

# ТЕХНИКА

## ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ



№ 3 (27) август 2014

ISSN 1998-9318



# ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



## Члены НП «ОПЖТ»

- АББ, ООО
- АВП Технология, ООО
- Азовобщемаш, ПАО
- Азовэлектросталь, ЧАО
- Альстом Транспорт Рус, ООО
- Армавирский завод тяжелого машиностроения, ОАО
- АСТО, Ассоциация
- Ассоциация по сертификации «Русский Регистр»
- Балаково карбон продакшн, ООО
- Балтийские кондиционеры, ООО
- Барнаулский вагоноремонтный завод, ОАО
- Барнаулский завод асбестовых технических изделий, ОАО
- Белорусская железная дорога, ГО
- Вагоноремонтная компания «Купино», ООО
- Вагонная ремонтная компания-1, ОАО
- Вагонная ремонтная компания-2, ОАО
- Вагонная ремонтная компания-3, ОАО
- Вагонно-колесная мастерская, ООО
- ВНИИЖТ, ОАО
- ВНИИКП, ОАО
- ВНИКТИ, ОАО
- ВНИИР, ОАО
- Волгодизельаппарат, ОАО
- Выксунский металлургический завод, ОАО
- ГСКБВ им. В. М. Бубнова, ООО
- ГНИЦ железнодорожного транспорта Украины, ГП
- Диэлектрик, ЗАО
- Долгопрудненское научно-производственное предприятие, ОАО
- Евразхолдинг, ООО
- ЕПК-Бренко подшипниковая компания, ООО
- Желдорремаш, ОАО
- Завод металлоконструкций, ОАО
- Звезда, ОАО
- Ижевский радиозавод, ОАО
- Инженерный центр «Аси», ООО
- Институт проблем естественных монополий, АНО
- Кав-Транс, ЗАО
- Калугапутьмаш, ОАО
- Калужский завод «Ремпутьмаш», ОАО
- Катерпиллар СНГ, ООО
- Кировский машзавод 1-ого Мая, ОАО
- Кнорр-Бремзе зюстеме фюр шиненфарцойге ГМБХ
- Кнорр-Бремзе системы для рельсового транспорта, ООО
- Компания корпоративного управления «Концерн «Тракторные заводы», ООО
- Корпорация НПО «Риф», ОАО
- Кременчугский сталелитейный завод, ОАО
- Крюковский вагоностроительный завод, ОАО
- Ленстройком-сервис, ООО
- Лугцентрокуз им. С. С. Монастырского, ЧАО
- Метродеталь, НП СРП
- Мичуринский локомотиворемонтный завод «Милорем», ОАО
- Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), ФГБОУ ВПО
- МТЗ «Трансмаш», ОАО
- Муромский стрелочный завод, ОАО
- МЫС, ЗАО
- Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры, ОАО
- Научно-внедренческий центр «Вагоны», ОАО
- Научно-производственный центр «Динамика», ООО
- Научно-технический центр «Привод-Н», ЗАО
- Научные приборы, ЗАО
- Национальная компания «Казахстан Темир Жолы», АО
- НЗТО, ЗАО
- НИИАС, ОАО
- НИИ вагоностроения, ОАО
- НИИ Мостов, ФГУП
- НИЦ «Кабельные Технологии», ЗАО
- НИИЭФА-Энерго, ООО
- Новая вагоноремонтная компания, ООО
- Новокузнецкий вагоностроительный завод, ОАО
- НПК «Уралвагонзавод» им. Ф.Э. Дзержинского, ОАО
- НПО Автоматики им. академика Н. А. Семихатова, ФГУП
- НПО «РоСАТ», ЗАО
- НПО «САУТ», ООО
- НПО «Электромашина», ОАО
- НПП «Смелянский электромеханический завод», ООО
- НПФ «Доломант», ЗАО
- НПЦ «Инфотранс», ЗАО
- НПЦ «Пружина», ООО

# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

- Объединенная металлургическая компания, ЗАО
- Опытно-конструкторское бюро «Агрегат», ЗАО
- Орелкомпрессормаш СП, ООО
- Оскольский подшипниковый завод ХАРП, ОАО
- Остров системы кондиционирования воздуха, ООО
- Первая грузовая компания, ОАО
- ПО Вагонмаш, ООО
- Покровка финанс, ООО
- Поливид, ООО
- ПО «Октябрь», ФГУП
- ПО «Старт», ФГУП
- ПК «Завод транспортного оборудования», ЗАО
- ПКФ «Интерсити», ООО
- ПНО «Экспресс», ООО
- Радиоавионика, ОАО
- РДМ-контакт, ООО
- Рельсовая комиссия, НП
- «Ритм» тверское производство тормозной аппаратуры, ОАО
- Рославльский вагоноремонтный завод, ОАО
- Российские железные дороги, ОАО
- Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС), ФГБОУ ВПО
- Саранский вагоноремонтный завод, ОАО
- Светлана-оптоэлектроника, ЗАО
- СГ-Транс, ОАО
- Сибирский Сертификационный центр – Кузбасс, ООО
- Силовые машины – завод «Реостат», ООО
- Сименс, ООО
- Синара – Транспортные машины, ОАО
- СКФ Тверь, ООО
- Содружество операторов аутсорсинга, НП
- Специальное конструкторское бюро турбонагнетателей, ОАО
- ССАБ шведская сталь СНГ, ООО
- Стахановский вагоностроительный завод, ОАО
- Татравагонка, АО
- Тверской вагоностроительный завод, ОАО
- Теплосервис, ООО
- Технотрейд, ООО
- Тимкен-Рус Сервис Компании, ООО
- Тихвинский вагоностроительный завод, ЗАО
- Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В. Воровского, ОАО
- Тольяттинский государственный университет, ФГБОУ ВПО
- Томский кабельный завод, ООО
- Торговый дом РЖД, ОАО
- Торговый дом «Камбарский машиностроительный завод», ООО
- ТПФ «Раут», ОАО
- Транзас Экспресс, ЗАО
- Трансвагонмаш, ООО
- Трансмашхолдинг, ЗАО
- Трансолушнз СНГ, ООО
- Транспневматика, ОАО
- Трансэнерго, ЗАО
- Трансэнерком, ЗАО
- ТСЗ «Титран-Экспресс», ЗАО
- ТТМ, ООО
- УК Рэйлтрансхолдинг, ООО
- Управляющая компания «Профит центр плюс», ООО
- Управляющая компания РКТМ, ООО
- Управляющая компания ЕПК, ОАО
- Уралгоршахткомплект, ЗАО
- Уральская вагоноремонтная компания, ЗАО
- Уральские локомотивы, ООО
- Уральский межрегиональный сертификационный центр, НОУ
- Фактория ЛС, ООО
- Федеральная грузовая компания, ОАО
- Фейвели транспорт, ООО
- Финэкс качество, ЗАО
- Фирма Твема, ЗАО
- Фритекс, ОАО
- Хартинг, ЗАО
- Хелмос, ООО
- ХК «СДС-Маш», ОАО
- Холдинг кабельный альянс, ООО
- Центр «Приоритет», ЗАО
- Чебоксарское предприятие «Сеспель», ЗАО
- Чирчикский трансформаторный завод, ОАО
- Шэффлер руссланд, ООО
- Экспортно-промышленная фирма «Судотехнология», ЗАО
- Экспертный центр по сертификации и лицензированию, ООО
- Элара, ОАО
- Электровыпрямитель, ОАО
- Электромеханика, ОАО
- Электро-Петербург, ЗАО
- Электро СИ, ЗАО
- Электротяжмаш, ГП
- Электротяжмаш-привод, ООО
- Элтеза, ОАО
- Энергосервис, 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)

**Подписной индекс в каталогах:**  
Пресса России, Урал-пресс – 41560

## При поддержке:



НП «Объединение производителей железнодорожной техники»



Комитет по железнодорожному машиностроению ООО «Союз машиностроителей России»

## 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.

Зарубежная подписка оформляется через фирмы-партнеры ЗАО «МК-Периодика» или непосредственно в ЗАО «МК-Периодика»:  
Тел.: +7 (495) 672-70-12  
Факс +7 (495) 306-37-57  
[info@periodicals.ru](mailto:info@periodicals.ru)  
[www.periodicals.ru](http://www.periodicals.ru)

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: 3 000 экз.  
Периодичность: 1 раз в квартал  
Подписано в печать: 8.08.2014

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 вице-президент 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., президент ОАО «АНКОР БАНК», член корреспондент Академии экономических наук и предпринимательской деятельности России, действительный член Международной академии информатизации

Д. Л. Киржнер,  
к. т. н., заместитель начальника Департамента технической политики ОАО «Российские железные дороги»

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»

### Заместитель главного редактора:

С. В. Палкин,  
д. э. 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»

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»

## Выпускающая группа

### Выпускающий редактор:

С. А. Белов

### Исполнительный редактор:

Е. В. Матвеева

### Дизайнер:

Д. В. Рожковец

### Корректор:

А. С. Кузнецов



**4 | Сергей Кобзев: «У российских производителей есть все, чтобы быть конкурентоспособными»**



**54 | Двухэтажный электропоезд KISS для интермодальных перевозок**



**76 | Паровозная история механиков Черепановых**

## Содержание

### | ПРЯМАЯ РЕЧЬ |

Сергей Кобзев: «У российских производителей есть все, чтобы быть конкурентоспособными» . . . . . 4

### | СОБЫТИЯ |

Грузовой подвижной состав. Жизненный цикл от проектирования до утилизации . . . . . 10

Россия – Германия: перспективы сотрудничества . . . . . 12

Стратегическое партнерство 1520: предложения для экономического роста . . . . . 14

Выездной семинар НП «ОПЖТ» в Австрии . . . . . 17

### | МНЕНИЕ |

О. Н. Назаров. Испытание научной зрелости . . . . . 18

### | АНОНС |

Транспортная неделя-2014 . . . . . 19

### | ТРЕНДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: 1-е полугодие 2014 года . . . . . 20

### | АНАЛИТИКА |

Т. В. Шелейко. Анализ технических решений по расширению диапазона регулирования тормозной силы в зависимости от загрузки вагона . . . . . 27

А. А. Пеканов. Состояние парка локомотивов промышленных предприятий: причины и следствия . . . . . 35

### | СТАТИСТИКА | . . . . . 40

### | КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

Е. В. Кудряшов. Модернизация контактных подвесок КС-200 на основе моделирования их взаимодействия с токоприемниками . . . . . 48

Д. Швари. Двухэтажный электропоезд KISS для интермодальных перевозок . . . . . 54

А. Л. Кривченко, И. А. Клюстер. Расчет параметров взорвавшихся остатков пропано-воздушной смеси вагона цистерны . . . . . 59

М. А. Лобов. Аспекты применения композиционных материалов в силовых конструкциях локомотивов . . . . . 62

Д. А. Тихонов. Системы автоведения локомотивов . . . . . 65

Ю. А. Иванов. Система видеонаблюдения с транспортного средства для контроля целостности рельсовой колеи . . . . . 72

### | ИСТОРИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ |

Е. М. Ставцев. Паровозная история механиков Черепановых . . . . . 76

### | АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА | . . . . . 82

## Сергей Кобзев: «У российских производителей есть все, чтобы быть конкурентоспособными»

Смена в руководстве любой компаний, тем более в сфере основного производства, – ответственный шаг, включающий как риски, так и перспективы. В начале мая на должность технического директора ЗАО «Трансмашхолдинг» был назначен Сергей Кобзев. Какие задачи перед ним поставил один из лидеров отечественного транспортного машиностроения? О подвижном составе, новых разработках, мировых трендах и месте ТМХ в глобальном бизнесе – в интервью с новым топ-менеджером компании.



