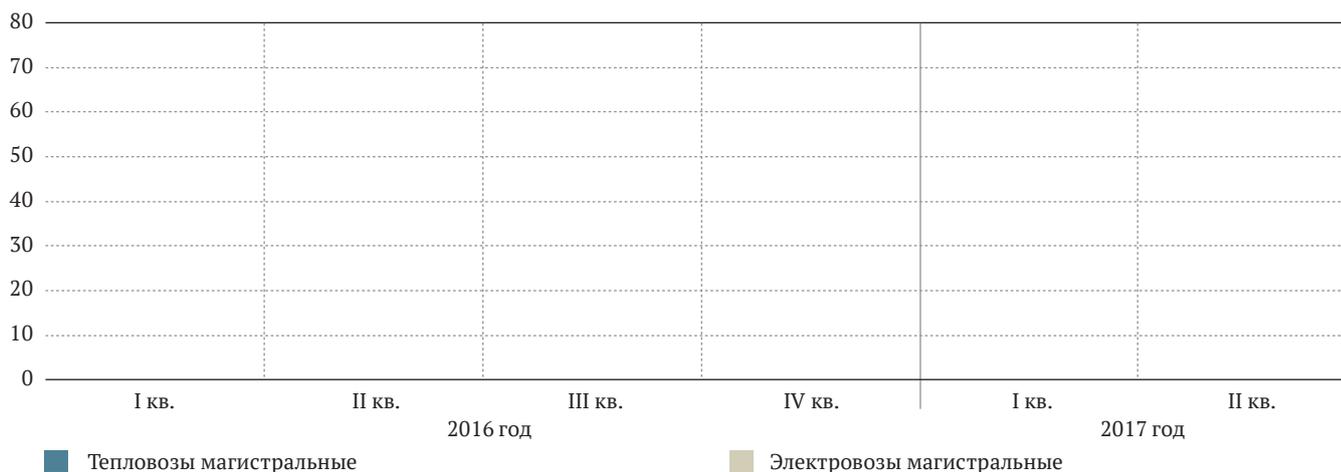
	2017 год				
	I кв.	апрель	май	июнь	II кв.
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи					
Электровозы рудничные					

**ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ**  
 ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ  
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: [vestnik@ipem.ru](mailto:vestnik@ipem.ru)

Производство локомотивов в 2016 и 2017 годах поквартально, ед.

Виды продукции	2016 год				2017 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.
Тепловозы магистральные						
Электровазы магистральные						
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи						
Электровазы рудничные						

Производство магистральных локомотивов в 2016-2017 годах, поквартально, ед.



Производство локомотивов по предприятиям во II кв. 2016 и 2017 годов, ед.

Производители локомотивов	за II квартал		
	2016 год	2017 год	Отношение 2017 г. к 2016 г., %
Электровазы магистральные (ед.)			
Коломенский завод			
Новочеркасский электровазостроительный завод			
Уральские локомотивы			
<b>Всего</b>			
Электровазы рудничные (ед.)			
Александровский машиностроительный завод			
Новочеркасский электровазостроительный завод			
<b>Всего</b>			
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи (ед.)			
Брянский машиностроительный завод			
Коломенский завод			
<b>Всего</b>			
Тепловозы маневровые и промышленные узкой колеи (ед.)			
Брянский машиностроительный завод			
<b>Всего тепловозов</b>			
<b>Всего локомотивов</b>			

**ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ**  
**ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ**  
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: [vestnik@ipem.ru](mailto:vestnik@ipem.ru)

Структура производства магистральных электровозов во II кв. 2016 и 2017 годов



Структура производства магистральных тепловозов во II кв. 2016 и 2017 годов



**Вагоны**

Производство вагонов во II кв. 2016 и 2017 годов, ежемесячно, ед.

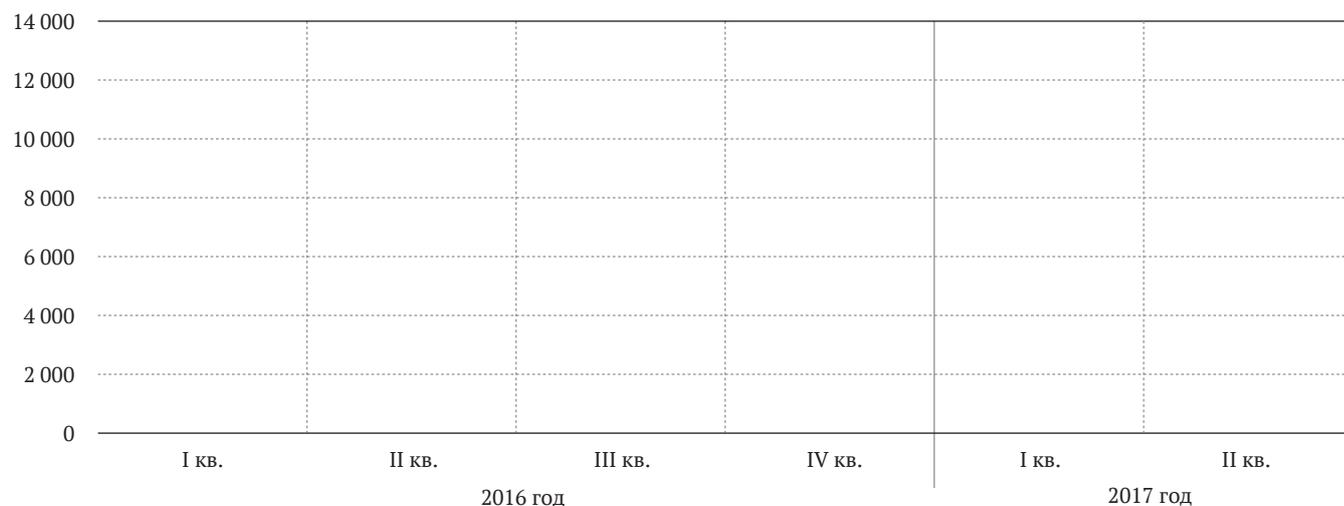
Виды продукции	2016 год				2017 год			
	апрель	май	июнь	II кв.	апрель	май	июнь	II кв.
Вагоны грузовые магистральные								
Вагоны пассажирские магистральные								
Вагоны электропоездов								
Вагоны метрополитена								
Вагоны трамвайные								

Производство вагонов в 2016 году

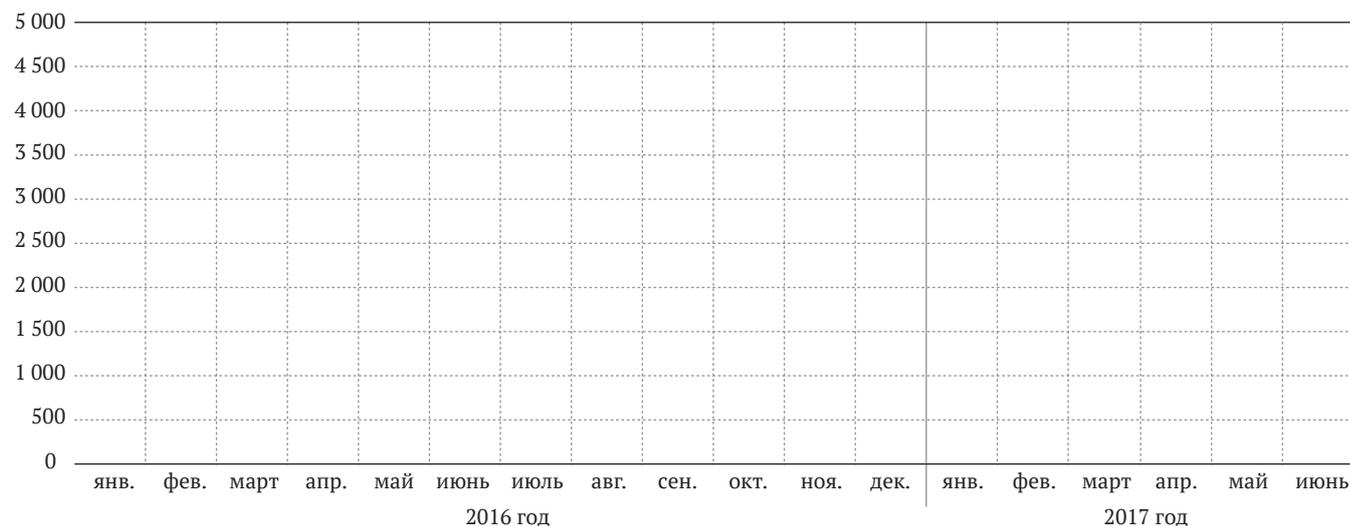
Виды продукции	2016 год				2017 год			
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Вагоны грузовые магистральные								
Вагоны пассажирские магистральные								
Вагоны электропоездов								
Вагоны метрополитена								
Вагоны трамвайные								

**ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ**  
**ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ**  
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: [vestnik@ipem.ru](mailto:vestnik@ipem.ru)

Производство грузовых вагонов в 2016 и 2017 годах, поквартально, ед.



Производство грузовых вагонов в 2016 и 2017 годах, ежемесячно, ед.

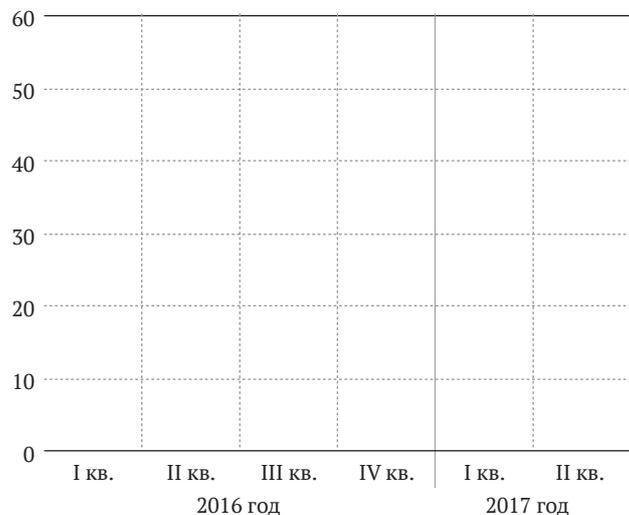


Производство пассажирских вагонов в 2016 и 2017 годах, поквартально, ед.

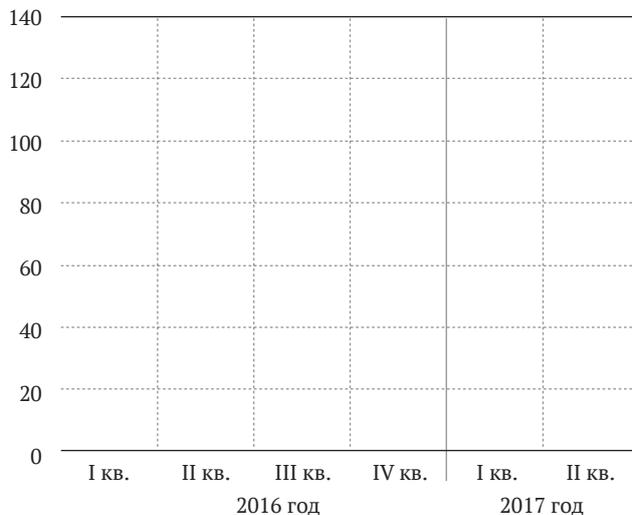


**ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ**  
**ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ**  
**тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: [vestnik@ipem.ru](mailto:vestnik@ipem.ru)**

Производство трамвайных вагонов в 2016 и 2017 годах, поквартально, ед.



Производство вагонов электропоездов в 2016 и 2017 годах, поквартально, ед.



Производство вагонов по предприятиям во II кв. 2016 и 2017 годов, ед.

Производители вагонов	за II квартал		
	2016 год	2017 год	Отношение 2017 г. к 2016 г., %
<b>Вагоны грузовые</b>			
Алтайвагон (включая Кемеровский филиал)*			
Армавирский завод тяжелого машиностроения			
Барнаульский вагоноремонтный завод*			
Брянский машиностроительный завод*			
Завод металлоконструкций*			
Новозыбковский вагоностроительный завод*			
Рославльский вагоноремонтный завод			
Рузаевский завод химического машиностроения			
Тихвинский вагоностроительный завод			
ТихвинХимМаш			
ТихвинСпецМаш			
Трансмаш (г. Энгельс)*			
Уралвагонзавод			
Прочие			
<b>Всего грузовых вагонов</b>			
<b>Вагоны пассажирские локомотивной тяги</b>			
Тверской вагоностроительный завод			
<b>Всего</b>			
<b>Вагоны метрополитенные</b>			
Демидовский машиностроительный завод			
Уральские локомотивы			
<b>Всего</b>			
<b>Вагоны трамвайные</b>			
Вагоностроительный завод им. С.М. Кирова			
<b>Всего трамвайных вагонов</b>			

**ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ**  
**ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ**  
**тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru**

\* Экспертная оценка



# Практическое применение RAMS-исследований тормозных систем

**С. Г. Чуев,**

к.т.н., заслуженный конструктор России,  
генеральный конструктор ОАО МТЗ ТРАНСМАШ

**Н. М. Борисов,**

руководитель группы RAMS-исследований  
ОАО МТЗ ТРАНСМАШ

**С. И. Тимков,**

к.т.н., заместитель генерального конструктора  
по технической безопасности и сертификации  
ОАО МТЗ ТРАНСМАШ

Внедрение международного стандарта железнодорожной промышленности IRIS (ISO/TS 22163) на предприятиях отечественного машиностроения железнодорожного транспорта повлекло за собой изучение таких дисциплин, как управление безотказностью, готовностью, ремонтпригодностью и безопасностью продукции, включая управление стоимостью жизненного цикла изделий (RAMS/LCC), проектный менеджмент, управление конфигурацией и т. д. Значительная работа на предприятиях была проделана по внедрению RAMS/LCC: разработка нормативной базы, реорганизация деятельности, повышение квалификации сотрудников, включая участие в зарубежных семинарах и обмен опытом.

## Актуальность вопроса формирования и подтверждения показателей RAMS

Международный стандарт железнодорожной промышленности IRIS (интегрированный в область ISO) [1], а именно раздел 7.11 «Безотказность, готовность, ремонтпригодность и безопасность/стоимость жизненного цикла (RAMS/LCC)» [2], устанавливает для железнодорожных предприятий определенные требования, охватывающие аспекты деятельности по RAMS, включая:

- расчеты и документальное оформление;
- сбор данных, анализ и план работ по улучшению;
- внедрение поставленных задач в соответствии с планом работ.

Основными целями ОАО МТЗ ТРАНСМАШ как производителя тормозных систем, гарантирующих безопасность участников железнодорожного движения в части комплекса задач RAMS, являются:

- обнаружение конструктивных и технологических недостатков изделия, снижающих его надежность, а также слабых сторон в организации технического обслуживания, ремонта и эксплуатации;
- совершенствование конструкции изделий, технологии их изготовления, пра-

вил и норм технического обслуживания, ремонта и эксплуатации;

- проверка соответствия достигнутого уровня надежности изделия установленным требованиям (верификация показателей RAMS);
- уточнение критериев отказов и предельных состояний изделий;
- выполнение корректирующих и предупреждающих действий в случае возникновения несоответствий на уровне, обеспечивающем безусловное устранение вызывающих их причин, и исключение их повторного появления;
- оценка эффективности мероприятий по повышению надежности.

Решение вышеуказанных задач позволяет достичь ключевой цели – повышения качества, надежности и потребительских свойств выпускаемой продукции. Каждый ряд исследований необходим сейчас и бесконечен в будущем. Однако есть работы, на которых стоит обратить отдельное внимание.

Ассоциацией производителей и потребителей тормозного оборудования «АСТО» при поддержке НП «ОПЖТ» разработан до-

кумент «Положение о мониторинге качества обслуживания, ремонта и эксплуатации тормозного оборудования подвижного состава железных дорог». Его создание преследовало цели повышения надежности работы тормозных систем и безопасности на железнодорожном транспорте, так как именно надежность изделий, прошедших

плановые виды ремонта, находится в неудовлетворительном состоянии.

Важным остается получение производителем объективных данных об эксплуатации изделий, что является неотъемлемым условием выполнения требований стандарта IRIS (ISO/TS 22163) по управлению и подтверждению показателей RAMS и LCC.

## Организация работ по сбору, анализу и подтверждению показателей RAMS/LCC

Достижение основных целей строится на реализации характерных задач:

1. Обеспечение производителя железнодорожной техники, в том числе комплектаторов, полной, достоверной, непрерывной и своевременной информацией по отказам выпускаемой продукции.
2. Учет, обработка, классификация полученной информации. Последующий анализ по предметным областям с использованием статистических методов.
3. Разработка и реализация технических (конструкторских, технологических) и организационных мероприятий межфункциональной командой. На площадке предприятия – отдел надежности (ОН), отдел технического контроля (ОТК), специальное конструкторское бюро тормозостроения (СКБТ), отдел главного технолога (ОГТ), производственные цеха или в рамках постоянно действующей комиссии по качеству выпускаемой продукции, в том числе при необходимости с привлечением поставщиков комплектующего оборудования и экспертных организаций.
4. Анализ обработанной эксплуатационной информации об эффективности внедряемых мероприятий по повышению качества, надежности и безопасности изделий тормозного оборудования.

Анализируя подходы для реализации поставленных функциональных задач по управлению качеством, надежностью и безопасностью изделий тормозного оборудования, приходим к заключению, что данная деятельность должна основываться на следующих принципиальных этапах [4]:

- планирование наблюдений;
- выполнение наблюдений, мониторинг;

- сбор эксплуатационных данных о надежности изделий;
- учет и документирование эксплуатационных данных;
- обработка массива информации;
- анализ массива информации;
- расчет показателей надежности и безопасности;
- верификация показателей надежности;
- разработка корректирующих и предупреждающих мероприятий;
- оценка эффективности реализации корректирующих и предупреждающих мероприятий.

Планирование периодичности наблюдений отталкивается от решаемой задачи и исключает потери информации с допустимой вероятностью. В целях единого подхода к разработке программ наблюдений следует определить основные требования к их содержанию. Рекомендуется для отражения в программах наблюдения следующая информация:

- цели и задачи сбора информации;
- перечень наблюдаемых изделий;
- число изделий;
- продолжительность наблюдений;
- номенклатура показателей, по которым собирается информация;
- периодичность обследований;
- сроки проведения работ;
- количество и территориальное расположение мест сбора информации;
- требования к методам сбора и обработки информации;
- периодичность и формы отчетности;
- перечень предприятий и организаций, от которых поступает информация и в которые следует направлять собранные и обработанные данные.

Следующим с точки зрения хронологии является этап непосредственного выполнения мониторинга, с помощью которого

предусматривается проведение постоянных, периодических и разовых наблюдений за тормозным оборудованием в эксплуатации.

## Задачи RAMS в информационном поле

В текущих реалиях активное привлечение информационных систем по сбору, учету и анализу эксплуатационной информации для решения задач повышения качества и надежности всех систем железнодорожного подвижного состава является одной из приоритетных целей. Принципы автоматизации сбора и учета данных, исключающих человеческий фактор, в совокупности с объективным анализом и представлением данных по RAMS позволяют рассматривать данный подход как наиболее предпочтительный и экономически обоснованный.

Интеграция в информационно-аналитическое поле и совершенствование действующих информационных систем представляется полностью оправданным шагом. Специалистами предприятия на постоянной основе ведется мониторинг данных, поступающих из комплексной автоматизированной системы учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности КАСАНТ и автоматизированной системы управления безопасностью движения АС РБ.

С позиции производителей продукции для железнодорожного транспорта дополнительно могут представлять интерес следующие информационные автоматизированные системы:

- учета нарушения безопасности движения, АСУ НБД;
- подсистема учета замечаний машинистов, АСУТ НБД ЗМ;
- управления тяговыми ресурсами ОАО «РЖД», АСУ-Т;
- управления вагонным комплексом ОАО «РЖД», АСУ-В;
- управления специальным самоходным подвижным составом, АСУ ССПС.

Управление качеством и надежностью функционирования тормозного оборудования, как и повышением безопасности перевозочного процесса в целом, на данном этапе развития требует перевода в цифровую плоскость с элементами автоматизации.

В целях учета и документирования эксплуатационных данных надлежит установить требования к составу регистрируемой информации, а также уместно регламентировать требования к их формам. Для обеспечения единства исходных данных первичная информация об отказе в общем случае должна содержать следующие минимальные данные:

- дата возникновения отказа или неисправности;
- общая наработка объекта с начала его эксплуатации и до момента установления отказа (выявления неисправности);
- внешние признаки и характер появления отказа или неисправности;
- условия эксплуатации и вид работы, при которых был обнаружен отказ или установлена неисправность;
- способ устранения отказа и неисправности;
- принятые или рекомендованные меры по предупреждению возникновения отказов или неисправностей.

Успешно внедрена и используется на предприятии форма регистрации работоспособности тормозного оборудования (рис. 1), регламентирована инструкцией № 11-05 «Сбор и обработка информации о надежности изделий в эксплуатации».

Для формирования на предприятии эффективного информационного поля в сфере обеспечения качества, надежности и безопасности выпускаемого оборудования выделим следующие источники первичной информации:

1. Результаты расследования случаев отказов в соответствии с требованиями СТО РЖД 1.05.007 «Рекламационная работа. Общий порядок проведения», который устанавливает процедуру вызова и приема представителя поставщика и исполнителя работ, правила составления и учета рекламационных документов (рекламационный акт, акт исследова-

№ п/п	Вина ОАО МТЗ ТРАНСМАШ							Вина сторонней организации							Рекламация не подтвердилась								
	Дата сообщения о рекламации	Ответственное подразделение за работу с уведомлением	№ уведомления	Место выявления отказа	Серия локомотива	Завод. № локомотива	Наименование изделия (узла, детали)	Обозначение изделия (чертежный номер)	Завод. № изделия	Дата изготовления	Наработка до отказа (тыс. км/ч)	Краткое описание по уведомлению	№ ответа на рекламацию	Дата ответа	Время простоя локомотива	Категория дефекта (производственный, эксплуатационный)	Сканированные файлы (PDF)	Виновник	Установленный дефект	Корректирующие и предупреждающие действия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Рис. 1. Пример формы учета сведений о надежности тормозного оборудования локомотивов

ния, акт о восстановлении технического средства) и их типовые формы, а также порядок восстановления или замены дефектных товаров, порядок исследования причин возникновения дефектов в целях обоснования выставяемой претензии по качеству и комплектности товара.

2. Сведения о плановом техническом обслуживании и плановых ремонтах.
3. Сведения о наработках с начала эксплуатации и после проведения плановых ремонтов.
4. Паспортные данные на изделия, установленные на подвижном составе.
5. Соответствие эксплуатационным условиям и номинальным режимам.

Формируя требования к современной информационной системе, необходимо обеспечить ряд значимых функций:

- Идентификация неисправного оборудования, видов и причин отказов. Отслеживание динамики изменения их количества – не только в абсолютных величинах, но и в приведенных к единице подвижного состава или к соответствующей наработке (километры пробега или часы работы).
- Эффективная система коммуникаций между проектно-конструкторскими службами, производственными подразделениями и организациями, а также эксплуатирующими и ремонтными предприятиями в целях оперативного решения задач

по повышению уровня качества, надежности и безопасности продукции железнодорожного транспорта. При необходимости рекомендуется привлекать в систему обмена данными и выработки решений научные и экспертные организации.

- Расчет, формирование и подтверждение количественных показателей RAMS в соответствии с установленной номенклатурой, включая проверку соответствия достигнутого уровня надежности установленным требованиям.
- Всестороннее и объективное исследование причин возникновения отказов и процессов развития нарушения работоспособного состояния подвижного состава, включая отклонения от номинальных значений, внешние проявления, причины и последствия отказов.
- Корректная оценка ресурса выпускаемого оборудования при действующих режимах эксплуатации. Особенно актуально для изделий с циклическим типом нагружения, которым является тормозное оборудование.
- Межфункциональный анализ эффективности внедрения мероприятий по устранению или снижению уровня отказов, неисправностей определенных изделий, включая мероприятия по исключению повторного проявления подобных отказов.

На настоящий момент источниками данных для разработчика являются письменные извещения, телеграммы и рекламации по фактам отказов технических средств. На их основе проводится анализ полноты и достоверности полученной информации, при необходимости она уточняется и детализируется. В рамках принятых решений осуществляется выезд квалифицированных специалистов или возврат изделия для его дальнейшего исследования на предприятии.

Сбор и учет эксплуатационных данных непосредственно сопровождается обработкой полученного массива информации, что обусловлено такими первоочередными задачами, как обобщение и структурирование, а также контроль ее достоверности и полноты.

Структура работ по обработке информации включает:

- классификацию и кодирование исходных данных;
- контроль полноты, достоверности и однородности информации;
- внесение уточнений в исходные данные (при необходимости);
- перевод содержания исходных данных в информационное поле предприятия;
- оценку показателей надежности;
- классификацию причин отказов и предельных состояний по видам, связанным с изготовлением, ремонтом и эксплуатацией, их анализ;
- подготовку исходных данных для разработки мероприятий, направленных на выявление недостатков и повышение надежности изделий в эксплуатации.

В процессе анализа причин отказов и предельных состояний тормозного оборудования выполняется систематизация обработанной информации по ключевым признакам (условиям эксплуатации, работе и т. п.). В итоге получаем возможность дать объективную оценку эффективности конструкторско-технологических и (или) организационных мероприятий, выявить случаи нарушения требований эксплуатационной документации и разработать план рекомендаций по устранению выявленных недостатков.

Руководствуясь результатами анализа эксплуатационной информации, производится

расчет показателей надежности и безопасности тормозных приборов – верификация их показателей надежности, нормированных в соответствующих технических условиях. Решение поставленных задач отталкивается от положений РД 50-690-89 «Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным» [5].

В области анализа и расчета надежности технических средств имеются несовершенства. В целях их устранения необходимо разработать единые положения по расчету и подтверждению показателей RAMS, так как требования ГОСТ 27.301-95 «Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения» не раскрывает такой вопрос [6]. Разработанные положения приведут процесс расчета и формы представления результатов к унифицированному виду, обеспечат возможность их воспроизведения и проверки. В частности, данные меры исключают предмет разногласий при сверке показателей RAMS между заинтересованными сторонами по причинам отличных методик их оценки.

В качестве практики принято на обязательной основе выполнение оценки эффективности реализации корректирующих и предупреждающих мероприятий. При получении отрицательных оценок эффективности внедренных мероприятий процедура управления отказами запускается повторно до получения положительного эффекта.

Итак, в результате внедрения инструментов RAMS-исследований на предприятии сформировался системный подход по управлению качеством, надежностью и безопасностью выпускаемых изделий. Были выявлены ключевые факторы, негативно влияющие на работоспособность тормозного оборудования на этапах эксплуатации и послепродажного обслуживания. Данное знание позволило сконцентрировать усилия специалистов на проблемных точках и дало возможность перевести такие факторы в управляемую плоскость.

Позитивным эффектом внедрения системного подхода управления жизненным циклом изделия за стенами предприятия в количественной оценке могут служить такие критерии, как тренд к сокращению отказов в локомотивном комплексе, возможность

увеличения гарантийных сроков и межремонтных интервалов на вновь разрабатываемые изделия тормозного оборудования.

Объективным свидетельством результатов внедрения процессов управления RAMS могут являться данные комплексной автоматизированной системы учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности КАСАНТ.

Рассмотрим на примере тормозного оборудования, установленного на грузовом подвижном составе железных дорог. На рисунке 2 очевидна положительная динамика изменения количества отнесенных отказов в автоматизированной системе КАСАНТ.

Аналогичная положительная тенденция наблюдается и в локомотивном комплексе. По результатам верификации за прошедшие отчетные периоды было выявлено достижение целевых показателей надежности (параметр потока отказов), нормированных в технических условиях, по всему комплексу

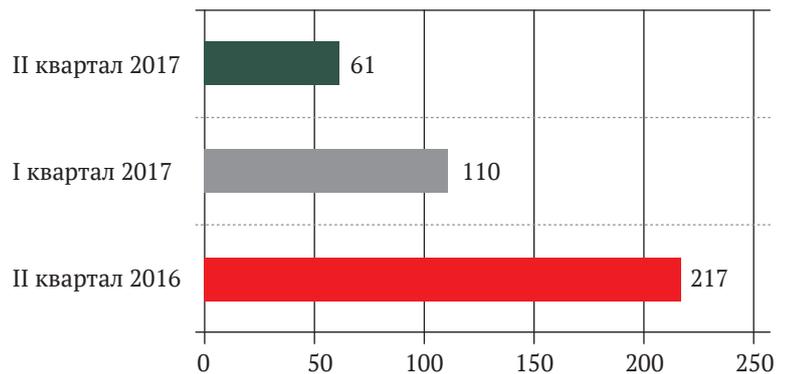


Рис. 2. Динамика изменения количества отнесенных отказов в КАСАНТ

тормозного оборудования, установленного на грузовых 2-секционных электровозах постоянного тока 2ЭС6 и грузовых магистральных двухсекционных тепловозах 2ТЭ25КМ и 2ТЭ25А «Витязь». В частности, согласно распределению отказов автотормозного оборудования на гарантийных тепловозах 2ТЭ25А за 12 месяцев 2015-2016 годов снижение количества отказов достигло 89%.

## Концепция информационных потоков о качестве, надежности и безопасности тормозного оборудования

Структура и порядок формирования информационных потоков основаны на принципах циклического управления (рис. 3).

В ходе процесса как гарантийной, так и постгарантийной эксплуатации выполняется точечное наблюдение за работоспособностью тормозных приборов посредством поступления рекламаций, телеграмм и уведомлений, а также данных из информационных автоматизированных систем, таких как КАСАНТ и АС РБ. Выполнение исследований причин отказов высококвалифицированными сотрудниками позволяет получить объективную информацию о причинах, инициировавших неблагоприятные события в виде отказа. Эффективность использования данных обеспечивается формированием единого информационного пространства на предприятии с доступом и зонами ответственности соответствующих служб.

Распределение информационных потоков строится в зависимости от этапа жизненного цикла изделия (рис. 4).

При зарождении концепции и на этапе предпроектной проработки технических ре-

шений используется определенная составляющая массива информации о надежности и безопасности подобных функциональных систем. Выполняется разработка и утверждение технического задания с указанием целевых значений технических характеристик проектируемого объекта. В ходе проектирования и разработки в том числе применимы апробированные конструкционные решения, показавшие себя с положительной стороны на эксплуатируемом подвижном составе.

Необходимая информация в части условий эксплуатации и режимов нагружения заимствуется из единой базы информации для корректного и эффективного планирования контрольных испытаний на заводском стендовом оборудовании. Установление плана испытаний, строящегося на обосновании требований эксплуатации, особенно необходимо для изделий с циклической формой нагружения. Верификация показателей надежности и безопасности на этапах аттестации опытно-конструкторских работ в условиях, приближенных

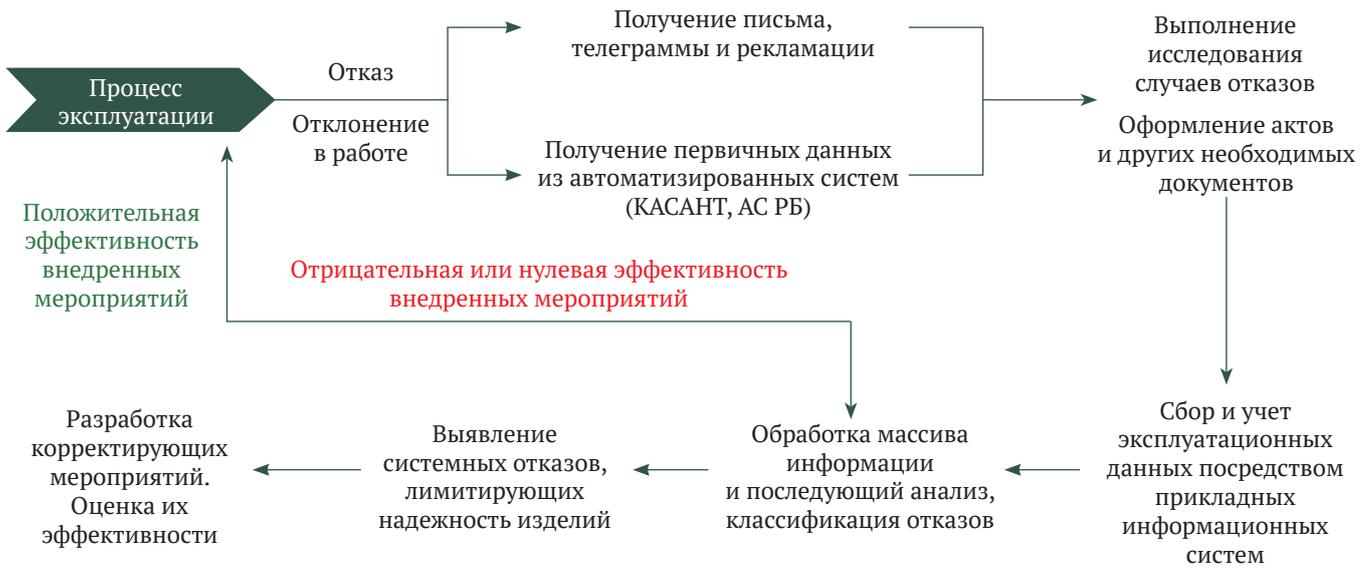


Рис. 3. Архитектура сбора информации

к эксплуатационным, позволяет минимизировать затраты как материальных, так и трудовых ресурсов на поздних этапах.

Формализованные записи результатов испытаний различного характера (предварительные, приемочные, периодические и другие) фиксируются в рамках единой базы, обрабатываются и анализируются. Сопоставление данных, полученных в рамках стендовых испытаний, в дальнейшем производится с фактическими эксплуатационными показателями. При необходимости на основе сравнительного анализа методики испытаний могут подвергаться обоснованной корректировке.

Гарантийный и постгарантийный этапы эксплуатации дают возможность получить полное и объективное представление о достигнутых показателях качества, надежности и безопасности выпускаемой продукции. Но дополнительно необходимо учитывать факторы качества и своевременности технического обслуживания, воздействие на функционирование изделия плановых и внеплановых ремонтов подвижного состава и, безусловно, соблюдение установленных условий эксплуатации. Эффективность коммуникаций предприятия-разработчика с эксплуатирующими и ремонтными организациями является главным фактором со-



Рис. 4. Данные RAMS на этапах жизненного цикла

вершенствования системы плано-предупредительного обслуживания и ремонтов. О степени воздействия настоящих факторов на работоспособность объектов железнодорожного транспорта можно говорить на основе имеющихся статистических данных.

С помощью принятой системы управления базами данных и установленных процедур регистрируются важные данные, связанные с каждым сбоем, и инициируется процесс их обработки. Коллективно выполняется определение необходимых корректирующих действий, в том числе отслеживание процесса разработки, реализации и результатов плана корректирующих действий, направленного на снижение вероятности или полное исключение повторения отказа. В обратную сторону формируется поток информации об оценке и контроле предпринятых корректирующих мероприятий. Внесение изменений в базовую конфигурацию изделий преследуется обязательными действиями по планированию испытаний – в данном случае типовых, а также их проведением с фиксацией и анализом полученных результатов, на основе которых принимается решение о внедрении. В дальнейшем процесс управления качеством, надежностью и безопасностью повторяет описанные процессы с частотой случайного характера вплоть до снятия данной продукции с производства и ее утилизации. Сформированная база данных по такому изделию в последующем будет использована как входная информация для перспективных проектов.

Описанный комплексный подход позволит двигаться по направлению к цифровому управлению, так как именно качество и надежность проектируемых и выпускаемых сложных технических систем для железнодорожного транспорта, отвечающих за безопасность железнодорожного движения, является наиважнейшей целью всех участников жизненного цикла.