**Сергей  
Алексеевич  
Кобзев**

Родился 9 июля 1964 года. В 1986 году окончил МИИТ, инженер путей сообщения – электромеханик.

1986-1997 годы – помощник машиниста электровоза; старший диспетчер; ведущий инженер; начальник локомотивного отдела, депо; заместитель начальника, первый заместитель начальника Рязанского отделения Московской железной дороги.

1997-1999 годы – начальник Лискинского отделения Юго-Восточной железной дороги.

1999 год – заместитель начальника Северо-Кавказской железной дороги.

1999-2003 годы начальник Московско-Рязанского отделения; заместитель начальника дороги по локомотивному и вагонному хозяйствам; главный инженер Московской железной дороги.

2003-2007 годы – руководитель департамента локомотивного хозяйства – член правления ОАО «РЖД».

2007-2009 годы – первый заместитель генерального директора ОАО «ВНИИЖТ», и. о. генерального директора ОАО «ВНИИЖТ».

2009-2011 годы – начальник Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

2011-2014 годы – начальник Центра по технологической координации – структурного подразделения ОАО «РЖД».

С мая 2014 года – технический директор ЗАО «Трансмашхолдинг».

Член совета директоров ОАО «НИИАС», награжден знаком «Почетный железнодорожник», юбилейной медалью «100 лет Транссибирской магистрали». Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.

**Сергей Алексеевич, вы пришли в ТМХ на должность технического директора несколько месяцев назад. Какие задачи стоят перед вами?**

Сравнительно недавно Трансмашхолдинг объединил почти полтора десятка крупных промышленных предприятий железнодорожного машиностроения, каждое из которых в сложный для России период фактически простаивало. Все предыдущие годы в холдинге прикладывали массу усилий, чтобы возродить производство, организовать разработку и последующий серийный выпуск необходимой техники для российских железных дорог и метрополитена. Для этого был создан целый ряд различных моделей, которые сегодня уже всем привычны. Так предприятия ТМХ смогли решить острые вопросы нехватки подвижного состава в стране.

Большая часть становления холдинга пришлось на время, когда в России почти отсутствовала внутренняя конкуренция, а иностранные производители не проявляли к нам заинтересованность. Но в последние годы обстановка изменилась. Сегодня наша страна – часть мирового рыночного сообщества, и к нам пришли все мировые гиганты производства техники для рельсового транспорта. Одновременно и России стал доступнее мировой рынок производства комплектующих, расширились возможности сотрудничества с разработчиками из других стран. Сейчас ТМХ поставил перед собой планку стать частью этой системы, частью производства железнодорожной

техники и быть на равных при выпуске подвижного состава с производителями не только на нашем внутреннем рынке, но и на международном. Это трудная задача, которая требует существенной перестройки традиционного мышления и поиска свежих решений в создании продукции с новыми свойствами. В качестве примера можно привести технику для тропических стран с высокой влажностью, запыленными условиями (пустыня), затапливаемыми прибрежными дорогами (Индостан). Необходимо не только научиться конкурировать по техническим параметрам производимой продукции на разных рынках, но и создавать ее быстро и с минимальными затратами. Для этого понадобится оптимизировать наше производство таким образом, чтобы добиться поставленных целей, повышая при этом качество техники. В решении вот этих задач я и вижу свою роль в компании.

**Давайте поговорим с вами о планируемом к вводу в эксплуатацию грузовом электровозе 2ЭС5. Как с ним обстоят дела?**

Первый в своем классе мощный электровоз с асинхронным тяговым приводом 2ЭС5 уже успешно прошел сертификационные испытания, в конце июня состоялось заседание межведомственной комиссии по приемке локомотива. Этот проект мы реализуем вместе с нашим стратегическим партнером Alstom. В соответствии с подписанным договором до 2020 года российским железным дорогам будет поставлено 200 электровозов. В этом году запланирована поставка 5 локомотивов. Использование таких машин на участках со сложным рельефом местности позволит повысить эффективность работы РЖД и существенно сократить издержки.

**Информация о разрабатываемом ТМХ маневровом газотепловозе ТЭМ19 появилась еще в 2012 году, осенью 2013 года он был представлен на Expo 1520. Какова ситуация сейчас?**

Сейчас тепловоз продолжает предварительные эксплуатационные испытания в депо Егоршино Свердловской железной дороги и успешно проходит 300-часовой пробег, показывая хорошие результаты. В текущем году

один экземпляр теплового ТЭМ19 должен поступить в распоряжение СвЖД.

**Есть ли на него уже заказ со стороны РЖД или промышленных предприятий?**

РЖД, равно как и промышленные организации, проявляют повышенный интерес к этому инновационному продукту, поскольку локомотив работает на сжиженном газе, благодаря которому снижается нагрузка на окружающую среду, уменьшаются эксплуатационные затраты на топливо за счет применения дешевого сжиженного природного газа. Кроме этого, использование съемных цистерн-контейнеров с топливом, размещаемых на открытом пространстве, сократит время экипировки локомотива, снизит затраты на инфраструктуру, повысит безопасность эксплуатации и обслуживания теплового.