#### Список использованной литературы

1. Сеньковский О.А. Интеграция стандарта IRIS в систему Международной организации по стандартизации ISO/O.A. Сеньковский // Техника железных дорог. – 2017. – № 1 (37). – С. 15–17.
2. Международный стандарт железнодорожной промышленности IRIS (ISO/TS 22163).
3. Положение о мониторинге качества обслуживания, ремонта и эксплуатации тормозного оборудования подвижного состава железных дорог.
4. РД 50-204-87 «Методические указания. Надежность в технике. Сбор и обработка информации о надежности изделий в эксплуатации. Основные положения».
5. РД 50-690-89 «Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным».
6. ГОСТ 27.301-95 «Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения». (S)



**Контакторы и автоматические выключатели защиты двигателей**



**Гидромагнитные автоматические выключатели**



**Предохранители**



**Всё что нужно для гарантированной защиты!**



**Официальный дистрибьютор ГК «Айтекс»**  
г. Москва, 1-й Варшавский пр-т, д.2, стр.8, оф.107  
тел.: 8-800-555-84-55, 8(495)739-09-95  
www.bussfuse.ru fuse@bussfuse.ru

- Сертифицировано РС ФЖТ
- Европейское качество
- Профессиональный подбор
- Широкий ассортимент
- Наличие на складе в г. Москва
- Доставка во все регионы РФ, ТС

# Применение предохранителей Busmann в ОАО «РЖД»

**Р. А. Черекбашев,**  
инженер ООО «Айтекс Компонент»  
**В. Н. Хаймин,**  
директор ООО «Айтекс Компонент»  
**Д. В. Жикленков,**  
главный конструктор ЗАО «Электро СИ»

Быстродействующие плавкие предохранители широко применяются для защиты силовых полупроводниковых устройств подвижного состава, в том числе для тяговых и вспомогательных преобразователей. Характерная особенность этих устройств – стартстоповый режим работы. Например, во время ускорения поезда ток резко возрастает, а при движении по инерции – снижается до минимума. Такой режим является стрессовым для плавких вставок, поэтому для обеспечения длительного срока службы необходимо правильно выбрать нужный предохранитель. Инженерами подразделения Busmann, входящего в корпорацию Eaton, были разработаны специальные плавкие вставки, которые долговременно работают на подвижном составе, а также предложен алгоритм подбора нужного предохранителя.

Подбор начинается с определения требуемых номиналов напряжения и тока. Номинальное напряжение предохранителя должно быть выше возможного максимального напряжения в системе. Номинальный ток предохранителя определяется по формуле  $I_n = I_b / (K_t \times K_e \times K_v)$ , где:

- $I_n$  – номинальный ток предохранителя;
- $I_b$  – среднеквадратичный ток нагрузки;
- $K_t$  – коэффициент температуры воздуха;
- $K_e$  – коэффициент контактной плотности тока;
- $K_v$  – коэффициент воздушного потока.

Среднеквадратичное значение тока на протяжении дня на всех участках пути можно получить с помощью компьютерного моделирования (рис. 1).



**Рис. 1.** Типичный профиль нагрузки тягового преобразователя поезда

Определить поправочный коэффициент температуры можно по формуле:

$$K_t = 1.1 - 0,0047 \times T,$$

где  $T$  – температура ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Поскольку часть выделяемого в предохранителе тепла отводится через токоподводящие шины, то плотность тока в них должна быть не более  $1,3 \text{ А/мм}^2$ , иначе следует скорректировать номинал предохранителя через  $K_e$  (рис. 2).

Если вставка будет подвергаться воздушному обдуву, то можно уменьшить ток предохранителя через  $K_v$  (рис. 3).

После подбора номинального тока и напряжения эксперты Eaton рекомендуют оценить запас прочности выбираемого предохранителя. Для этого нужно знать пиковые значения тока и время его действия в цепи. Зададим коэффициент запаса прочности 2 в цепи с пиковыми значениями 1,6 кА в течение 40 сек, 1,9 кА – в течение 20 сек и 1,2 кА – в течение 7 сек. Время-токовая характеристика должна лежать правее значений: 3,2 кА – для 40 сек, 3,8 кА – для 20 сек, 2,4 кА – для 7 сек (рис. 4). При выполнении данного условия мы можем быть уверены, что предохранитель будет надежно работать длительное время.

Также необходимо учесть показатель тепловой энергии  $I^2t$ . Параметр  $I^2t$  предохранителя должен быть меньше  $I^2t$  защищаемого

РЕКЛАМА

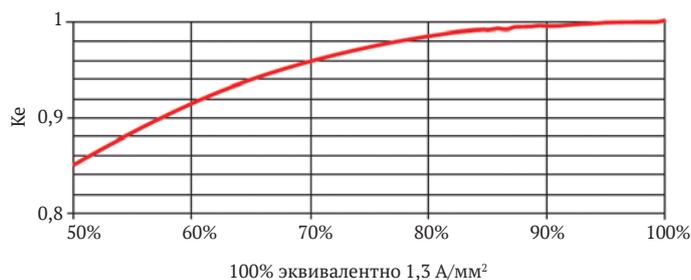


Рис. 2. Поправочный коэффициент плотности тока

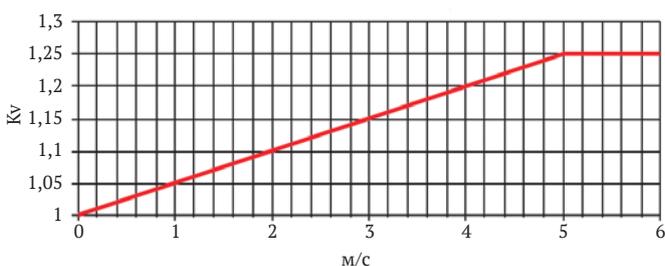


Рис. 3. Поправочный коэффициент скорости охлаждающего воздушного потока

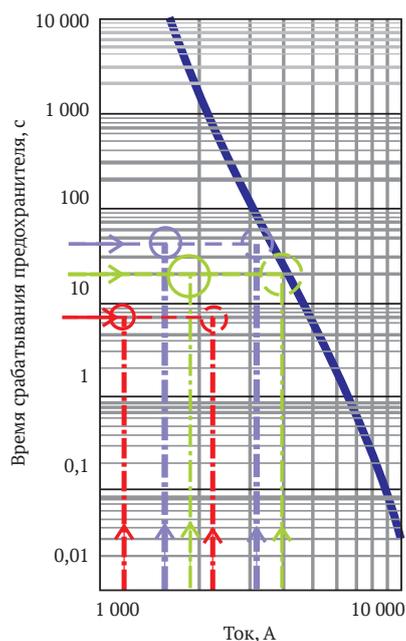


Рис. 4. Оценка запаса прочности по пиковой нагрузке

компонента. В этом случае предохранитель предотвратит тепловое разрушение компонента. Убедиться в том, насколько это важно, можно, просмотрев на сайте Bussfuse.ru фотографии поврежденных устройств, а также видео взрыва незащищенного компонента. При таком взрыве повреждаются не только расположенные рядом устройства, но могут пострадать и люди. Использование быстродействующего предохранителя позволит сделать схему безопасной, а также на порядки сократит затраты на восстановление оборудования.

В качестве примера использования предохранителей Bussmann приведем вариант применения плавкой вставки 170E3919 с рабочим током 63 А в статическом преобразователе собственных нужд (ПСН) мощностью 100 кВА (рис. 5).

В данном приложении предохранитель установлен на входе высоковольтного преобразователя напряжения с входным напряжением 2,2-4 кВ и предназначен для защиты полупроводниковых компонентов при аварийных ситуациях. При этом выбранный предохранитель обеспечивает возможность работы преобразователя при пиковых токах нагрузки и выдерживает кратковременные токи заряда входных емкостей преобразователя.

О надежности предохранителей Bussmann говорит более чем 100-летняя история при-

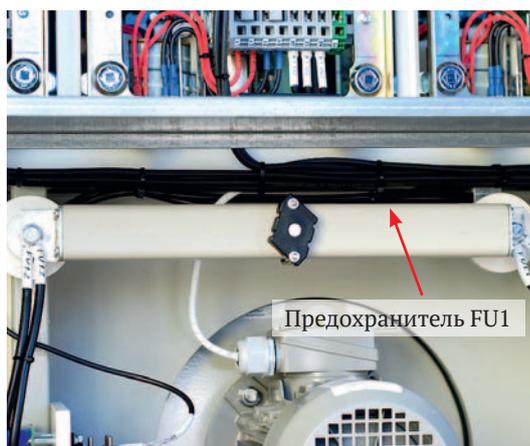


Рис. 5. Установка предохранителя 170E3919 в ПСН-100

менения по всему миру, в том числе на метрополитене, железных дорогах, в судостроении и авиации. Большое количество испытаний подтверждено многочисленными сертификатами в разных странах, в том числе и на соответствие требованиям Регистра сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (РС ФЖТ) (ТР ТС 001/2011).

Эксперты корпорации Eaton помогут оценить правильность выбора предохранителя для конкретного применения и, соответственно, определить его долговечность. Самостоятельно осуществить подбор предохранителей можно с помощью параметрического фильтра на сайте <http://bussfuse.ru>.

# 3ТЭ25К<sup>2М</sup>. Трехсекционный тепловоз с электропередачей



**И. В. Ильницкий,**  
специалист по проектированию subsystem  
Управления главного конструктора по тепловозостроению  
Инженерного центра АО «УК «БМЗ»

Перед инженерами Брянского машиностроительного завода (АО «УК «БМЗ») была поставлена задача создать на производственных мощностях тепловоз, предназначенный для эксплуатации поездов повышенного веса на линиях со сложным профилем пути. Для развития этого направления в холдинге были сконструированы опытные образцы магистральных тепловозов 3ТЭ25К<sup>2М</sup>. Сегодня этот локомотив – самый мощный тепловоз на территории бывшего Советского Союза, который может эффективно обеспечить грузовые перевозки на Дальнем Востоке России.

## Проектирование

Тепловоз 3ТЭ25К<sup>2М</sup> (рис. 1) разработан с применением современных систем автоматизированного проектирования – технические особенности размещения оборудования тепловоза тщательно проработаны в программе 3D-моделирования. В основу заложены базовые принципы производства высокоэффективных магистральных тепловозов – единство технологической платформы, модульность компоновки и использование современных алгоритмов в управлении тягой. При поиске компоновочных решений был использован опыт

базовой модификации серийно выпускаемого тепловоза 2ТЭ25К<sup>М</sup>. При проектировании тепловоза были заложены технические решения, которые должны обеспечить надежную эксплуатацию в условиях Байкало-Амурской магистрали (экстремально низкие и аномально высокие температуры (от -50 до +40 °С); резкие перепады температуры воздуха в течение суток, вхождение тяжелых составов на длинных плечах в условиях сложного профиля пути): применены узлы с увеличенным интервалом обслуживания, силовая установка повышенной надежности, на 30% увеличена сила тяги локомотива.

Результатом работы конструкторов, технологов и производственных служб стало изготовление двух опытных образцов тепловозов 3ТЭ25К<sup>2М</sup>, способных обеспечить перевозку составов с минимальным весом 7,1 тыс. т и максимальным – 8,3 тыс. т.

При проектировании локомотива был учтен не только опыт создания тепловозов 2ТЭ25К, 2ТЭ25К<sup>М</sup>, 2ТЭ25А (АО «УК «БМЗ»), но и замечания, полученные при эксплуатации тепловозов 3ТЭ116У, 2ТЭ116УД. Отдельное внимание было обращено на опыт эксплуатации и обслуживания в условиях Байкало-Амурской магистрали тепловозов 2ТЭ25А.



Рис. 1. Тепловоз 3ТЭ25К<sup>2М</sup>

## Конструктивные особенности и инновационное оборудование

По сравнению с серийно выпускаемым базовым локомотивом 2ТЭ25К<sup>М</sup> (табл. 1) тепловоз имеет ряд отличий. Базовое исполнение предусматривает установку колесно-моторных блоков с подшипниками качения.

В конструкции тепловоза 3ТЭ25К<sup>2М</sup> установлено инновационное оборудование и узлы, позволяющие повысить технико-экономическую эффективность новых локомотивов (табл. 2).

**Табл. 1.** Сравнение с предыдущими сериями

Наименование показателей	2ТЭ25К <sup>М</sup> , 2ТЭ116У	3ТЭ116У	3ТЭ25К <sup>2М</sup>
Номинальная мощность, кВт	2 × 2 650	3 × 2 650	3 × 3 100
Длина тепловоза, мм	2 × 20 000, 2 × 18 700	3 × 18 700	3 × 20 000
Нагрузка на ось номинальная, кН (тс)	235,4 (24,0) 227,2 (23,2)	227,2 (23,2)	240, 26 (24,5), но не более 245, 25 (25,0)
Осевая формула	2 × (3o – 3o)	3 × (3o – 3o)	3 × (3o – 3o)
Тип двигателя	Д49, V-образный		GEVO12, V-образный
Тип дизеля	4-тактный, с V-образным расположением цилиндров, с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха		
Обозначение по ГОСТ 10150	16ЧН26/26		12ЧН25/32
Частота вращения коленчатого вала при полной мощности дизеля, с <sup>-1</sup> (об/мин)	16,7 (1 000)		17,5 (1 050)
Номинальное значение удельного расхода топлива на полной мощности, г/кВт·ч	203		196
Расход масла в режиме полной мощности, не более, г/кВт·ч	1,2		0,6

**Табл. 2.** Основные технические характеристики

Наименование параметров	Значение параметров
Обозначение тепловоза	3ТЭ25К <sup>2М</sup>
Номинальная мощность тепловоза, кВт (л.с.)	3 × 3 100 (3 × 4214)
Конструкционная скорость, км/ч	100
Служебная масса тепловозов (с запасом топлива и песка 2/3 от полной загрузки), т, не более	3 × 147±3
Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы при 2/3 запаса топлива и песка, кН, не более	245,25
Габарит	1-Г
Сила тяги при трогании с места, кН, не менее	3 × 419,4
Касательная сила тяги длительного режима при скорости 27,6 км/ч, кН, не менее	3 × 323,6
Расчетный коэффициент полезного использования мощности тепловозов в длительном режиме, не менее	0,8
Минимальный радиус кривой, проходимой одиночным тепловозом при скорости до 10 км/ч, м	125
Длина тепловозов по осям автосцепок, мм, не более	3 × 20 000
Высота тепловоза, мм	5 135
Экипировочные запасы	
– топлива, кг	3 × 7 000
– песка, кг	3 × 1 520

## Конструкционные особенности

Вместо тормозного оборудования на основе обычного крана машиниста тепловоз оснащен комплектом на основе крана с дистанционным управлением для пневматических и электропневматических тормозов и модулем тормозного оборудования E.317 с интегрированной функцией распределенного управления тормозами поезда. Основное преимущество – универсальность в части применения распространенных систем управления тормозами длинносоставных поездов.

Модуль тормозного оборудования (МТО) является не менее важным элементом, чем аппаратная камера, так как отвечает за приведение в действие тормозов локомотива как в штатном режиме, так и в аварийных ситуациях. Его компоновка выполнена с учетом требований заказчика по улучшению эксплуатационных характеристик. МТО представляет собой систему с интегрированной функцией распределенного управления тормозами поезда (РУТП). В списке особенностей МТО в сравнении с разработанными аналогами присутствует расширенная диагностика за счет применения регистратора параметров «черный ящик» с возможностью последующей расшифровки на компьютере, бесконтактная электронная система сигнализации обрыва тормозной

магистрали, усовершенствованное компоновочное решение МТО, а также модернизированные навесные компоненты (реле давления, переключательный клапан и клапан электроблокировочный). Исключение реле давления за счет применения реле новой конструкции поршневого типа, включение в состав МТО запасного и уравнительного резервуаров дает дополнительное пространство для размещения локомотивного оборудования.

Также претерпела изменения система управления, безопасности и видеорегистрации. На тепловозе используется более совершенная (по сравнению с массовыми сериями тепловозов) система аудио- и видеорегистрации РПЛ-2МВ. Такая система применяется в качестве технического средства контроля за соблюдением требований безопасности движения и охраны труда и выполнением установленного регламента по переговорам, а также для анализа качества исполнения должностных обязанностей локомотивными бригадами в целях повышения профессионального мастерства, уровня ответственности и снижения количества нештатных ситуаций.

На тепловозе установлен преобразователь питания бортовой сети и компрессора для формирования стабилизированной бортовой сети и обеспечения плавного пуска асинхронного привода компрессора.

С целью оптимизации компоновки и увеличения зон обслуживания применен уменьшенный в габаритах блок очистки и осушки сжатого воздуха (рис. 2).

Безопасность работы локомотива обеспечивает объединенный комплекс БЛОК, который является более совершенной системой по сравнению с использовавшимся раньше КЛУБ. БЛОК выполняет дополнительные функции систем САУТ и ТСКБМ и объединен в один конструктив.

Применена система регистрации параметров движения магистрального тепловоза РПДА-ТМ. Она позволяет измерять уровень и плотность топлива в топливном баке тепловоза, число импульсов датчика пути и скорости, падение напряжения на шунте и нап-



Рис. 2. Система подготовки сжатого воздуха

ряжение тягового генератора, время. С ее помощью вычисляют массу и объем топлива, скорость и пройденный путь, выработанную дизель-генератором электроэнергию.

Кабина машиниста является постоянным рабочим местом локомотивной бригады (рис. 3) при управлении тепловозом. Она должна быть удобной и удовлетворять требованиям санитарных норм. Эти условия и были положены в основу при создании кабины машиниста тепловоза ЗТЭ25К<sup>2М</sup>.

Конструкция пульта управления и его компоновка соответствуют современным эргономическим требованиям и обеспечивает необходимый обзор. Расположение окон и их конструкция дают хорошую видимость в пути следования высоких и низких сигнальных светофоров без искажения восприятия их цветности. Угол установки лобовых стекол подобран таким образом, что исключает отражение в них наружных световых сигналов и внутренних источников света. Боковые окна – раздвижные, имеют поворотные предохранительные щитки снаружи и солнцезащитные регулируемые по высоте экраны – с внутренней стороны. Для остекления всех окон применены высокопрочные электрообогреваемые стекла, а в конструкции предохранительных щитков – безосколочные.

Для поддержания оптимальных условий микроклимата предусмотрена система климат-контроля, обеспечивающая в том числе предварительный обогрев или охлаждение кабины машиниста до требуемых температур за время подготовки тепловоза к рейсу. Также в кабине расположен автономный отопитель, делающий возможным дежурный обогрев кабины машиниста при длительном отстое на открытом воздухе при отрицательных температурах.

Для удобства и обеспечения полного контроля подъезда на малой скорости к составу, заезда на смотровую канаву, передвижениях в депо «карусельного» типа в электрической схеме предусмотрена кнопка маневрового режима (КМР), работающая только при нахождении контроллера машиниста на нулевой позиции (нейтральная передача). Система управления тепловозом воспринимает нажатие на КМР как включение



Рис. 3. Рабочее место машиниста тепловоза

первой позиции контроллера машиниста и собирает схему возбуждения генератора и силовых цепей тягового режима.

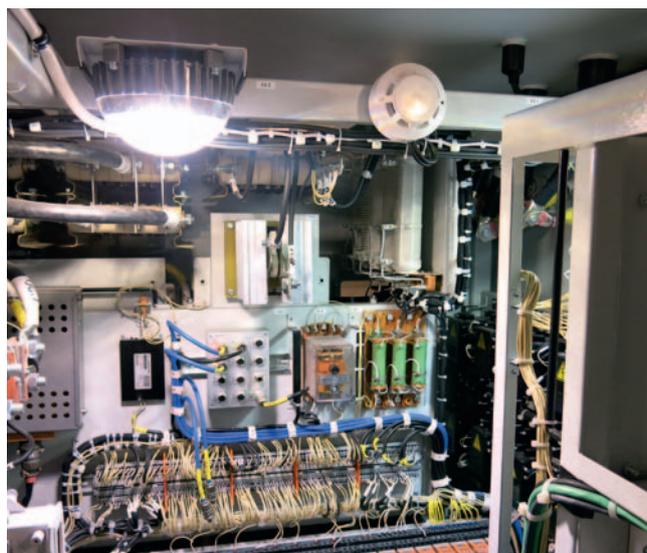
На задней стенке кабины расположена центральная входная дверь с окном. Рычаг ручного тормоза установлен за креслом помощника машиниста, а привод выведен в аппаратное помещение. В крышу вмонтирован прожектор, доступ для регулировки и замены ламп которого организован из кабины машиниста. Крыша кабины, боковые стенки, задняя стенка (включая дверь) и полы имеют хорошую шумоизоляцию.

Аппаратное помещение в соответствии с современными требованиями безопасности обеспечивает свободный проход в кабину машиниста и беспрепятственный выход из нее. В помещении расположены (рис. 4а) аппаратная высоковольтная камера, модуль тормозного оборудования, привод ручного тормоза, блок БЦУ, блок связи БС-СН/БЛОК-02, шкаф системный СШ-БЛОК-02, модуль разрядки МКР-160/900, фильтр дуплексный ДФ-160/Р8К, а также блоки системы контроля параметров движения локомотива РПДА и блоки РУТП, в крышечной части – блок электродинамического тормоза снимаемой мощностью 2 800 кВт.

Компоновка аппаратной камеры (рис. 4б) реализована так, чтобы обеспечить доступ ко всем управляющим контакторам и выключателям в случае необходимости их аварийного отключения.



**Рис. 4а.** Размещение оборудования в аппаратном помещении



**Рис. 4б.** Аппаратная камера

В состав аппаратной камеры входит оборудование, отвечающее за сбор тяги, управление электрической передачей переменного-постоянного тока и оборудование системы диагностики дизельного двигателя.

Модуль тормозного оборудования (МТО) (рис. 5) отвечает за приведение в действие тормозов локомотива как в штатном режиме, так и в аварийных ситуациях. МТО представляет собой систему с интегрированной функцией распределенного управления тормозами поезда (РУТП), необходимость реализации которой изначально заложена в тепловозе ЗТЭ25К<sup>2М</sup>. Особенности используемого МТО – расширенная диагностика за счет применения регистратора параметров, «черный ящик» с возможностью последующей расшифровки на компьютере, бесконтактная электронная система сигнализации обрыва тормозной магистрали, усовершенствованное компоновочное решение, а также модернизированные навесные компоненты: реле давления новой конструкции поршневого типа, переключательный и электроблокировочный клапаны. В состав МТО включены запасной и уравнительный резервуары.

В дизельном помещении (рис. 6) расположены аппараты, отвечающие за реализацию инверторного пуска дизельного двигателя, 6-канальный тяговый преоб-

разователь, дизельный двигатель, тяговый агрегат А723МБ, оборудование вспомогательных систем дизельного двигателя, компрессор, а также вентиляторы охлаждения



**Рис. 5.** Компоновочное решение модуля тормозного оборудования, которое дает дополнительное пространство

электрических машин и другое вспомогательное оборудование.

На тепловозе применен 12-цилиндровый поршневой 4-тактный дизельный двигатель GEVO12 с V-образным расположением цилиндров, жидкостным охлаждением, с газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха, электронным управлением впрыском топлива в каждый цилиндр одиночным топливным насосом высокого давления (ТНВД). В паре с силовой установкой работает тяговый агрегат, сочетающий в себе основной тяговый и вспомогательный генераторы, установленные на едином роторе.

Дизельный двигатель обладает высокими технико-экономическими и экологическими характеристиками, повышенной надежностью и по сравнению с массовыми решениями обеспечивает снижение стоимости жизненного цикла.

Запуск дизельного двигателя – инверторный. Комплектующее оборудование для инверторного запуска входит в установочный комплект силовой установки. Оно обеспечивает устойчивую работу дизельного двигателя во всем диапазоне допустимых нагрузок и условий окружающей среды. В установочный комплект входят маслопрокачивающий насос, топливоподкачивающий насос низкого давления, масляный охладитель, подогреватель топлива, фильтры грубой и тонкой очистки масла и топлива, клапан-термостат. Дополнительно установлен резервный топливоподкачивающий насос с фильтрами на случай выхода из строя основного насоса.

Также в дизельном помещении расположен винтовой компрессорный агрегат АКВ-4,5, который предназначен для снабжения локомотива сжатым воздухом и пополнения его запаса по мере расхода пневматическим оборудованием. Агрегат состоит из компрессора с приводом от электродвигателя переменного тока. АК оснащен принудительной системой воздушного охлаждения для масла и сжатого воздуха при помощи электровентилятора, который выбрасывает нагретый воздух через



Рис. 6. Расположение оборудования в дизельном помещении

жалюзи в стенке кузова. Агрегат установлен на амортизаторах, предназначенных для снижения вибрации, и работает в паре с блоком очистки и осушки сжатого воздуха (БОСВ).

В крышечной части дизельного помещения расположены мотор-вентиляторы охлаждения управляемого выпрямителя, тяговых электродвигателей передней и задней тележек. Мотор-вентиляторы оборудованы блоками очистки воздуха на основе мультициклона<sup>1</sup>, а также устройствами отсоса пыли.

Кроме того, в дизельном помещении располагается управляемый 6-канальный выпрямитель, предназначенный для выпрямления 3-фазного переменного напряжения, снимаемого с обмоток тягового агрегата и независимого питания с тяговых электродвигателей ЭД133К.

Система очистки воздуха дизельного двигателя – 2-ступенчатая, обеспечивает необходимым количеством чистого воздуха 99,5%.

Холодильная камера представляет собой каркасную конструкцию с установленными радиаторными секциями охлаждения, 4 мотор-вентиляторами с верхними и боковыми жалюзи. По обе стороны холодильной камеры расположены шахты, образующие трапециевидный проход в следующую секцию. Внутри шахт установлены

<sup>1</sup> Устройство циклонного типа, имеющее форму урезанного конуса с расположенными внутри лопатками-завихрителями, конструкция которого обеспечивает очистку воздуха от пыли до 73%.

блоки радиаторных секций, мотор-вентиляторы, боковые и верхние жалюзи и приводы их открытия. Доступ в шахты производится через съемные люки.

Блоки радиаторных секций расположены вертикально. Мотор-вентиляторы установлены в крышном пространстве холодильной камеры. Снаружи располагаются утеплительные щиты, которые используются в зимний период. Конструкцией камеры предусмотрено ручное открытие боковых и верхних жалюзи на случай неисправности основного пневматического привода. В проходе холодильной камеры установлена система подготовки сжатого воздуха компрессорного агрегата (БОСВ), предназначенная для очистки, осушки сжатого воздуха, вырабатываемого компрессором.

Тележка тепловоза – 3-осная, бесчелюстная с 2-ступенчатым рессорным подвешиванием, опорно-осевой подвеской тяговых электродвигателей, рычажной передачей тормоза с 2-сторонним нажатием тормозных колодок, пневматическим приводом тормоза для каждого колеса, поводковыми буксовыми узлами и осевыми подшипниками качения. На буксах 3-й и 4-й колесных пар тележек установлены датчики системы локомотивной безопасности ДПС-У-01.

Тележка оборудована гидравлическими гасителями колебаний, которые уста-

навливаются параллельно пружинному комплекту.

Колесно-моторные блоки (КМБ), расположенные на тележке, состоят из тягового электродвигателя постоянного тока, тягового редуктора, колесной пары, 2 поводковых букс и осевых подшипников.

Одной стороной ТЭД жестко опирается на ось колесной пары через корпус моторно-осевых подшипников, а другой – опорным приливом через пружинную подвеску на раму тележки.

В колесно-моторном блоке установлены моторно-осевые подшипники: роликовый радиальный сферический двухрядный со стороны зубчатой передачи и роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами с противоположной стороны.

Тяговый редуктор предназначен для передачи крутящего момента от тягового электродвигателя на колесную пару тепловоза. Тяговый редуктор КМБ с МОП качения состоит из ведущей шестерни и ведомого зубчатого колеса. Между полукорпусами редуктора уложена уплотнительная резиновая трубка. Уплотнение кожуха в месте его соприкосновения с корпусом ТЭД создается уплотнительным кольцом, уложенным в паз. Тяговый редуктор закрыт разъемным кожухом, прикреплен к остову тягового двигателя.

## Заключение

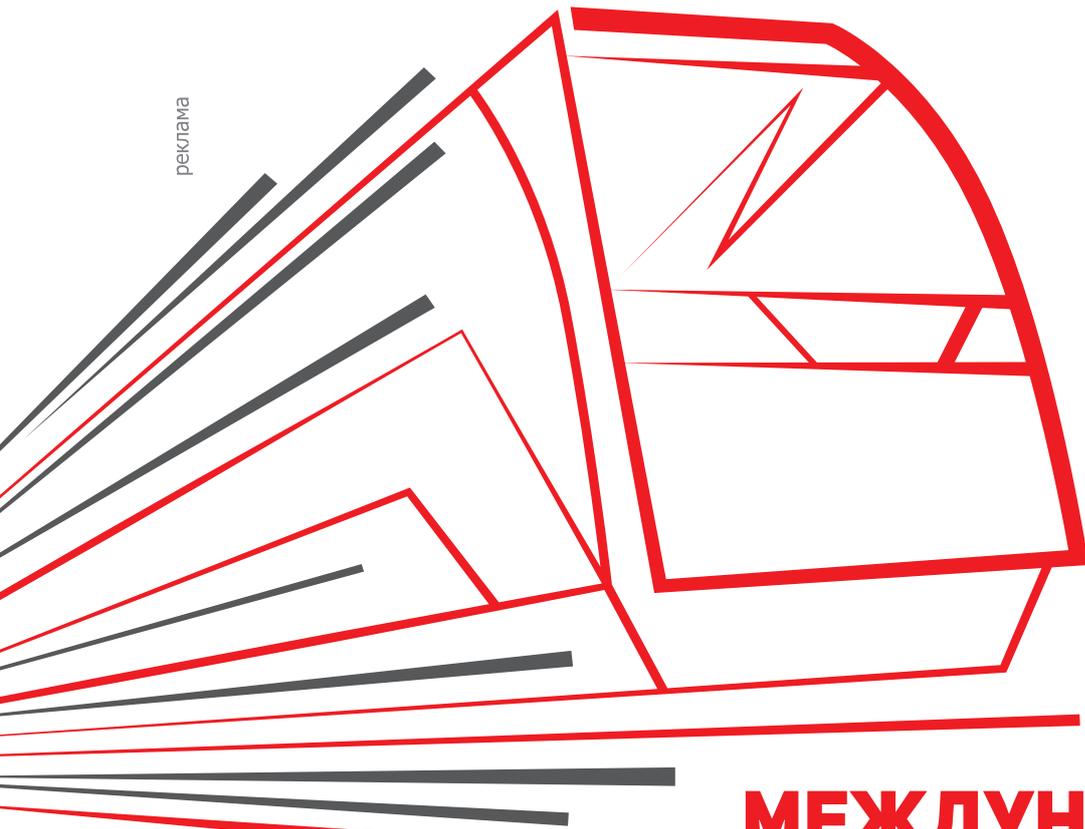
Оба опытных образца тепловоза 3ТЭ25К<sup>2М</sup> с мая текущего года проходят приемочные и сертификационные испытания. Тепловоз № 0001 – на экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ», станция Щербинка, тепловоз № 0002 завершил испытания на скоростном испытательном полигоне АО «ВНИИЖТ» Белореченская – Майкоп.

В настоящее время № 0002 направлен на Московскую железную дорогу для прохождения опытного пробега 10 000 км в локомотивном депо Курск-Сортировочный (станция Курбакинская). Планируется, что тепловоз № 0001 примет участие в выставке Euro 1520

и после ее завершения будет передислоцирован на Байкало-Амурскую магистраль для эксплуатационного пробега 50 000 км.

Проведение приемочной комиссии и получение сертификата соответствия техническому регламенту Таможенного союза запланированы на конец 2017 года. Основным полигоном эксплуатации 3ТЭ25К<sup>2М</sup> на БАМе должен стать участок Таксимо – Тында – Новый Ургал – Комсомольск – Советская Гавань общей протяженностью более 2 800 км, на котором должна быть организована непрерывная (без переформирования) перевозка тяжелых грузов. §

реклама



# МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ САЛОН ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ



## 30.08-02.09 | 2017

Экспериментальное кольцо АО «ВНИИЖТ»  
Россия, г.Москва, Щербинка

Генеральный партнер



ОАО «РЖД»

Официальный партнер



Группа ПТК

Технологический партнер



ТРАНСМАШХОЛДИНГ  
*Сам 15 лет*

Партнер



Спонсор регистрации



ОБЪЕДИНЕННАЯ  
ВАГОННАЯ  
КОМПАНИЯ

Спонсор навигации



the evolution of mobility

Спонсор Дня открытых  
дорог



При поддержке



Генеральные информационные партнеры



# Экологические и технологические аспекты эволюции технологий производства и неразрушающего контроля деталей буксовых подшипников (часть 1)



**С. В. Тяпаев,**  
старший инспектор-приемщик  
ЦТА ОАО «РЖД»

Указами Президента 2017 год в России объявлен годом экологии, а также утверждена Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Для реализации государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности необходим переход промышленных предприятий-производителей, в том числе буксовых подшипников, на инновационные, ресурсосберегающие и экологически чистые технологии.

## Этап технологий производства буксовых подшипников 3-го технологического поколения

До 1955 года в СССР в качестве буксовых вагонных подшипников массово использовались подшипники скольжения. В подшипниках данного конструктивного исполнения применялся физический принцип трения – трение скольжения. По уровню осуществляемых технологий это продукция 3-го технологического поколения. Ключевым его фактором является широкое распространение тяжелого физического ручного труда в производстве и неразрушающем контроле, использование механической обработки на основе применения технологического оборудования с ручным и механическим управлением. Крупносерийного производства деталей подшипников скольжения в СССР в этом историческом промежутке организовать не удалось. В Советском Союзе подшипники данного вида изготавливались по нормативным документам, утвержденным Госстандартом СССР.

Первоначально брался ГОСТ 1662-42 «Подшипники осевые для вагонов и тендеров железных дорог. Технические условия». Впоследствии данный нормативный документ был переработан и в 1955 году пере-

издан в виде ГОСТ 7407-55 «Подшипники буксовые для вагонов и тендеров железных дорог широкой колеи. Технические условия». Согласно требованиям ГОСТ 7407-55 для обнаружения недопустимых поверхностных дефектов на деталях подшипников в качестве единственного основного метода неразрушающего контроля применялся визуальный. Технический уровень данного вида контроля является низким и полностью зависимым от человеческого фактора, что стало одной из основных причин частых отказов подшипников этого конструктивного исполнения. При этом, как уже отмечалось, процесс контроля был основан на ручном труде и визуальном осмотре деталей. Данная технология неразрушающего контроля по совокупности ключевых факторов (использование ручного труда и визуального контроля) относится к технологиям 3-го технологического поколения. Известно, что в качестве конструкционного материала буксовых подшипников скольжения тепловозов, электровозов и вагонов применялись бронзовые вкладыши, залитые антифрикционным сплавом (баббит марки Б16) [1].

## Этап технологий производства буксовых подшипников 4-го технологического поколения

В 1952 году в СССР начались массовые и систематические испытания буксовых подшипников другого конструктивного исполнения – цилиндрические роликовые. По результатам положительных испытаний с 1955 года в вагонах постепенно произошел переход на использование цилиндрических буксовых подшипников качения нормального класса точности по ГОСТ 520 и специальным техническим условиям, во многом ужесточающим технические требования на изготовление деталей подшипников [2]. Внедрено использование нового физического принципа трения в элементах

подшипников – трения качения. Основной конструкционный материал деталей буксовых подшипников качения – подшипниковая сталь ШХ-15. По уровню существующих технологий изготовления цилиндрические буксовые подшипники относятся к продукции 4-го технологического поколения. Ключевым его фактором является внедрение частичной автоматизации в процессы производства и контроля, конвейерных технологий, новых конструкционных материалов. До настоящего времени прошли три фазы развития технологий внутри этого технологического уклада.

## Этап технологий производства и контроля буксовых подшипников на основе внедрения технологий 4-го поколения начального уровня

Первый, «начальный» уровень заключался во внедрении технологий производства на основе применения технологического оборудования с автоматизацией на основе импульсных релейных схем управления. Организовано крупносерийное и массовое производство деталей буксовых подшипников качения на основе конвейерных технологий. Стали иметь место прогрессивные методы термической обработки металла колец – поверхностная закалка внутренних колец. Произошел переход от использования при их изготовлении вместо стали сквозной закалки ШХ-15 на сталь регламентируемой закалки – ШХ-4. Основным методом неразрушающего контроля колец подшипников – химическое травление в растворах кислот (контроль отсутствия скрытых дефектов, прижогов и других неоднородностей поверхностного слоя) и магнитопорошковая дефектоскопия (контроль отсутствия явных дефектов типа «трещина») с применением ручного труда.