**Последней разработкой ТМХ в направлении моторвагонного подвижного состава сегодня является дизель-поезд ДПМ. Какие новшества есть в сегменте электропоездов? Ведь ЭД4 и ЭД9 были созданы более 15 лет назад. Какой подвижной состав готов предложить холдинг для проектов МКЖД?**

Выпускаемые в настоящее время электропоезда ЭД4 и ЭД9 имеют существенные различия в плане технической оснащенности, уровня комфорта для пассажира и, как следствие, – другое название. Сегодня электропоезда представляют собой современный продукт, сделанный с использованием самых передовых технологий. Например, мы создаем новые пассажирские салоны, внедряем системы кондиционирования воздуха и вентиляции, новые герметизированные межвагонные переходы и прислонно-сдвижные наружные входные двери, обеспечивающие выход на высокие и низкие платформы, систему освещения, видеонаблюдения и диагностики, беззазорные сцепные устройства.

Если говорить о проекте МКЖД, то мы готовы предложить нашу последнюю разработку, ориентированную в первую очередь на городской сегмент перевозок, – электропоезд ЭГ2Тв. Он создавался с применением самых современных технических решений как базовая платформа, которая в дальнейшем может быть использована для разработки различ-



Презентация прототипа ЭГ2Тв состоялась 15 мая 2014 года на Тверском вагоностроительном заводе. До конца года планируется выпустить два состава, которые будут отправлены на сертификационные испытания. Электропоезд предполагается эксплуатировать при экспресс-сообщениях между большими городскими агломерациями.

В конце июня ОАО «Центральная ППК» и ЗАО «ТМХ» заключили соглашение о разработке инновационного моторвагонного подвижного состава, которая будет производиться в рамках реализуемой холдингом программы по созданию нового семейства электропоездов.

### Технические характеристики ЭГ2Тв

Напряжение, род тока, кВ	3 DC*
Максимальная скорость в эксплуатации, км/ч	120
Среднее ускорение до скорости 60 км/ч, м/с <sup>2</sup>	0,9
Высота уровня пола в tare, мм	1 280
Длина поезда в основной составности, м	159,6
Основная составность	5 вагонов (2Г + 3М)
Расчетная вместимость поезда основной составности, чел.	856
Срок службы, лет	40
Общая мощность (часовая), кВт	3 600
Наличие сквозного прохода	да
Ширина дверных проемов, мм	1 400
Максимальная нагрузка на ось, тс:	
– немоторного вагона	19
– моторного вагона	21,5
Материал кузова	нержавеющая сталь

\*по желанию заказчика может быть двухсистемным

ных модификаций городского и пригородного назначения. Предусматривается создание модификаций для скоростей движения до 120 км/ч, а в перспективе и для ВСМ – до 250 км/ч. Первые два опытных образца ЭГ2Тв мы планируем выпустить до конца 2014 года на мощностях ОАО «Тверской вагоностроительный завод» (ТВЗ). Сертификация поезда намечена на 2015 год.

Главной отличительной особенностью ЭГ2Тв является его высокая надежность и ремонтпригодность. Это российская разработка; локализация основных компонентов находится на уровне 72%. Срок службы

ЭГ2Тв – 40 лет – достигается благодаря изготовлению кузова из коррозионно-стойких сталей. Плавность хода и снижение динамических нагрузок на экипажную часть вагона и рельсовый путь обеспечивают тележки с пневмоподвешиванием. Современные дисковые тормоза с увеличенными интервалами обслуживания позволяют повысить ресурс, снизить износ колодок на любом диапазоне скоростей даже после многократного торможения. А благодаря функции автоведения работа машиниста становится минимальной или может быть полностью исключена.

**В рамках ФЦП по дизелестроению предприятия ТМХ получили средства на разработку новых дизельных двигателей. Скажите, пожалуйста, как сейчас обстоят дела с Д500?**

В настоящее время проводятся исследовательские испытания дизель-генератора нового поколения 12ЛДГ500 мощностью 6 000 л.с, который является двигателем принципиально новой конструкции. Среднеоборотный дизельный двигатель создан в России впервые за последние 50 лет на базе собственных заводских разработок на Коломенском заводе. Новое семейство дизелей типоразмерного ряда Д500 мощностью от 2 000 до 10 000 л.с. предполагает создание дизелей различного назначения для железнодорожного транспорта, военно-морского флота, атомной энергетики и других отраслей. Раскрывать технические параметры, пока проходят испытания дизеля, я бы не стал, однако замечу, что Д500 легко может конкурировать, например, с двигателем General Electric GEVO12.

**Разрабатываются ли другие модели дизелей?**

Да, конечно. Одновременно проводятся разработки среднеоборотных V-образных дизельных двигателей типа Д300, которые также являются проектом коломенской конструкторской школы для применения на пассажирских тепловозах мощностью до 3 000 кВт.

Дизели Д200 в мощностном диапазоне до 1 500 кВт с количеством цилиндров от 4 до 8 планируются к производству на мощностях Пензадизельмаша. Эти двигатели могут быть использованы для судов, маневровых, манев-

рово-вывозных и горочных тепловозов, электростанций малой энергетики и стационарных технологических средств.

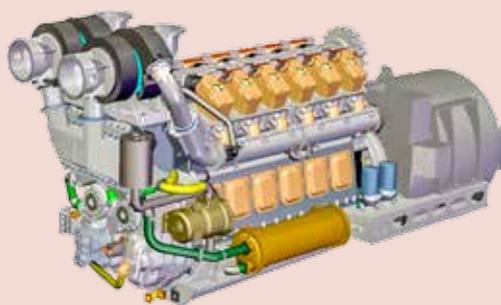
Дизели Д200 и Д300 вполне конкурентоспособны с ведущими зарубежными производителями и имеют характеристики с улучшенными ресурсными показателями по расходу масла и топлива.