Данные технологии неразрушающего контроля, особенно химическое травление, являются экологически вредными как для человека, так и для окружающей среды из-за большого количества выбросов. В качестве технологических жидкостей при травлении использовались растворы серных и соляных

кислот, которые относятся к высокоопасным веществам по классификации ГОСТ 12.1.005 (класс опасности 2). В одной из технологических операций травления (осветление деталей) использовалось чрезвычайно опасное вещество – хромовый ангидрид (1-й класс опасности). В другой стадии химического травления (нейтрализация деталей) продолжает использоваться еще одно чрезвычайно опасное вещество 1-го класса опасности – нитрит натрия технический. Выполнение технических требований в части обеспечения регламентированной температуры технологических растворов (травильные и другие ванны) производится горячим паром, в связи с чем неизбежно происходит активный процесс испарения высокоопасных веществ, который сопровождается выделением вредных газов. По этой причине работники травильных участков подвергают свое здоровье опасности. По совокупности ключевых факторов эти технологии неразрушающего контроля относятся к 3-му технологическому поколению.

Техническим достижением стало внедрение для контроля отсутствия трещин на поверхности качения роликов автоматических вихретоковых дефектоскопов ДТ-402 (ПСК-31) производства НПО «ВНИПП» (Всеобщий научно-исследовательский кон-

структорско-технологический институт подшипниковой промышленности, с 1992 года – ОАО «ВНИПП», Москва). По уровню применяемых технических решений это технология неразрушающего контроля «начального» уровня 4-го технологического поколения. Ее ключевым фактором является внедрение частичной автоматизации в процесс неразрушающего контроля. Экологические преимущества этой технологии перед применяемой ранее по выявлению трещин – магнитопорошковой дефектоскопии – заключаются в исключении использования вредных веществ, входящих в состав суспензии магнитного порошка, и резком сокращении объема используемых возобновляемых ресурсов (воды, электроэнергии). Также устраняется употребление в промышленном масштабе веществ 2-го класса опасности (тринатрийфосфат и натриевый технический), применяемых в качестве основных компонентов обезжириваю-

щих водных растворов при подготовке поверхностей деталей подшипников перед проведением магнитопорошковой дефектоскопии. Технические требования на изготовление и контроль деталей буксовых подшипников были впервые разработаны в НПО «ВНИПП». Первоначальное обозначение технических условий на изготовление подшипников качения для железнодорожного подвижного состава – ТУ 3402-Ж-61. В 1973 году данные технические условия были переработаны и согласно решению Госстандарта СССР введены в действие ТУ 37.006.048-73. В 2000 году после согласования со всеми Департаментами МЧС РФ и службой подвижного состава Московского метрополитена – введены в действие ТУ ВНИПП.048-1-00. Данные технические условия разработаны ОАО «ВНИПП» и действуют в части определения требований к изготовлению и контролю деталей цилиндрических буксовых подшипников по настоящее время.

## Этап развития технологий производства и контроля буксовых подшипников на основе внедрения технологий 4-го поколения

Второй, «зрелый» этап заключался в применении с начала 1990-х годов технологий производства на основе использования нового типа технологического оборудования – полуавтоматических и автоматических станков с микроконтроллерным управлением. Произошло внедрение комплексной механизации производства, автоматизации некоторых основных технологических процессов, стали применяться новые конструкционные материалы – переход на использование стекло-наполненных полиамидных сепараторов (далее – полиамидный сепаратор) вместо латунных. Известно, что применение полиамидных сепараторов позволило разместить в подшипнике 15-й ролик, в результате несущая осевая грузоподъемность буксовых подшипников увеличилась на 10% [3]. Благодаря этому допустимая осевая нагрузка тележек вагонов достигла 23,5 т. Ранее при применении латунных сепараторов в буксовом цилиндрическом подшипнике находилось 14 роликов, и допустимая осевая нагрузка тележек вагонов составляла 20,5 т. В области нераз-

рушающего контроля скрытых поверхностных дефектов деталей подшипников произошло усовершенствование технологии химического травления и было устранено использование вещества 1-го класса опасности (хромового ангидрида). Вместо него стали применять вещество более низкого класса – марганцовокислый калий (2-й класс опасности).

Одним из достижений в области неразрушающего контроля стало совершенствование технологий вихретоковой дефектоскопии ролика буксовых цилиндрических подшипников. Начали применяться автоматические вихретоковые дефектоскопы серий ДТ-413 и ДТ-415. Это технология неразрушающего контроля «зрелого» 4-го технологического поколения, так как контроль ролика на отсутствие трещин стал осуществляться в автоматическом режиме по всем рабочим поверхностям (включая торцы роликов). Первоначально система управления автоматических вихретоковых дефектоскопов базировалась на импульсном релейном управлении (серия дефектоскопов ДТ-402, ДТ-415).

При применении с середины 2000-х годов в автоматических вихретоковых дефектоскопах микропроцессоров (серия дефектоскопов ВД-211.5, ООО «Микроакустика», (Екатеринбург) и АКР, ООО «Подшипник-Стома» (Саратов)) эта технология неразрушающего контроля переходит на 5-й технологический

уровень. Ключевой фактор дефектоскопии такого поколения – автоматизация процесса неразрушающего контроля с применением для анализа измерительной информации вихретокового сигнала (или сигнала другого вида, например ультразвукового) современных микропроцессоров.

## Этап развития технологий производства и контроля буксовых подшипников на основе внедрения технологий 5-го поколения

Третий, «многоукладный» этап сформировался с середины 2000-х годов и происходит в настоящее время. Он представляет собой использование при изготовлении деталей цилиндрических буксовых подшипников заводами-изготовителями как устаревших технологий 3-го и 4-го поколений, так и внедрение технологий 5-го поколения на основе достижений технического прогресса. В связи с переходом на использование в инфраструктуре ОАО «РЖД» цилиндрических буксовых подшипников 6-го класса точности по ГОСТ 520 в подшипниковой промышленности внедрены прогрессивные методы отделочной обработки деталей. Всеми основными национальными производителями (АО «ЕПК-Степногорск», ПАО «ХАРП» и ОАО «ЕПК-Саратов») внедрена и стала применяться суперфинишная обработка поверхности качения ролика. Отдельные национальные производители (ПАО «ХАРП») внедрили суперфинишную обработку рабочих поверхностей колец, используемых в сдвоенных буксовых вагонных подшипниках. В области внедрения метода суперфинишной обработки этот производитель в настоящее время является технологическим лидером, так как другие национальные производители в качестве финишной обработки рабочих поверхностей колец буксовых подшипников используют метод тонкого шлифования. На рисунке 1 изображена суперфинишная обработка внутренних колец сдвоенных буксовых подшипников, осуществляемая в автоматическом режиме в ПАО «ХАРП». На рисунке 2 – внешний вид суперфинишного автомата, применяемого для финишной обработки колец.

Технологическим преимуществом внедрения метода суперфиниша вместо тонко-

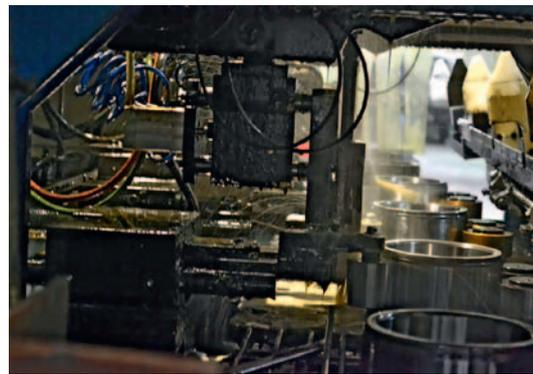


Рис. 1. Суперфинишная обработка внутренних колец сдвоенных буксовых подшипников



Рис. 2. Суперфинишный автомат, применяемый для финишной обработки колец

го шлифования является то, что суперфиниш – это низкотемпературный высокоточный метод формообразования поверхностного слоя деталей, используемый на окончательных этапах технологической обработки [4]. Суперфиниш значительно улучшает следующие параметры качества деталей подшипников: шероховатость, волнистость, отклонение от круглости поверхностей. Этот этап финишной обработки удаляет неоднородный слой от предыдущей шлифовальной обработки и создает оптимальный микрорельеф и микроструктуру



**Рис. 3.** Автоматический станок, выполняющий операцию «твердого» токарного точения

поверхности. Зарубежные публикации подтверждают, что суперфинишная обработка дорожек качения на кольцах и роликах является одной из прогрессивных технологий, обеспечивающей совершенствование эксплуатационных характеристик роликоподшипников [5].

Другим прогрессивным инновационным направлением повышения качества изготовления колец буксовых подшипников стало внедрение технологической операции «твердого» токарного точения. Она позволяет заменить операции предварительного и полустачного шлифования как одного из основных источников шлифовальных прижогов на кольцах подшипников. Технологические операции «твердого» токарного точения внедрены в настоящее время на ПАО «ХАРП» [6], ОАО «ЕПК-Саратов» и внедряются в АО «ЕПК-Степногорск». Рисунок 3 показывает внешний вид автоматического токарного оборудования, применяемого в ПАО «ХАРП» для «твердого» токарного точения, линия «твердого» токарного точения – аналогичное технологическое оборудование, применяемое в АО «ЕПК-Саратов». Эти операции выполняются на современном технологическом оборудовании на основе микропроцессорного управления с многофункциональными расширенными измерительными возможностями, что является ключевым фактором технологии 5-го, «зрелого» поколения. Экологическим преимуществом использования этой технологии металлообработки является устранение использования смазочно-охлаждающих технологических жидкостей, при-

меняемых в операциях шлифования для отвода тепла из зоны резания. В результате устраняется использование одного из самых распространенных компонентов смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) – триэтилоламина. По степени воздействия на организм человека это вещество по ГОСТ 12.1.007 относится к 3-му классу опасности (умеренно опасное вещество) и его использование является одной из причин аллергических реакций у производственных работников подшипниковой промышленности, контактирующих с СОЖ. В случае «твердого» токарного точения тепло из зоны резания уносится не СОЖ, а раскаленной стекающей стружкой.

Внедрение прогрессивных технологий металлообработки позволяет повысить экономическую и экологическую эффективность производства деталей цилиндрических буксовых подшипников. Использование зеленых технологий неразрушающего контроля является примером энергоэффективных, ресурсосберегающих и экологически ориентированных технологий.

#### Список использованной литературы

1. Руднев В.С. Принципы работы основных узлов и агрегатов тепловоза. Часть 15. Буксовые узлы локомотивов / В.С. Руднев // Локомотив. – 2017. – № 3. – С. 40–44.
2. Амелина А.А. Устройство и ремонт вагонных букс с роликовыми подшипниками. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1975. – 288 с.
3. Аверин Н.А, Русанов О.А., Иванов С.Г., Кучугов В.И., Халиков Р.Х. Работоспособность букс можно повысить / Аверин. и др. // Локомотив. – 2006. – № 12. – С. 36.
4. Мазальский В.Н. Суперфинишные станки. – Л. : Машиностроение, 1988. – 127 с.
5. Сто лет эволюции цилиндрических роликоподшипников. Evolution – деловой и технический журнал фирмы SKF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://evolution.skf.com/ru/category/technology/>. – (Дата обращения: 07.01.2017).
6. Ставка на инновации. АО «ХАРП» выводит качество подшипников на новый уровень // Гудок. – 2011. – № 92. (📄)

# Впервые в России. Экспериментальному кольцу – 85 лет



**А. В. Савин,**  
к.т.н., заместитель генерального  
директора – начальник  
Испытательного центра  
АО «ВНИИЖТ»



**Е. В. Матвеева,**  
выпускающий редактор журнала  
«Техника железных дорог»

В 1918 году на базе «Конторы опытов» в Москве был создан Экспериментальный институт путей сообщения (впоследствии – ВНИИЖТ). В то время на железных дорогах страны остро стоял вопрос о реконструкции тяги, и для его исследования институту нужен был специальный полигон в форме правильной окружности на абсолютно ровной площадке. Предложение о постройке «Специального железнодорожного круга» для опытов с локомотивами выдвинул сотрудник Научно-исследовательского института реконструкции тяги (НИИРТ) А.И. Долинжев, опираясь на высказанную еще в 1901 году идею профессора Ю.В. Ломоносова, основоположника исследований служебных характеристик локомотивов в эксплуатации, о необходимости специального замкнутого железнодорожного пути с горизонтальным профилем для исследования параметров паровозной тяги. Практическое воплощение идея получила в 1932 году при создании Экспериментального кольца, целью которого стало проведение испытаний подвижного состава и других технических средств в реальных условиях. Так 85 лет назад впервые в мировой практике была создана экспериментальная база, позволившая соединить лабораторную точность исследований с реальными эксплуатационными условиями испытаний.

## Выбор места и строительство

В условиях начавшегося бурного роста столицы Народный комиссариат путей сообщения нужной площади для строительства полигона в ближайших окрестностях Москвы получить не смог. Первая возможность представилась в районе станции Люблино Московско-Курской железной дороги, однако она сразу же была отклонена, так как в районе предполагавшихся железнодорожных путей находились поля орошения.

Вторым вариантом стала станция Бутово. Его предлагали в самом начале стройки, но железнодорожников постигла неудача, поскольку в перспективе строительства намечалась электрификация технологических установок полигона. Поэтому последовал протест Наркомата связи, имевшего в районе Кольца специальные установки, для которых соседство с токами высокого напряжения было нежелательным.

Третьим вариантом, оказавшимся состоятельным, стал участок у железнодорожной платформы Щербинка.

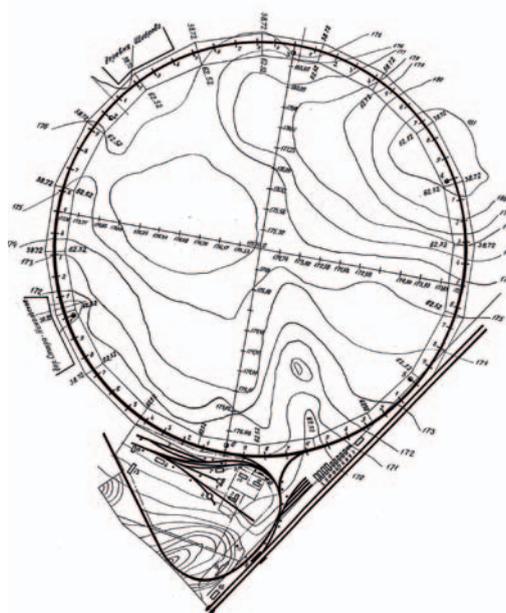


Схема Экспериментального кольца



Юрий  
Владимирович  
Ломоносов  
(1876-1952 годы)

Строительством Экспериментального кольца руководил заслуженный деятель науки и техники, д.т.н., профессор Н.И. Белоконь. Кольцо имело замкнутую форму пути с постоянным радиусом 956 м и протяжен-

Экспериментальное кольцо с момента основания и до 1960 года являлось уникальным и единственным в мире испытательным полигоном кольцеобразной геометрической формы.

ностью 6 км. При нем были построены локомотивное и вагонное депо, тяговая подстанция, мастерские и лабораторные помещения. Экспериментальное кольцо изначально стало крупнейшей комплексной базой для оценки технических средств железнодорожного транспорта. Все внедряемые новые конструкции подвижного состава, пути, контактной

## Начало эксплуатации

Вскоре после завершения строительства испытательный участок получил широкое развитие, как крупнейшая экспериментальная база. С 1932 по 1935 год полигон носил название Опытного кольца Института реконструкции тяги Народного комиссариата путей сообщения (Опытное кольцо ИРТ НКПС). В этот период исполняющим обязанности начальника полигона был д.т.н., профессор В.Ф. Егорченко.

Основным назначением испытательного полигона было проведение тягово-теплотехнических и тягово-энергетических испытаний локомотивов. Самым первым объектом стал паровоз ЭМО 710-53 под руководством О.Н. Исаакяна, а в 1933 году под

## Электрификация и новые испытания

Электрификация Экспериментального кольца совпала с началом развертывания работ по внедрению электрической тяги в пригородном сообщении и на линиях значительной протяженности в промышленных районах Урала, Кузбасса, юга страны и открыла широкие возможности для проведения исследований в области устройств электроснабжения и электроподвижного состава. Это позволило провести первые испытания электровозов постоянного тока ВЛ19-17 и С11-18 под руководством

сети, систем автоматики и других устройств подвергались всесторонней проверке их соответствия наиболее сложным современным и перспективным условиям эксплуатации. Имея в своем распоряжении ограниченное количество образцов промышленного изготовления, ученые института с помощью Экспериментального кольца решали задачи, связанные с оценкой соответствия этих образцов техническим требованиям, и прогнозировали работу их в длительной эксплуатации. На полигоне получили развитие исследования по взаимодействию пути и подвижного состава, применялись принципиально новые методики и приборы.

руководством к.т.н. Т.Н. Хохлова прошел испытание первый тепловоз ЭЭЛ14. Начиная с 1934 года велись всесторонние испытания конструкций автосцепного устройства, закончившиеся созданием автосцепки СА-3.

Применение разработанных институтом критериев оценки воздействия локомотивов на путь исключило внезапные изломы рельсов, опасные сдвиги рельсошпальной решетки, интенсивное накопление расстройств рельсовой колеи, тем самым существенно повысило безопасность движения. Указанный подход к оценке качества экипажной части локомотивов на стадии приемочных испытаний практически обеспечил их надежную работу в эксплуатации.

В.Ф. Егорченко. Полигону было присвоено название – Опытное кольцо Центрального научно-исследовательского института Народного комиссариата путей сообщения (Опытное кольцо ЦНИИ НКПС), а его начальником назначен А.П. Егоров.

Результаты исследований позволили рекомендовать систему переменного тока для широкого внедрения на железных дорогах страны. Созданный первый серийный магистральный электровоз переменного тока ВЛ60 с игнитронными выпрямителями по-

лучил путевку в жизнь после всесторонних испытаний на кольце.

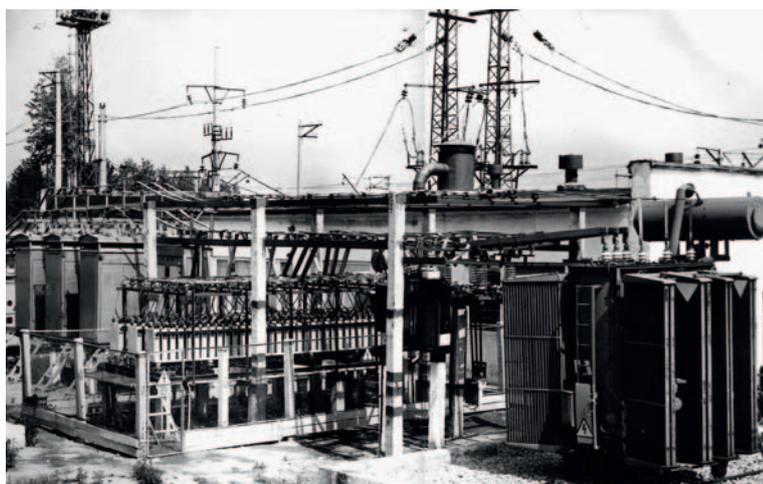
Большое место в работах, выполняемых на экспериментальной базе, занимали вопросы совершенствования методов и средств испытаний электроподвижного состава и устройств электроснабжения, создания автоматизированных комплексов сбора и обработки данных, устанавливаемых в вагонах-лабораториях.

С 1936 года на полигоне начаты исследования тормозных колодок, изготовленных из чугуна, а затем – из различных композитных материалов.

В 1936-1937 годах были проведены обширные динамические испытания 4-осных грузовых полувагонов на тележках с различными типами рессор и 4-осных пассажирских вагонов на тележках 5 основных типов.

Зимой 1939-1940 годов под руководством инженеров В.А. Забродина и Е.Г. Луценко были проведены испытания и исследования первого отечественного электровоза переменного тока ОР22. В дальнейшем – испытаны все серийные электровозы однофазного переменного тока напряжением 25 кВ, выполнен комплекс работ по электрическому торможению локомотивов. В результате созданы самые мощные в мире грузовые электровозы переменного тока – ВЛ80<sup>Т</sup> с реостатным и ВЛ80<sup>Р</sup> с рекуперативным тормозом. Сконструированы и успешно прошли испытания электровозы повышенной мощности с бесколлекторными тяговыми двигателями – ВЛ80<sup>В</sup> (вентильные) и ВЛ80<sup>А</sup> (асинхронные). Эти локомотивы обеспечивали постоянную скорость следования грузового поезда по спускам, уменьшали расход тормозных колодок, а электровозы с рекуперацией еще и возвращали в сеть 10-12% электроэнергии, расходуемой на тягу. За создание электровоза ВЛ80<sup>Т</sup> большая группа специалистов промышленности и транспорта была удостоена Государственной премии (1974 год), в том числе ученые института – д.т.н. Б.Д. Никифоров и к.т.н. А.Л. Лищин.

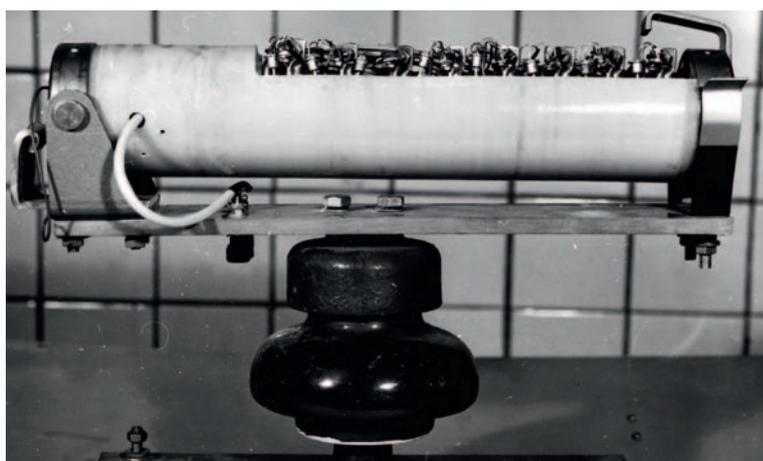
В 1940-х годах на Экспериментальном кольце развернуты широкие исследования, связанные с внедрением электротяги на переменном токе.



Тяговая подстанция

В годы Великой Отечественной войны Экспериментальное кольцо под руководством А.П. Егорова успешно выполняло практическую проверку многочисленных рекомендаций института для локомотивного хозяйства военного времени: создание передвижных локомотивных колонн, изменение и проверка временных правил обслуживания локомотивов в особых условиях, использование низкосортных углей, перевод электростанций на генераторный газ и многое другое.

Известные специалисты в области вагонного хозяйства – М.В. Винокуров, С.В. Вер-



Высоковольтный автоматический выключатель для линии автоблокировки.

Предназначен для защиты линейных трансформаторов автоблокировки мощностью до 1,25 квт взамен предохранителей типа ПКН.

Номинальное напряжение – 10 (6) кВ.

Отключаемый ток – 1,6 (2, 3) А.

Время срабатывания – от 4 до 12 С.

Повышает надежность систем электроснабжения на 15-20%



Вагон-лаборатория № 2208 для динамических испытаний, 1940 год



Путеобследовательская лаборатория. А.И. Колесников, студентки-практиканты. Второй ряд: Л.А. Грешинок, М.Ф. Вериго, Б.С. Косарев, О.П. Ершков, М.А. Алексеев, И.П. Павлов, Е.М. Бромберг

шинский и др. – занимались вопросами восстановления поврежденных вагонов и изношенных деталей, ремонта вагонов в полевых условиях. Профессор С.Г. Веденкин вместе со специалистами прифронтовых дорог наладил обработку жестких и коррозионно-активных вод для каждого депо. Большое значение уделялось и проблемам развития тепловозной тяги, которая в то время использовалась главным образом на Ашхабадской дороге. Исследования по совершенствованию конструкции, тяговых свойств и эксплуатационных качеств тепловозов были выполнены под руководством профессора К.А. Шишкина.

В послевоенный период, и особенно в 1950-1970-е годы, институт провел ряд

крупных исследований, направленных на дальнейшее развитие железнодорожного транспорта страны. В это время руководителями кольца были: с 1945 по 1949 год – Т.С. Хачатуров, выдающийся ученый экономист, д.э.н., профессор, академик АН СССР; в 1950 году – В.В. Курочкин, видный руководитель железных дорог; с 1951 по 1962 год – И.А. Иванов, крупный специалист в области путевого хозяйства железных дорог, к.т.н., Герой Социалистического Труда; с 1962 по 1978 год – А.Д. Каретников, один из ведущих ученых в области эксплуатации железных дорог, крупный организатор науки, доктор техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР.

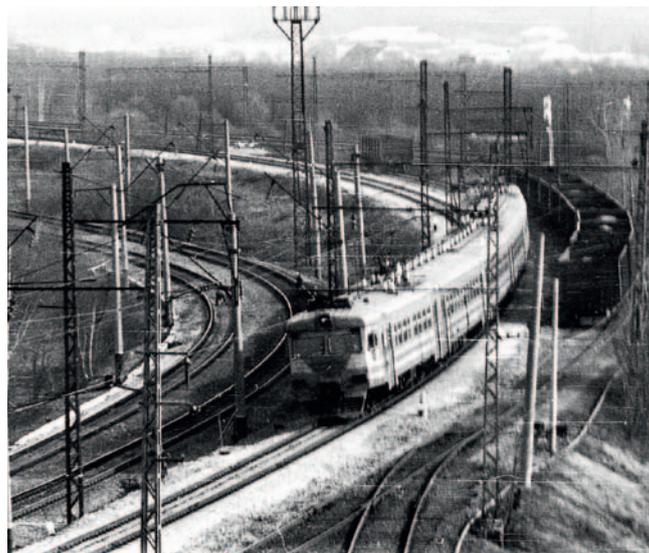
В разные годы под их руководством наряду с решением вопросов эксплуатации, тяги и пути большое внимание уделялось новым отраслям науки: экономике железнодорожного транспорта, грузовой и коммерческой работе, электрической и дизельной тяге, транспортной энергетике, вагонному хозяйству, теории автоматических тормозов, мостовому и тоннельному хозяйству, металловедению, сварке, автоматике, телемеханике и связи, вычислительной технике и др.

Исследования проводились по восстановлению изношенных деталей наплавкой, обеспечению высокого качества сварки рельсов бесстыкового пути, восстановлению дефектных рельсовых плетней контактной сваркой. Коллективом отделения «Сварка» в короткие сроки была установлена принципиальная возможность и целесообразность контактной сварки рельсов отечественного производства. Однако широкое внедрение такой сварки сдерживалось отсутствием рельсосварочных машин. Эта проблема, как и целый ряд других, стоящих перед железнодорожным транспортом, была решена коллективом отделения: с 1952 года в отделении работал знаменитый сварщик-новатор, заслуженный изобретатель РСФСР А.Г. Назаров, внесший большой вклад в отечественную сварочную науку и технику.

К началу 1950-х годов возникла необходимость в натурных исследованиях устройств тягового электроснабжения, а также процессов токосяема. На кольце были проведены работы по изучению механического взаимодействия токоприемни-



Испытания на устойчивость бесстыкового пути против выброса



Первый, второй и третий кольцевые пути Экспериментального кольца, 1970-е годы

ков ЭПС и контактных подвесок, изучены особенности токосяема при гололеде, выполнены исследования по проблеме износа контактных проводов и их нагрева, по защите от электрокоррозии арматуры опор контактной сети, проведена разработка секционных изоляторов с полимерными изолирующими элементами.

1958 год ознаменовался тем, что на полигоне изучались продольные силы при торможении поезда весом 8 000 т. В 1958-1959 годах внутри главного кольцевого пути

В 1955 году был испытан последний паровоз П38-0001 с мощностью 6 тыс. л.с. сочлененного типа с осевой формулой 1-4+4-2.

построены два дополнительных – 2-й и 3-й с переменными планом и профилем. Они имели прямые вставки и набор кривых от 390 до 1 220 м и предназначались для выполнения разнообразных исследований верхнего строения пути.



Второй маневровый район Экспериментального кольца, здание Локомотивного корпуса, 1970-е годы

Первый кольцевой путь предназначен для проведения испытаний всех видов подвижного состава.

Второй и третий – для испытаний опытных конструкций пути, земляного полотна, путевых машин и механизмов и эксплуатационной проверки подвижного состава. Эти два кольца, протяженностью 5,7 км каждый, имели кривые переменного радиуса от 400 м до прямых вставок с изменением по длине профиля, со спусками, подъемами и площадками. В них были использованы звеньевые пути с рельсами Р65 на железобетонных шпалах, скрепление – КБ, ЖБР-65, АРС, стрелочные переводы – типа Р65, марка крестовины – 1/11. Они оборудованы рельсовыми цепями с путевыми реле ДСШ-13, а также системой обнаружения нагрета букс КТСМ-01 и КТСМ-02.

Наличие двух кольцевых путей одинакового профиля и плана позволяло исследовать взаимодействие разных конструкций пути и подвижного состава, дублировать проверку полученных результатов. Вместе с кольцевыми и подъездными путями, хордами и испытательными участками общая протяженность путей кольца составила около 42 км.

После сооружения второго и третьего замкнутых путей получили развитие полигонные испытания вагонов при движении в составе поездов массой до 10 тыс. т с пробегом более 500 км в сутки при повышенной загрузке вагонов. Такие испытания позволили в 8-10 раз быстрее, чем при обычных эксплуатационных испытаниях, получить с высокой степенью достоверности данные о поведении вагонов и их отдельных узлов и деталей в существующих и перспективных условиях эксплуатации.

В 1967 году на кольцевом пути в связи с появлением новых более сложных задач, которые ставились при испытаниях нового и перспективного подвижного состава, пригодного для работы с тяжеловесными поездами и при более высоких скоростях движения, была проведена модернизация

верхнего строения, уложены рельсы типа Р65 с возвышением наружного рельса 90 мм, а также в кривом участке – новый стрелочный перевод. Данная модернизация позволила проводить опыты с локомотивами, имеющими высокие осевые нагрузки, со скоростью движения до 120 км/ч в пределах стрелочного перевода и до 140 км/ч – на остальном участке кольцевого пути.

В 1969-1970 годах на испытательном полигоне велись уникальные комплексные исследования продольной динамики неоднородного поезда весом до 15 000 тс с расстановкой локомотивов как в голове, так и в середине поезда, состоящего из большегрузных вагонов.

В 1980-е годы была сооружена мостовая эстакада протяженностью 230 м, на которой могут одновременно устанавливаться 12 пролетных строений различных конструкций, изготовленных из металла или железобетона.

В 1981 году полигону было присвоено название – Экспериментальное кольцо Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» Министерства путей сообщения (Экспериментальное кольцо ФГУП ВНИИЖТ МПС).

Всего на Кольце было испытано более 100 различных модификаций локомотивов, электро- и дизель-поездов. В 1993 году на нем прошел испытания 8-осный пассажирский тепловоз ТЭП80, который в экспериментальных поездках на линии Санкт-Петербург – Москва развил максимальную для тепловозной тяги скорость – 271 км/ч, установив тем самым мировой рекорд.

Начальником полигона был назначен Владимир Игнатьевич Козловский. В том же году построены выставочные павильоны на территории 2-го маневрового района испытательного полигона.

В 1987 году завершено строительство корпуса Автоматизированных систем управления электрической централизацией стрелок и сигналов (АСУ ЭЦ).

Подобные опытные полигоны были созданы в 1960 году в КНР, в 1936 году – в Чехословакии, в 1990 году – в США.

В 1993-1999 годах проходили испытания электровоз переменного тока ЭП1 с коллекторными двигателями и электровоз двойного питания ЭП10 с асинхронным тя-

говым приводом, скоростной пассажирский электровоз ЭП200, а в 2001 году – приемочные испытания электропоезда ЭС250-001 «Сокол».

## Экспериментальное кольцо сегодня

Экспериментальное кольцо сегодня – это крупнейший полигон для проведения комплексных испытаний железнодорожной техники. Сейчас на его территории находятся объекты административного и хозяйственного значения: административное управление, цех пути, тяговая подстанция, пескосушилка, насосная, корпуса для проведения стационарных испытаний и т. д. Комплекс объектов инфраструктуры Экспериментального кольца включает в себя 3 кольцевых пути с примыкающими стрелочными переводами и обладает функциональной возможностью подачи в контактную сеть переменного (825 В и 3 кВ) и постоянного тока (25 кВ, 50 Гц).

Помимо наличия уникальной базы, благоприятные климатические условия позволяют проводить различные виды испытаний: комплексные динамические (ходовые) по воздействию на путь нового и модернизированного подвижного состава, новых конструкций стрелочных переводов, тормозные, по взаимодействию контактной подвески различных систем и токоприемников. Испытания подвижного состава и пути проводятся в условиях граничных значений электропитания и в регламентированных условиях плана и профиля. Сегодня Экспериментальное кольцо возглавляет Валерий Николаевич Каплин.

Постоянной и всегда актуальной задачей является проведение работ по изучению взаимодействия пути и подвижного состава. Установлено влияние повышения осевых нагрузок 25, 27, 30 тс на появление и развитие контактно-усталостных дефектов в головках рельсов, а также на надежность элементов грузовых вагонов.

В настоящее время на втором кольцевом пути в ежесуточном режиме без выходных дней эксплуатируется грузовой состав из 85 полувагонов общей массой 8,5 тыс. т со скоростью до 80 км/ч. Таким образом, обес-

печивается грузонапряженность 300 млн т брутто в год.

На Экспериментальном кольце были испытаны основные типы железнодорожной продукции отечественного и зарубежного производства:

- более 100 опытных образцов и модификаций локомотивов, современных электро- и дизельпоездов: «Сапсан», «Тальго», «Аллегро», ЭС2Г, ЭГ2Тв, РА-2 и др.;
- основные типы грузовых и пассажирских вагонов;
- узлы подвижного состава – на долговечность и надежность;
- абсолютное большинство элементов верхнего строения пути (типов рельсов, шпал, стрелочных переводов и др.) – на эксплуатационный ресурс;
- устройства обеспечения безопасности движения, ресурсо- и энергосбережения и другое технологическое оборудование.

На Экспериментальном кольце проводятся испытания не только технических средств в полном комплексе, но также исследования их отдельных агрегатов и узлов. Для таких работ кольцо располагает специализированной лабораторной базой, современным стендовым оборудованием, включая стенд-горку с упором, имеющим массу 5 200 т, с которым соударяются вагоны, систему стендов для испытаний автосцепок. Также испытательная база включает лаборатории колесных пар и электрооборудования пассажирских вагонов. Лаборатория исследования фрикционных узлов тормозных систем оснащена уникальным стендом, на котором тормозные колодки и накладки дискового тормоза испытываются на натуральных колесах и дисках при скоростях до 300 км/ч и осевой нагрузке 25 тс.

В лаборатории электроподвижного состава испытываются:

- тяговые двигатели, системы регулирования напряжения, тиристорные преобразователи контактной сети с возможностями монтажа любых типов подвески;
- вагоны на прочность на стенде, создающим продольное усилие  $\pm 500$  тс и с вертикальным нагружением до 300 тс,

оборудованном маятниковыми копрами.

В разное время здесь испытывались новые локомотивы, вагоны, автоматические тормоза, отдельные конструкции верхнего строения пути, контактной сети, проходили исследования по взаимодействию пути и подвижного состава.

## Проведение выставок на Экспериментальном кольце



Международная выставка «Подвижной состав-71», 1-20 июля 1971 года



Международная выставка «Подвижной состав-71». Осмотр электровозов

Экспериментальное кольцо в 70-80-х годах стало центром международных железнодорожных выставок и школой передового опыта как для отечественных железных дорог, так и для специалистов других стран мира. Международные выставки «Подвижной состав-71» и «Железнодорожный транс-

порт-77», прошедшие в 1971 и 1977 годах, привлекли внимание сотен зарубежных фирм. Выставки посетили тысячи советских специалистов, связанных с производством и эксплуатацией новой железнодорожной техники. Во время их проведения были заключены взаимовыгодные торговые договоры на значительные объемы поставок новой техники между Министерством путей сообщения, промышленными министерствами СССР и зарубежными фирмами.

В 1986 и 1989 годах ВНИИЖТ на Экспериментальном кольце организовал и провел еще две крупные международные выставки «Железнодорожный транспорт». В каждой из них приняло участие около 20 стран.

Начиная с 2007 года и по настоящее время на территории Экспериментального кольца проходит Международный железнодорожный салон Евро 1520, направленный на интеграцию России в мировое экономическое сообщество и создание благоприятных условий для взаимовыгодного сотрудничества отечественных и иностранных производителей и поставщиков. 