**В начале года Московский метрополитен опубликовал технические требования к новому подвижному составу. С каким предложением предполагает выйти на этот конкурс Метровагонмаш?**

Вагоны, которые холдинг предложит метрополитену, будут новой конструкции, с включением наиболее удачных, современных, проверенных и хорошо зарекомендовавших себя технических решений. Основные направления в развитии техники – повышение комфорта, энергоэффективности, снижение затрат на последующее обслуживание и ремонт, а также инновации, которые готовит сам завод. Отмечу, что одним из главных принципов, которым мы руководствуемся при проектировании и производстве нашей техники, является повышение ее надежности, предвосхищение «сюрпризов», которые, как правило, возникают при создании принципиально новых конструкций. Один из самых плотных в мире графиков движения на московской подземке может серьезно пострадать, если новая техника встанет всего лишь на 10 минут. За то время на платформах в час пик соберется около десятка тысяч пассажиров, поэтому на «лечение детских болезней» времени нет.

### Основные параметры Д300

Полная мощность, кВт (л.с.)	2 650
Частота вращения, об/мин	1 000
Удельный расход топлива по ISO 3046-1, г/кВт·ч	177,39
Удельный расход масла на угар, г/кВт·ч	0,6
Ресурс до первой переборки, ч	24 000
Ресурс до капитального ремонта, ч	96 000



**Сергей Алексеевич, сталкивается ли ТМХ с какими-либо проблемами при выполнении технических требований? Если да, то как их планируете преодолеть?**

Для реализации организационных и технических решений я проблем не вижу. Совместно с холдингом в задачах, которые сегодня поставлены перед метровагоностроителями московской подземкой, принимает участие французская компания Alstom Transport, которая, как я уже отмечал, является нашим стратегическим партнером. Это один из мировых лидеров в области создания электроподвижного состава, обладающий огромным опытом в производстве не только вагонов метро, но и систем автоматизированного и полностью автоматического управления ими. Вместе мы способны сделать многое.

**Если оценить перспективы российских производителей подвижного состава в горизонте ближайших лет, то какие они у нас?**

Сейчас технический уровень производимой продукции и технологический уровень производства соответствует современному мировому рынку. Предыдущие годы прошли под знаменем активного сооружения машиностроительных заводов на территории ЕЭП с привлечением технологий крупных мировых компаний в этой области: Alstom, General Electric, Siemens, Stadler, Talgo, Wabtec, Wartsila. В ближайшие годы планируется реализация программ по увеличению уровня локализации продукции на этих производствах. Если учесть, что в ближайшие 5 лет ожидается профицит мощностей производителей ЕЭП по всем основным товарным позициям, чувствительность к снижению цен, уменьшение объемов производства, социальную политику, то действия по развитию отрасли должны быть направлены на сохранение стабильного внутреннего спроса и развитие экспорта.

**Насколько конкурентоспособен отечественный подвижной состав сегодня? Каков спрос на него за рубежом?**

Каждый европейский производитель работает в тесной связке с правительством и Еврокомиссией – все это позволяет защищать свою продукцию и продвигать компанию на рынки зарубежных стран. Технические реше-

ния и новации, которыми мы располагаем, не являются для зарубежных потребителей определяющим фактором, однако холдинг принимает активное участие и в российских, и в зарубежных тендерах. Например, в последние годы была построена партия дизель-поездов для Сербии. Они уже успешно эксплуатируются на Украине, в Литве, Венгрии, Чехии. Метропоезда работают в Болгарии, Азербайджане, Армении, Грузии, Беларуси, Узбекистане, Польше, Украине. С 2009 года маневровая техника эксплуатируется в странах Балтии. В настоящее время там работает 59 маневровых тепловозов ТЭМ. По данным Латвийской железной дороги, экономия топлива такими тепловозами составляет до 37% на маневровых и до 45% на вывозных работах по сравнению с тепловозами ранних серий. По своим характеристикам эти локомотивы способны заменить в работе две машины предыдущих поколений.

Новые пассажирские вагоны с 2007 года эксплуатируются на территории Беларуси, Литвы, Украины, Казахстана. Во 2-м полугодии текущего года запланирована поставка в Монголию вагонов на базе моделей 61-4440 и 61-4445. Все вагоны рассчитаны на срок службы до 40 лет, скорость – до 160 км/ч.

Могу сказать, что у российских производителей есть все, чтобы быть конкурентоспособными и в дальнейшей перспективе, в частности инжиниринговые центры, современные проектные мощности, опыт конструкторских школ.

**Какие основные мировые тренды в создании подвижного состава вы бы отметили?**

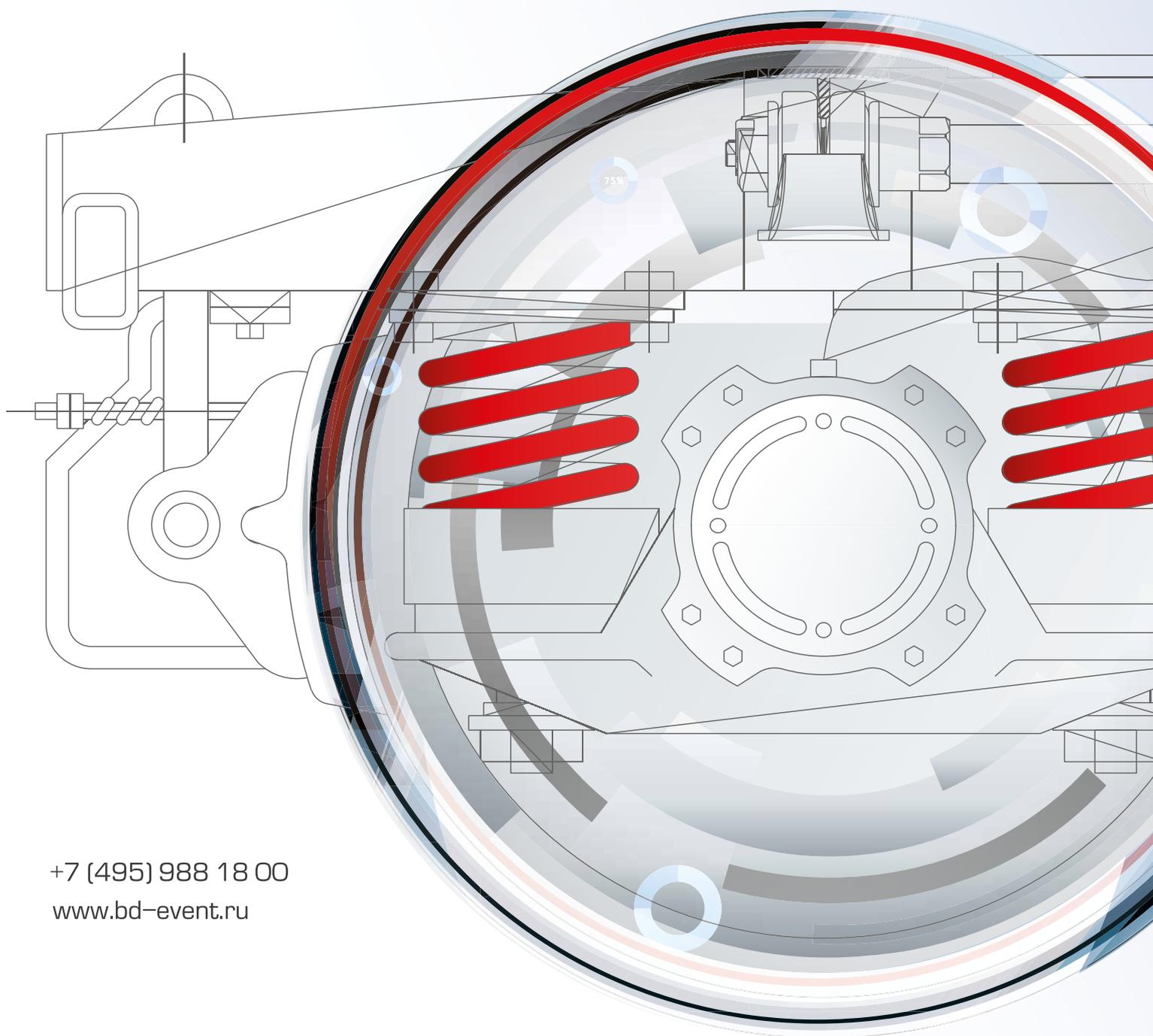
Я бы выделил 3 основных тренда. Во-первых, это создание базовых платформ. Такой подход дает производителям возможность быстро и с минимальными затратами создавать продукцию, максимально соответствующую техническим требованиям заказчика. Во-вторых, модульность конструкции. Благодаря этому инструменту происходит быстрая замена одних блоков на другие, что кардинально может изменять потребительские свойства продукции. В-третьих, это применение унификации при проектировании и производстве техники. (§)

*Беседовала Елизавета Матвеева*

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ: ПАРТНЕРСТВО ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ 1520 И 1435

24 сентября 2014 года  
Германия, Берлин



+7 (495) 988 18 00  
[www.bd-event.ru](http://www.bd-event.ru)

реклама

генеральный партнер



ОАО «РЖД»

организатор



генеральные информационные партнеры



## Грузовой подвижной состав. Жизненный цикл от проектирования до утилизации

Одноименная международная научно-практическая конференция НП «ОПЖТ», организованная совместно с ОАО ХК «СДС-Маш», собрала 27-29 мая более 170 человек. Среди участников – представители железнодорожных администраций Беларуси, Литвы, Латвии, Эстонии, Казахстана. Модератором конференции выступил вице-президент по машиностроительной отрасли ОАО ХК «СДС-Маш» Дмитрий Медведев, председателем – президент НП «ОПЖТ» Валентин Гапанович.

В первый день работы конференции гости региона посетили градообразующее предприятие Новоалтайска – ОАО «Алтайвагон», ознакомившись с производством грузового подвижного состава. Несмотря на непростую экономическую ситуацию в стране и отрасли, завод уверенно держится на ногах, так как в последние годы была проведена политика внедрения новейших технологий и разработок.

Так, завод располагает автоматизированной линией по производству роликовых колесных пар, проект по которым был запущен в 2010 году и рассчитан на производство 36 000 колесных пар в год. «Уникальность линии заключается в том, что управление процессами изготовления колесных пар, их маркировки и идентификации, геометрического и неразрушающего контроля выполняется через центральный компьютер. Такая схема управления позволяет фиксировать и сохранять параметры оси, колеса и колесной пары на всех стадиях технологической цепочки и свести к минимуму влияние человеческого фактора. Линия позволяет изготавливать колесные пары различной конструкции, в том числе и для тележки с нагрузкой 25 т на ось. Общая стоимость проекта составила около 1,5 млрд руб, окупаемость – около 5 лет», – отметил глава ОАО ХК «СДС-Маш» Дмитрий Медведев.

Мощности завода рассчитаны на выпуск 9 000 грузовых вагонов/год, также на нем возможно проведение ремонта грузового подвижного состава до 1 500 ед./год. В этом году завод выиграл тендер ОАО «РЖД» на поставку 1 700 инновационных крытых вагонов с увеличенным объемом кузова.

Гостям был показан испытательный центр технических средств железнодорожного

транспорта, который создан на базе завода. Центр оснащен уникальным для России оборудованием. В прошлом году оно было дополнено универсальной машиной MTS (США), позволяющей создавать нагрузку для испытания боковых рам в трех плоскостях с показателями максимального давления по вертикали до 200 т, а по вспомогательным направлениям – до 100 т. Это позволяет качественно и эффективно проводить исследования ходовых частей пассажирских и грузовых вагонов, а также металлопродукцию машиностроения.