Международная выставка «Подвижной состав-71». Тепловоз 2ТЭ116, СССР

## Выездной семинар на предприятие Vossloh AG. 27-я Международная выставка путейых технологий (IAF)

С 29 мая по 2 июня прошел выездной семинар, организованный НП «ОПЖТ» и ООО «ИЦПВК», на предприятия компании Vossloh AG и на 27-ю Международную выставку путейых технологий (IAF). Участие приняли руководители крупнейших российских производителей железнодорожной продукции, испытательных центров, ОАО «РЖД», АО «ВНИИЖТ», ООО «ИЦПВК».

Делегация посетила завод по производству путейых машин компании Vossloh (Гамбург, Германия). В ходе семинара были представлены передовые разработки в области рельсошлифования и рельсофрезерования (скоростное и стандартное шлифование, фрезерование) Vossloh, рассмотрены вопросы расчета стоимости жизненного цикла рельсов, в том числе в условиях различных стратегий обслуживания.

Для автоматизации обслуживания такого элемента пути, как рельс, был разработан программный комплекс, позволяющий с учетом эксплуатационных показателей оценить величину затрат на обслуживание.

Пример расчета стоимости обслуживания пути, проведенный Vossloh, показывает, что при наличии глубоких (более 0,7 мм) дефектов на поверхности катания рельсов самым выгодным решением для восстановления его до исправного состояния является применение фрезерования.

В части развития технологии фрезерования рельсов Vossloh разработала усовершенствованный поезд, обеспечивающий более высокую производительность при фрезеровке – 1 200-1 500 м/ч (при съеме материала 1 мм). Для сравнения: производительность текущей технологии составляет порядка 700 м/ч при аналогичном объеме снимаемого материала, а также улучшилось качество поверхности рельса после фрезерования за счет специальной финишной обработки. В 2017 году Vossloh планирует завершить работы по созданию высокопроизводительного рельсофрезероального поезда НРМ и ввести его в постоянную эксплуатацию в 2018 году.

Если проводить превентивное шлифование вновь уложенных рельсов для предотвращения развития контактно-усталостных

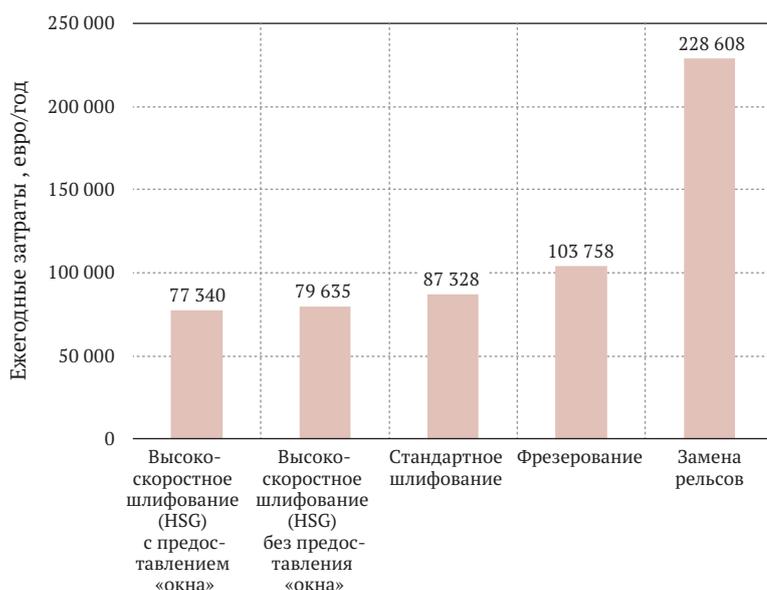
дефектов и выхода рельсов, то наиболее оптимальным решением является применение высокоскоростного шлифования, которое можно проводить на скорости до 80 км/ч.

Анализ полученных результатов свидетельствует о необходимости выполнения периодического шлифования рельсов, позволяющего более чем в 2,5 раза снизить ежегодные затраты на их содержание по сравнению с заменой. При этом примене-

Vossloh AG является крупнейшей в мире компанией, представленной более чем в 30 странах и осуществляющей разработку, изготовление и сервисное обслуживание компонентов инфраструктуры (промежуточные рельсовые скрепления, шпалы, стрелочные переводы), специального подвижного состава (рельсошлифовальные, рельсофрезерные поезда, рельсовозные поезда и пр.), локомотивов и пр.



Величина затрат на восстановление дефектных рельсов (по данным расчета эксплуатационных затрат)



Величина годовых затрат на содержание (замену) рельсов (по данным компании Vossloh)



#### Технические характеристики машины

- 4 шлифовальных модуля, по 96 камней каждый
- Автоматическая система замены камней
- Рабочая скорость: до 80 км/ч
- Рабочий диапазон без остановки: 60-150 км
- Работа в пределах расписания движения

#### Результаты шлифовки

- Эффективное удаление волнообразного износа
- Удаление контактно-усталостных дефектов
- 0,1 мм снимается каждые 3 прохода
- Конечная шероховатость поверхности: менее 10 мк

Высокоскоростной рельсошлифовальный поезд (HSG-2)

Сравнение производительности при различных подходах к шлифовке рельсов в кривых малого радиуса на 127 млн т брутто/год (на примере Канады)

Характерные значения для	Корректирующая стратегия	Стратегия стандартного обслуживания	Стратегия превентивного обслуживания
Интервал шлифовки (млн т брутто)	60	30	15
Скорость шлифовки (км/ч)	10	10	10
Проходы шлифовки за цикл	9	5	1
Всего проходов на 127 млн т брутто	18	20	8
Износ рельса (мм на 127 млн т брутто)	6,25	9,4	5,8
Ожидаемый ресурс (млн т брутто)	465	339	549
Соотношение издержек на шлифовку	1,85	2,52	1

ние высокоскоростного шлифования (HSG) дает возможность выполнять работы по шлифованию рельсов без предоставления «окна» и не создавать перерывы в движении поездов.

В конце 2016 года в Германии были завершены испытания по применению рельсошлифовальных поездов HSG-2 на стрелочных переводах с непрерывной поверхностью катания и получены положительные результаты (по итогам шлифовки было обеспечено сохранение или улучшение профиля рельса, а также подтвержден объем снимаемого материала – 0,1 мм за 3 прохода поезда). Это позволило обеспечить непрерывную обработку рельсов и стрелочных переводов на скоростных и высокоскоростных ходах.

Выбор схемы обслуживания рельсов с применением превентивного шлифования подтверждается опытом канадских железных дорог. Анализ подходов с различной периодичностью и глубиной снимаемого слоя, влияющего на количество проходов, показывает, что лучшим с точки зрения увеличения ресурса рельса является превентивное шлифование.

Vossloh имеет технические возможности реализации всех схем обслуживания рельсов: превентивное шлифование с применением высокоскоростных шлифовальных поездов (HSG), стандартное шлифование – для устранения дефектов средней глубины и фрезерование – для устранения глубоких дефектов и репрофилирования.

Для шлифования стрелочных переводов компанией представлено средство малой механизации (система FLEXIS), позволяющее устранять такие дефекты и поврежде-

ния как контактно-усталостные трещины, волнообразный износ и пробоксовки, шероховатость.

С 30 мая по 1 июня в г. Мюнстер (Германия) проходила 27-я Международная выставка путейских технологий (IAF). Более 200 участников из 18 стран представили на площади 15 000 м<sup>2</sup> современные устройства, материалы и технологии в области строительства и обслуживания железнодорожных линий. На открытой части выставки были показаны специальный подвижной состав, технические средства на комбинированном ходу, средства малой механизации и пр. Vossloh демонстрировала скоростную рельсошлифовальную машину HSG-city, применяемую на трамвайных линиях и линиях метрополитенов и позволяющую проводить шлифовку рельсов со скоростями до 60 км/ч. В 2017 году планируется завершение разработки рельсошлифовальной машины HSG-city 1520 для городских систем рельсового транспорта колеи 1520/1524 мм.

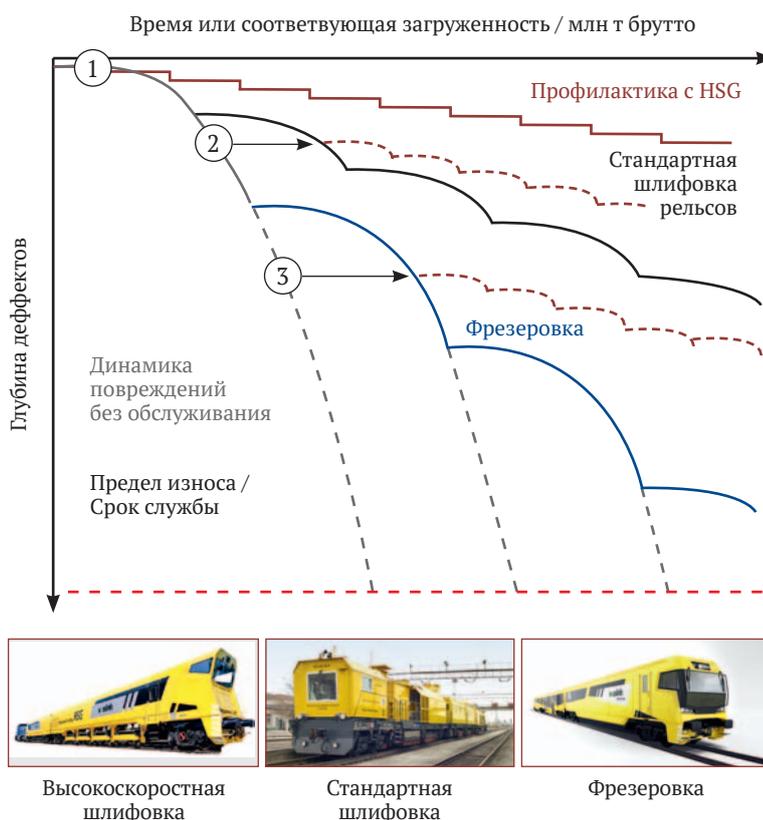
С целью ознакомления с возможностями технологии высокоскоростного шлифования (HSG) для участников семинара был орга-



Шлифование стрелочных переводов



Скоростная рельсошлифовальная машина HSG-city для трамвайных линий и линий метрополитена



Возможные схемы обслуживания и применяемые машины

низован выезд на инфраструктуру «Немецких железных дорог» (DB) для демонстрации работ по шлифованию, выполняемых в ночное «окно» на участке высокоскоростного движения.

В инициативном порядке, а также по запросу владельца инфраструктуры Vossloh осуществляет замеры профиля рельса, величины волнообразного износа, шероховатости рельса до и после шлифования для обеспечения внутреннего контроля качества выполняемых работ.

В качестве перспективы развития превентивной шлифовки необходимо отметить, что ведется разработка системы «умной шлифовки рельсов», основанной на концепции Maintenance 4.0. Данная система позволит определять состояние рельсов в режиме реального времени с применением бортовой измерительной системы с привязкой к координатам пути и с визуализацией. Уже сейчас использование облачных технологий дает возможность обеспечить доступность данных для владельца инфраструктуры, а также эффективно формировать стратегию обслуживания рельсов. 

## НП «ОПЖТ» – 10 лет

В масштабах истории 10 лет – небольшая цифра, однако за этот отрезок времени организация, плотно работающая над поставленными перед нею задачами, проходит значительный путь. Видными и осязаемыми становятся дела, когда деятельность выстроена таким образом, что в одной связке трудятся все представители отрасли. Некоммерческое партнерство «Объединение производителей железнодорожной техники» (далее – НП «ОПЖТ», Партнерство) было учреждено 14 июня 2007 года. Его идейным вдохновителем и президентом с момента основания является Валентин Гапанович. На настоящий момент в состав партнерства входят 174 компании, расположенные в 34 субъектах Российской Федерации.

Основная цель, которую Партнерство поставило перед собой в самом начале создания, – это инновационный технологический подъем железнодорожного машиностроения. Безусловно, для ее реализации были выбраны соответствующие векторы развития:

- содействие реализации технической политики;
- содействие созданию нового поколения подвижного состава и высокотехнологичной продукции;
- формирование системы технического регулирования;
- создание новой нормативной базы, системы национальных и отраслевых стандартов;
- совершенствование систем управления качеством и внедрение международного стандарта IRIS, а сейчас – переход на ISO;
- развитие системы добровольной сертификации в области железнодорожного машиностроения.

Жизнь НП «ОПЖТ» устроена таким образом, что его члены принимают активное участие в работе комитетов, подкомитетов и секций. А иначе и быть не может, ведь все они созданы по инициативе, где участники самостоятельно определяют ключевые направления работы комитетов и секций, решают актуальные и назревшие проблемы, которых в период структурных реформ немало. И такая выстроенная система позволяет использовать общественный ресурс для принятия эффективных решений, дающих реальный результат.

Сейчас работает 11 комитетов, которые возглавляют ведущие специалисты отрасли.

Практически каждый комитет включает в себя подкомитеты. Так, комитет по координации локомотивостроения и их компонентов имеет 5 рабочих секций:

- новые перспективные разработки;
- качество железнодорожной продукции;
- кооперации производителей железнодорожной продукции;
- по техническому регулированию и сертификации продукции;
- по безопасности подвижного состава.

В комитет по грузовому подвижному составу входят 4 подкомитета:

- по вагоностроению;
- по эксплуатации;
- по ремонту вагонов;
- по автотормозам.

Созданы и работают комитеты по качеству, по нормативно-техническому обеспечению и стандартизации, по разработке и внедрению электротехнических и интеллектуальных систем управления и обеспечения безопасности, по координации производителей компонентов инфраструктуры и путевой техники.

*«Свыше 170 предприятий Объединения производителей железнодорожной техники практически по всей территории нашей страны обеспечивают производство более чем 90% российской железнодорожной продукции...».*

*Александр Жуков,  
первый заместитель  
Председателя Государственной думы  
Федерального собрания РФ*

«Масштабная практическая работа на протяжении всех лет, активное участие в проектах государственного значения, новейшие инженерные и конструкторские разработки в области подвижного состава и путевой техники убедительно свидетельствуют о том, как много сделано в этом направлении, в том числе в вопросах импортозамещения, сохранения технологического единства транспортной сети, общего информационного и тарифного пространства».

*Валентина Матвиенко,  
председатель Совета Федерации  
Федерального собрания РФ*

Комитет по координации производителей в металлургическом комплексе включает в себя 2 секции: производство компонентов колесных пар и рельсопрокатное производство.

Существуют также комитеты по экспорту и инновациям, по интеллектуальной собственности, по техническому регулированию и технической безопасности. Кроме того, создан совет органов по сертификации и испытательных лабораторий и совет главных конструкторов.

К достижениям комитетов за время их работы можно отнести содействие в создании абсолютно новой линейки локомотивов и грузовых вагонов, новых типов пассажирских вагонов улучшенной комфортности на безлюничной тележке, внедрению новых требований к боковым рамам тележек грузовых вагонов, высокоэффективных демпферных устройств, колес подвижного состава повышенной твердости и износостойкости, новейших систем с применением ИТ-решений по управлению локомотивами, тормозными системами, системами диагностики и безопасности движения и организации движения поездов. Огромная работа была проделана по обеспечению условий для внедрения высокоскоростного движения, организации производства многих комплектующих для современного подвижного состава на территории России.

Для того чтобы идти в ногу со временем, Партнерство участвует в международных отраслевых конференциях, а также проводит



Юбилейная конференция «Объединение производителей железнодорожной техники: итоги развития (2007-2017) и перспективы», Чебоксары

«ОПЖТ проделало большую работу, в том числе по формированию системы технического регулирования, консолидации усилий предприятий транспортного машиностроения по поддержке разработки и производства инновационных продуктов в сфере машиностроения, организации межотраслевых проектов технического перевооружения железнодорожного транспорта и в конечном итоге обеспечения территориального единства и безопасности государства».

*Владимир Гутенев,  
первый вице-президент  
ОООП «СоюзМаш России»*



Глава Чувашской республики М.В. Игнатьев и В.А. Гапанович



Игорь Михалкин, генеральный директор АО НПЦ ИНФОТРАНС, Бранко Ковачевич, владелец компании «Ковачевич Инжиниринг» и Валентин Гапанович (слева направо) после подписания соглашения о взаимодействии и партнерстве

«Российский союз промышленников и предпринимателей активно взаимодействует с НП «ОПЖТ», в частности по вопросам технического регулирования, подготовки предложений по государственной поддержке предприятий транспортного машиностроения и целому ряду других направлений».

*Александр Шохин,  
президент Российского союза  
промышленников и предпринимателей*

собственные. При содействии Партнерства один раз в два года в Щербинке проходит Международный салон техники и технологий Expro 1520.



Награждение Олега Сеньковского, первого заместителя начальника Центра технического аудита ОАО «РЖД» (слева)

«В сентябре 2014 года была достигнута первая веха, важная для обеих ассоциаций, выпущен информационный справочник «Особенности технического регулирования в сфере железнодорожного транспорта» на пространстве Таможенного союза и ЕС... Сотрудничество между UNIFE и НП «ОПЖТ» имеет решающее значение для дальнейшего развития железных дорог и экономик России и ЕС».

*Филипп Ситроен,  
генеральный директор UNIFE*

Благодаря плодотворному участию России в Консультативном совете IRIS стандарт был переведен на русский язык. Также происходит постоянная гармонизация систем технического регулирования с международными требованиями.

Кроме того, работа идет в области развития и укрепления связей с российским и зарубежным бизнесом, региональными органами власти и управления по развитию промышленного производства, а также создания производственных кластеров.

В связи с юбилейной датой 7 июля на площадке дружественной Чувашской Республики состоялась конференция «Некоммерческое партнерство «Объединение производителей железнодорожной техники»: итоги развития (2007-2017) и перспективы». Многие ее участники – генеральные директора предприятий, главные инженеры, ведущие конструкторы, вице-президенты НП «ОПЖТ» – были отмечены наградами за вклад в развитие и деятельность Партнерства.

По итогам работы открытым голосованием была принята Резолюция юбилейной конференции, в которой отмечены основные достижения работы и приоритетные направления будущей деятельности. Участники конференции выразили твердую уверенность в том, что общими усилиями всех участников Партнерство способно эффективно решать сложные задачи экономического развития и достойно отвечать современным вызовам.

Активная работа Партнерства продолжается. Впереди много планов, направленных на дальнейшее развитие железнодорожной отрасли России. 🌐

**Инновации в железнодорожной отрасли**

Хардер Ян Кристоф, генеральный директор Molinari Rail Systems GmbH

**Контактная информация:** CH-8400, Швейцария, Винтертур, Меркурштрассе, 25, тел.: +41 (52) 320-60-34, e-mail: jan.harder@molinari-rail.com

**Аннотация:** В статье представлен обзор инновационных технологий в области транспортного машиностроения, затронуты такие направления, как применение газомоторного топлива на подвижном рельсовом транспорте, технологии использования гибридных решений, использование «больших данных» с целью снижения эксплуатационных затрат компаний-операторов подвижного состава.

**Ключевые слова:** методы моделирования, CFM, трехмерная печать, газомоторное топливо, гибридные технологии, система информирования пассажиров.

**Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: по итогам II квартал 2017 года**

Нигматулин Мансур Раисович, старший эксперт-аналитик Департамента исследований ТЭК Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

**Контактная информация:** 123104, Россия, г. Москва, ул. М. Бронная, д. 2/7, стр. 1, тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: mn@ipem.ru

**Аннотация:** В статье приведен обзор текущей ситуации в промышленности по итогам II квартал 2017 года на основании индексов, разработанных ИПЕМ. Даны основные результаты расчета индексов со снятием сезонного фактора, а также в разрезе отраслевых групп. Представлен подробный анализ системообразующих отраслей промышленности России, в том числе топливно-энергетического комплекса. Выявлены основные факторы, оказывающие позитивное и негативное влияние на развитие промышленности в 1-ой половине 2017 года. Также в статье приводятся основные макроэкономические индикаторы состояния российской промышленности.

**Ключевые слова:** промышленность, индекс, низкотехнологичные отрасли, среднетехнологичные отрасли, высокотехнологичные отрасли, добывающая отрасль, инвестиции, основной капитал, топливно-энергетический комплекс, погрузка, промышленные товары, остатки грузов, склад, ИПЕМ.

**Технические требования для высокоскоростного подвижного состава в России**

Юрий Завенович Саакян, к.ф.-м.н., генеральный директор Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)  
Владимир Борисович Савчук, заместитель генерального директора ИПЕМ

Сергей Сергеевич Оленин, ведущий эксперт-аналитик отдела комплексных исследований ИПЕМ

**Контактная информация:** 123104, Россия, г. Москва, ул. М. Бронная, д. 2/7, стр. 1, тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: ipem@ipem.ru

**Railway Industry innovations**

Jan Harder, CEO of Molinari Rail Systems GmbH

**Contact information:** 25, Merkurstrasse, Winterthur, Switzerland, CH-8400, tel: +41 (52) 320-60-34, e-mail: jan.harder@molinari-rail.com

**Annotation:** The author has observed the innovative technologies in the field of the transport machinery. The following directions have been touched: application of compressed natural gas on the rolling stock, hybrid technologies, application of big data in order to reduce the operating costs for operators.

**Keywords:** Computer fluid modelling, 3D printing, CNG, hybrid technologies, passenger information system.

**Using IPEM indices to monitor Russian industry development in the second quarter of 2017**

Mansur Nigmatulin, Senior Analyst of Energy Sector Research Division, Institute of Natural Monopolies Research (IPEM)

**Contact information:** 2/7, bldg. 1, Malaya Bronnaya str., Moscow, Russia, 123104, tel.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: mn@ipem.ru

**Annotation:** The article provides an overview of the current situation in the Russian industry in the II quarter of 2017 on the basis of indices developed by IPEM. It includes main results of indices calculation taking into account seasonal factor and industry groups' breakdown. The article analyzes in depth Russian backbone industries, including fuel and energy complex. It reveals main factors that have positive and negative impact on industrial development in the first half of 2017. It also provides the main macroeconomic indicators of the Russian industry.

**Keywords:** industry, index, low-tech industry, mid-tech industry, high-tech industry, mining, fixed capital investment, fuel and energy complex, loading of industrial products, stocks, IPEM.

**Technical features of Russian high-speed passenger trains**

Yury Saakyan, Cand. Sc. {Physics & Mathematics}, Director General of Institute for Natural Monopoly Research (IPEM)  
Vladimir Savchuk, Deputy Director General, IPEM  
Sergei Olenin, Senior analyst in the Integrated Research Department, IPEM

**Contact information:** 2/7, bldg. 1, Malaya Bronnaya str., Moscow, Russia, 123104, tel.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: ipem@ipem.ru

**Аннотация:** В статье изложены основные технические требования к высокоскоростному подвижному составу для проектируемой трассы ВСМ Москва – Казань. Приведен анализ мирового опыта проектирования высокоскоростного подвижного состава, освещена ситуация с нормативно-правовой базой, регулирующей высокоскоростные перевозки. Отдельное внимание уделено вопросу локализации производства высокоскоростного подвижного состава.

**Ключевые слова:** высокоскоростная магистраль, ВСМ, Москва – Казань, высокоскоростной подвижной состав, 400 км/ч, технические требования, нормативно-правовая база, высокоскоростные перевозки, локализация, производство, высокоскоростные поезда.

#### К вопросу о выборе оптимальной конструкции железнодорожного пути для реализации скорости 400 км/ч в России

Захаров Владислав Борисович, к.т.н. доцент кафедры «Железнодорожный путь» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)  
Черняев Евгений Владимирович, к.т.н. доцент кафедры «Железнодорожный путь» ПГУПС

**Контактная информация:** 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9, тел.: +7 (812) 457-85-63, e-mail: zakharov@pgups.ru

**Аннотация:** Приведен мировой опыт использования различных конструкций ВСП на ВСМ. Рассмотрены и проанализированы преимущества и недостатки конструкций верхнего строения пути на балласте, безбалластной конструкции на земляном полотне и безбалластной конструкции на эстакаде. На основании этого даны рекомендации по применению рассмотренных конструкций на ВСМ России с возможностью реализации скорости 400 км/ч.

**Ключевые слова:** верхнее строение пути, безбалластный путь, эстакада, ВСМ, безопасность движения, затраты на содержание пути.

#### Мировой опыт контроля технического состояния локомотивов

Васильев Иван Павлович, аспирант, ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»  
Дмитриев Сергей Андреевич, аспирант, ФГБОУ ВО МГУПС «МИИТ»

**Контактная информация:** 111116, Россия, г. Москва, ул. Энергетическая, 6, тел.: +7 (926) 411-70-58, e-mail: xPr1me@mail.ru (Васильев)

115404, Россия, г. Москва, ул. Бирюлевская, 12, строение 2, кв. 320, тел.: +7 (916) 999-72-19, e-mail: bosfortu@yandex.ru (Дмитриев)

**Аннотация:** В статье описаны некоторые комплексные решения, разработанные производителями железнодорожного подвижного состава и эксплуатирующими организациями в таких передовых странах как Германия, США, Канада и Россия, для мониторинга технического состояния локомотивов,

**Annotation:** The article deals with the main technical features on high-speed passenger trains for the perspective high-speed line Moscow – Kazan. The analysis of the world experience in engineering of the high-speed rolling stock is presented. The article also describes the situation with high-speed rail regulatory environment. Special attention is paid to the issue of the localization of the high-speed train's manufacture.

**Keywords:** high-speed rail, HSR, Moscow – Kazan, high-speed rolling stock, 400 km/h, technical features, regulatory environment, high-speed traffic, localization, manufacture, high-speed trains.

#### Issue of choosing optimal railroad design for the implementation speed 400 km/h in Russia

Vladislav Zakharov, PhD, Associate Professor Department of Railway Track Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
Vladimir Chernaev, PhD, Associate Professor Department of Railway Track Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

**Contact information:** 9, Moskovskiy prospect, Saint-Petersburg, Russia, 190031, tel.: +7 (812) 457-85-63, e-mail: zakharov@pgups.ru

**Annotation:** The article presents the world experience of use using the various designs permanent way on HSR. The advantages and disadvantages of the permanent way track traditional structure, the ballastless structure the ballastless structure on the overpasses are examined and analyzed. On the basis of this, recommendations are given on the application of considered structures to HSR of Russia with the possibility of implementing a speed of 400 km/h.

**Keywords:** permanent way, ballastless track, overpass, HSR, traffic safety, track maintenance costs.

#### World experience of control of technical condition of locomotives

Ivan Vasiliev, Graduate student, Moscow Power Engineering Institute  
Sergey Dmitriev, Graduate student, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

**Contact information:** 6, Energy St., Moscow, Russia, 111116, +7 (926) 411-70-58, e-mail: xPr1me@mail.ru (Vasiliev)

115404, Russia, Moscow, Biryulevskaya St., 12 building 2, ap. 320, +7 (916) 999-72-19, e-mail: bosfortu@yandex.ru (Dmitriev)

**Annotation:** The article describes some complex solutions developed by manufacturers of railway rolling stock and operating organizations in such advanced countries as Germany, USA, Canada and Russia, for monitoring the technical condition of locomotives, their productivity and their consumption of fuel and energy resources. The advantages and disadvantages of

их производительности и потребления ими топливно-энергетических ресурсов. Озвучены достоинства и недостатки применения разных систем, оборудования и программного обеспечения для контроля технического состояния локомотивов.

**Ключевые слова:** локомотив, программное обеспечение, техническое состояние, мониторинг, диагностика.

#### **Потенциал экспорта российского железнодорожного машиностроения**

Поликарпов Александр Андреевич, заместитель руководителя Департамента исследований железнодорожного транспорта Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)  
Зобов Георгий Михайлович, руководитель отдела исследований транспортного машиностроения ИПЕМ  
Соколова Екатерина Александровна, специалист Департамента внешних связей ИПЕМ

**Контактная информация:** 123104, Россия, г. Москва, ул. М. Бронная, д. 2/7, стр. 1, тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: ipem@ipem.ru

**Аннотация:** В статье раскрываются вопросы актуального состояния отрасли железнодорожного машиностроения в России, потенциала российских производителей экспортировать свою продукцию, исходя из сложившейся конъюнктуры внешней и внутренней среды. В этом ключе Стратегия развития экспорта железнодорожного машиностроения может рассматриваться в качестве эффективного инструмента развития отрасли.

**Ключевые слова:** промышленность, машиностроение, экспорт, подвижной состав, промышленная политика, ИПЕМ.

#### **Практическое применение RAMS-исследований тормозных систем**

Чуев Сергей Георгиевич, к.т.н., заслуженный конструктор России, Генеральный конструктор, ОАО МТЗ ТРАНСМАШ  
Тимков Сергей Иванович, к.т.н., заместитель генерального конструктора по технической безопасности и сертификации, ОАО МТЗ ТРАНСМАШ  
Борисов Никита Максимович, руководитель группы RAMS-исследований, ОАО МТЗ ТРАНСМАШ

**Контактная информация:** 125190, Россия, г. Москва, ул. Лесная, д. 28, тел.: +7 (495) 380-10-39, +7 (915) 360-88-47, e-mail: MTZ-SKBT@yandex.ru

**Аннотация:** В статье изложены результаты практического применения RAMS-исследований тормозных систем в ОАО МТЗ ТРАНСМАШ. Описаны основные этапы реализации требований международного стандарта железнодорожной промышленности IRIS. Продемонстрирована организация работ предприятия по сбору, анализу и подтверждению показателей RAMS\LCC. Особое внимание уделено концепции информационных потоков о качестве, надежности и безопасности тормозного оборудования.

**Ключевые слова:** тормозное оборудование, информационные системы, безопасность, надежность, качество, мониторинг, анализ, базы данных.

using different systems, equipment and software for monitoring the technical state of locomotives are voiced.

**Keywords:** locomotive, software, technical state, monitoring, diagnostics.

#### **Export potential of Russian Railway industry production**

Alexander Polikarpov, Deputy Head of Railway Research Division, Institute of Natural Monopolies Research (IPEM)  
Georgiy Zobov, Head of Transport Industry Research Division IPEM  
Ekaterina Sokolova, Specialist of the PR Department IPEM

**Contact information:** 2/7, bldg. 1, Malaya Bronnaya str., Moscow, Russia, 123104, tel.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: ipem@ipem.ru

**Annotation:** The article considers the questions of the urgent conditions for the Railway Industry in Russia, the capacity of Russian producers of exporting their goods and services abroad that is based on both internal and external environment. In this way the Strategy for the Railway engineering export development could be regarded as an efficient instrument.

**Keywords:** industry, engineering, export, rolling stock, industrial policy, IPEM.

#### **The practical application of RAMS-research brake systems**

Sergey Chuev, candidate of technical Sciences, honored constructor of Russia, General designer, JSC MTZ TRANSMASH  
Sergey Timkov, candidate of technical Sciences, Deputy General designer, technical safety and certification, JSC MTZ TRANSMASH  
Nikita Borisov, head of the RAMS research, JSC MTZ TRANSMASH

**Contact information:** 28, Lesnaya str., Moscow, Russia, 125190, tel.: +7 (495) 380-10-39, +7 (915) 360-88-47, e-mail: MTZ-SKBT@yandex.ru

**Annotation:** The article presents the results of the practical application of RAMS-research brake systems at JSC MTZ TRANSMASH. Describes the main stages of implementation of the requirements of international railway industry standard IRIS. Demonstrated organization of work of the enterprise for the collection, analysis and validation of indicators of RAMS\LCC. Special attention is paid to the concept of information flows about quality, reliability and safety of the braking equipment.

**Keywords:** braking equipment, information systems, safety, reliability, quality, monitoring, analysis, database.

**3ТЭ25К2М. Трехсекционный тепловоз с электропередачей**

Ильницкий Иван Валерьевич, специалист по проектированию субсистем Управления главного конструктора по тепловозостроению ИЦ АО «УК «БМЗ»

**Контактная информация:** 127055, Россия, г. Москва, ул. Бутырский вал, 26, стр. 1, тел.: +7 (495) 744-70-93, e-mail: info@tmholding.ru

**Аннотация:** В статье изложены результаты создания перспективной разработки Брянского машиностроительного завода: трехсекционного магистральный тепловоз 3ТЭ25К2М. Рассматриваются основные технические характеристики, конструкционные особенности. Подробно раскрываются пункты, описывающие модули дизельного помещения, кабины, тормозного оборудования, тележки и системы управления.

**Ключевые слова:** Трансмашхолдинг, Брянский машиностроительный завод, 3ТЭ25К2М, магистральный тепловоз, модули тепловоза, инновационное оборудование, новые подходы, единая технологическая платформа, модульность компоновки, современные алгоритмы в управлении тягой, колесно-моторные блоки с моторно-осевыми подшипниками качения.

**Экологические и технологические аспекты эволюции технологий производства и неразрушающего контроля деталей буксовых подшипников**

Тяпаев Сергей Викторович, старший инспектор-приемщик ЦТА ОАО «РЖД»

**Контактная информация:** 410039, Россия, г. Саратов, Проспект Энтузиастов, 64А, тел.: +7 (8452) 39-48-75, e-mail: styapaev@list.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрены эволюционные изменения в производственных технологиях изготовления и неразрушающего контроля деталей буксовых вагонных подшипников разных конструктивных исполнений. Приведены примеры использования технологий производства и неразрушающего контроля третьего, четвертого и пятого поколений в подшипниковой промышленности России и стран СНГ. Сделан вывод о необходимости форсированного перехода на технологии изготовления и неразрушающего контроля пятого поколения. Внедрение инновационных, экологически чистых технологий изготовления и контроля с малым потреблением энергии и минимальным расходом человеческих и природных ресурсов позволяет повысить экономическую эффективность изготовления буксовых цилиндрических подшипников.

**Ключевые слова:** эволюция технологий подшипников, технологии пятого поколения, экологические преимущества инновационных технологий, вихретоковый дефектоскоп, экологический эффект.

**3TE25K2M. Three-section diesel locomotive with electric drive**

Ivan Ilnitsky, Sybsystems Design Specialist, Chief Designer's Diesel Locomotive Bureau of BMZ Research Center

**Contact information:** 26, building 1, Butyrsky Val Str., Moscow, 127055, Russia, tel.: +7 (495) 744-70-93, e-mail: info@tmholding.ru

**Annotation:** The article states results of the advanced development of Bryansk Engineering Plant: 3TE25K2M three-section mainline diesel locomotive. It reviews basic technical characteristics and design features. Detailed description of engine room modules, a cabin, braking equipment, bogies and a control system is provided.

**Keywords:** Transmashholding, Bryansk Engineering Plant, 3TE25K2M, mainline diesel locomotive, diesel locomotive modules, innovation equipment, new approaches, basic platform, modular layout, advanced traction control algorithms, motor wheel sets with axle-suspended motor bearings.

**Ecological and technological aspects of the evolution of production technologies and non-destructive testing of parts of axle bearings**

Sergey Tyapaev, Senior inspector ЦТА RZD JSC

**Contact information:** 64A, Prospect Entuziastov, Saratov, Russia, 410039, tel.: +7 (8452) 39-48-75, e-mail: styapaev@list.ru

**Annotation:** In the article evolutionary changes in production technologies of manufacturing and non-destructive testing of details of axle bearings of different design versions are considered. Examples are given of the use of production technologies and non-destructive testing of the third, fourth and fifth generations in the bearing industry of Russia and CIS countries. A conclusion is drawn on the need for an accelerated transition to manufacturing technologies and non-destructive testing of the fifth generation. Introduction of innovative, environmentally friendly manufacturing techniques and control with small consumption of energy and the minimum expense of human and natural resources allows to increase economic efficiency of production of cylindrical axle bearings.

**Keywords:** evolution of technologies of bearings, technologies of the fifth generation, ecological advantages of innovative technologies, eddy current flaw detector, ecological effect.

# ТЕХНИКА®

## ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

ОБЪЕКТИВНОЕ ОТРАЖЕНИЕ  
СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ  
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ

В КАЖДОМ НОМЕРЕ:

Новые  
конструкторские  
решения в России  
и за рубежом

Анализ проблем  
и перспектив  
развития отрасли

Статистическая  
информация  
по производству  
железнодорожной  
техники

Интервью  
с первыми лицами  
отрасли

Страницы истории  
железнодорожного  
дела



**ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ!**

Через все подписные  
каталоги России:  
индекс **41560**

Через научную элек-  
тронную библиотеку  
**eLibrary.ru**

Через редакцию  
напрямую

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года №6/6 журнал «Техника железных дорог» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий.

Контактная информация:  
Тел.: +7 (495) 690-14-26  
**vestnik@ipem.ru**