Понятно, что любая железнодорожная техника подлежит обязательной оценке соответствия по безопасности. Для этого на территории России есть ряд экспериментальных центров. По словам Валентина Гапановича, на площадке Алтайвагона в увязке с производителями грузовых вагонов планируется создать еще один полигон, который позволит проводить ходовые испытания новой железнодорожной техники. Ориентировочно этот проект будет реализован ко Дню железнодорожника в 2015 году. Смысл в строительстве такого полигона для производителей подвижного состава заключается еще и в том, что заводу не придется отправлять построенные вагоны через всю страну, что даст экономию времени и средств за счет новой площадки, а также позволит развить не только Алтайский край, но близлежащие регионы. «Для реализации проекта будет выбран тот участок пути, где потребуются минимальные затраты», – добавил он.

Следующий день полностью был посвящен дискуссионной составляющей мероприятия. В ходе нее участники рассмотрели перспек-



приятый, направленных на создание нормативной базы по проведению испытаний узлов и деталей грузовых вагонов.

Также состоялось подписание договора о взаимодействии между НП «ОПЖТ» и ЗАО «Испытательный центр технических средств железнодорожного транспорта». Завершением конференции в Алтайском крае стало посещение Рубцовского филиала ОАО «Алтайвагон».

Плотная трехдневная работа обозначила для всех участников дальнейший путь развития грузового вагоностроения, обогатила новыми идеями и решениями каждого специалиста отрасли, позволила наметить повестку для последующих мероприятий. ☎

тивы развития вагоностроения до 2020 года, подняли вопросы обеспечения качества и надежности грузовых вагонов в эксплуатации, обсудили роль испытательного центра в доказательстве качества и надежности вагонного литья. Также в докладах были освещены вопросы технического регулирования, внедрение новых стандартов Таможенного союза, реализация программы стандартизации НП «ОПЖТ» в области вагоностроения и ремонта.

Особое внимание было уделено применению конструкционных и технологических решений для повышения качества и эксплуатационной надежности элементов вагонной тележки, разработке методики испытаний боковых рам и надрессорных балок и унификации тележек грузовых вагонов, неразрушающему контролю и диагностике литых деталей тележек.

В рамках конференции между НП «ОПЖТ» и ОАО ХК «СДС-Маш» было подписано соглашение о сотрудничестве на пять лет. Согласно документу стороны намерены совместно участвовать в проведении исследований и испытаний несущих конструкций подвижного состава грузовых вагонов на железнодорожном транспорте.

Основные области сотрудничества сторон – организация и проведение совместных мероприятий по ритмичной загрузке по проведению ресурсных испытаний боковых рам и надрессорных балок грузовых вагонов различных конструкций, расширение области работы испытательного центра по ресурсным испытаниям несущих конструкций подвижного состава и элементов инфраструктуры.

В рамках реализации соглашения ООО «ЦТК» будет осуществлять комплекс меро-

Реклама

**НВК**  
НОВАЯ ВАГОНРЕМОНТНАЯ КОМПАНИЯ

- + Гибкие цены
- + Высокое качество
- + Клиентский сервис
- + Минимальный простой

**Ремонт вагонов**  
2 собственных депо  
(ВРД Арчеда; ВРД Унеча)

**Реализация деталей**  
полученных в результате  
самостоятельной разделки вагонов

[www.nvk-depo.ru](http://www.nvk-depo.ru)

## Россия – Германия: перспективы сотрудничества

С 5 по 6 июня в Республике Татарстан проходила совместная международная конференция НП «ОПЖТ», Союза железнодорожной промышленности Германии (VDB) и правительства Татарстана, посвященная перспективам российско-германского сотрудничества в области железнодорожного машиностроения. Председатели – президент НП «ОПЖТ» Валентин Гапанович, вице-президент НП «ОПЖТ» Николай Лысенко, президент VDB Мартин Ланге. Делегацию правительства Татарстана возглавил Равиль Зарипов, заместитель премьер-министра – министр промышленности и торговли республики. В мероприятии приняли участие более 160 представителей российских и европейских компаний.



Делегаты международной конференции в Казани

Площадка в Казани была выбрана неслучайно. По словам Равиля Зарипова, перед Республикой поставлена задача удвоить к 2020 году валовый региональный продукт. В основе притягательности региона для инвесторов и бизнес-партнеров лежит перспектива строительства ВСМ Москва – Казань и реализация целого ряда других транспортных проектов. Рабочие дни международной конференции начались с биржи кооперации (особый формат взаимодействия участников друг с другом, позволяющий найти клиентов и партнеров, наладить контакты, обменяться положительным опытом), после которой состоялось два круглых стола: «Внедрение стандарта IRIS» и «Система бережливого производства». На одном из них были вручены сертификаты IRIS ОАО «Тверской вагоностроительный завод», ООО «ТПФ «Раут», ОАО «Центросвармаш», ООО «НПО САУТ» и ОАО «Электромеханика».

Вторая часть дня прошла на территории предприятия ОАО «Казанькомпрессормаш»

и иннополисе ГК «ИНВЭНТ». В рамках экскурсии делегаты ознакомились с производством кабельной продукции и электрических шкафов.

По итогам первого дня работы были составлены деловые протоколы, которые саккумулировали в себе все озвученные договоренности. В частности, был намечен ряд задач по обеспечению внедрения стандарта IRIS, принято решение о создании совместной рабочей группы НП «ОПЖТ» и VDB по подготовке к выставке InnoTrans 2014. Так первый день, в который удалось обсудить наболевшие темы, подготовил всех к следующему.

Второй день открыла конференция, на которой участники определили четыре приоритетные области взаимодействия:

- совместные проекты и создание в Татарстане инновационного кластера железнодорожного машиностроения;
- гармонизацию нормативно-технического законодательства России и Германии. Для этого НП «ОПЖТ» и VDB намерены вклю-

чить своих наблюдателей в комиссии по выработке железнодорожных технических стандартов;

- совместное продвижение международного стандарта железнодорожной промышленности IRIS в России и на пространстве СНГ;
- внедрение инновационных разработок на промышленных предприятиях железнодорожного машиностроения. Стороны намерены обмениваться опытом реализации инновационных программ.

Все достигнутые в ходе конференции соглашения были закреплены в резолюции, принятой по ее итогам. Подписи под ней поставили Валентин Гапанович, Мартин Ланге и Равиль Зарипов.

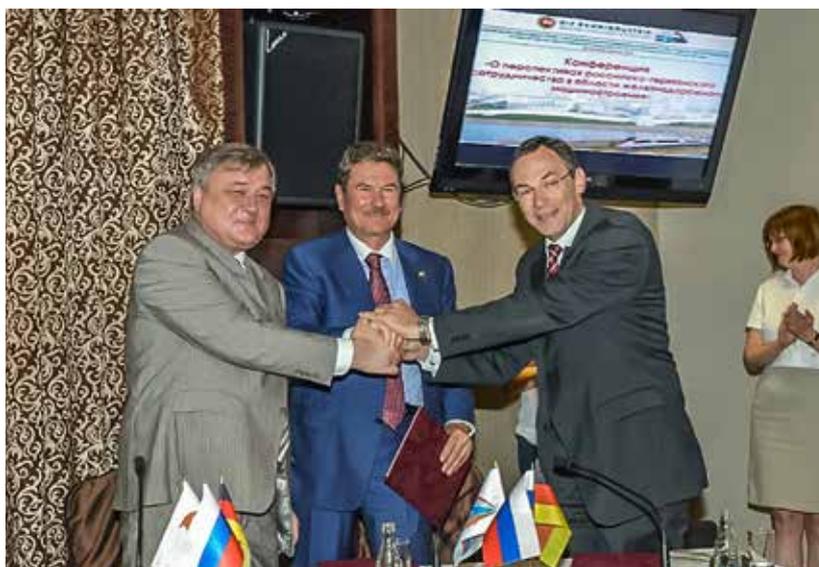
На конференции был также подписан бессрочный меморандум о сотрудничестве в области разработки и локализации тормозного оборудования для инновационных грузовых вагонов между НП «ОПЖТ» (Валентин Гапанович) и компанией «Кнорр-Бремзе» (Роберт Вассмер, председатель совета директоров). С точки зрения обеих сторон внедрение инновационного тормозного оборудования позволит повысить уровень безопасности движения на сети ОАО «РЖД», снизить стоимость жизненного цикла подвижного состава и негативное воздействие на инфраструктуру, а также увеличить межремонтный пробег. Согласно подписанному документу компания «Кнорр-Бремзе» намерена постоянно расширять номенклатуру тормозного оборудования для локализации производства в России.

Еще один меморандум о взаимопонимании и сотрудничестве был подписан между Партнерством и Федеральным союзом содействия развитию экономики и внешнеэкономических связей BWA (Херберт Мротцек, почетный сенатор BWA, Германия). Согласно документу приоритетными направлениями сотрудничества сторон станут взаимодействие в области создания испытательных центров железнодорожного подвижного состава и совершенствования систем диагностики железнодорожной инфраструктуры (скоростные и высокоскоростные направления).

После конференции участники посетили передвижной выставочно-лекционный ком-



Участники конференции



В. А. Гапанович, Р. Х. Зарипов, М. Ланге (слева направо)

плекс (ПВЛК), который третий год курсирует по всей стране.

В завершение конференции Валентин Гапанович отметил, что взаимодействие с партнерами из Германии и подписанные документы будут работать на благо развития железнодорожной промышленности, придадут импульс дальнейшим разработкам инновационной техники, гармонизации стандартов на европейском пространстве. По его словам, такой базис закладывается уже сегодня в виде совместных испытательных центров и лабораторий, аккредитованных и в России, и в Германии. ☎

## Стратегическое партнерство 1520: предложения для экономического роста

С 18 по 20 июня в Сочи в девятый раз прошел международный бизнес-форум «Стратегическое партнерство 1520». Делегаты из 25 стран мира – руководители и представители федеральных органов власти, транспортных компаний, машиностроительных предприятий, независимые эксперты и ученые – встретились для того, чтобы обсудить накопившиеся вопросы в железнодорожной отрасли, найти пути решения в непростое в экономическом и политическом плане время.

Обращаясь к делегатам форума, глава ОАО «РЖД» Владимир Якунин отметил важность ежегодного мероприятия и возрастающий интерес к нему со стороны международного сообщества. «С каждым годом «Стратегическое партнерство 1520» собирает все больше профессионалов железнодорожной отрасли с разных уголков Евразийского континента, становясь масштабной и значимой деловой площадкой», – отметил президент ОАО «РЖД».

В процессе дискуссии на форуме подчеркнули, что на сегодня для России инфраструктурные проекты – один из основных источников роста. «Снятие инфраструктурных ограничений является ключевым элементом развития нашей экономики в предстоящий период», – отметил президент-председатель правления ОАО «ВТБ» Андрей Костин.

Отдельной темой первого дня работы форума стала дискуссия «Макроэффекты высокоскоростного и скоростного сообщения», в ходе которой участники обсудили особенности строительства и эксплуатации высокоскоростных магистралей, а также отметили их особый приоритет для России. Представи-

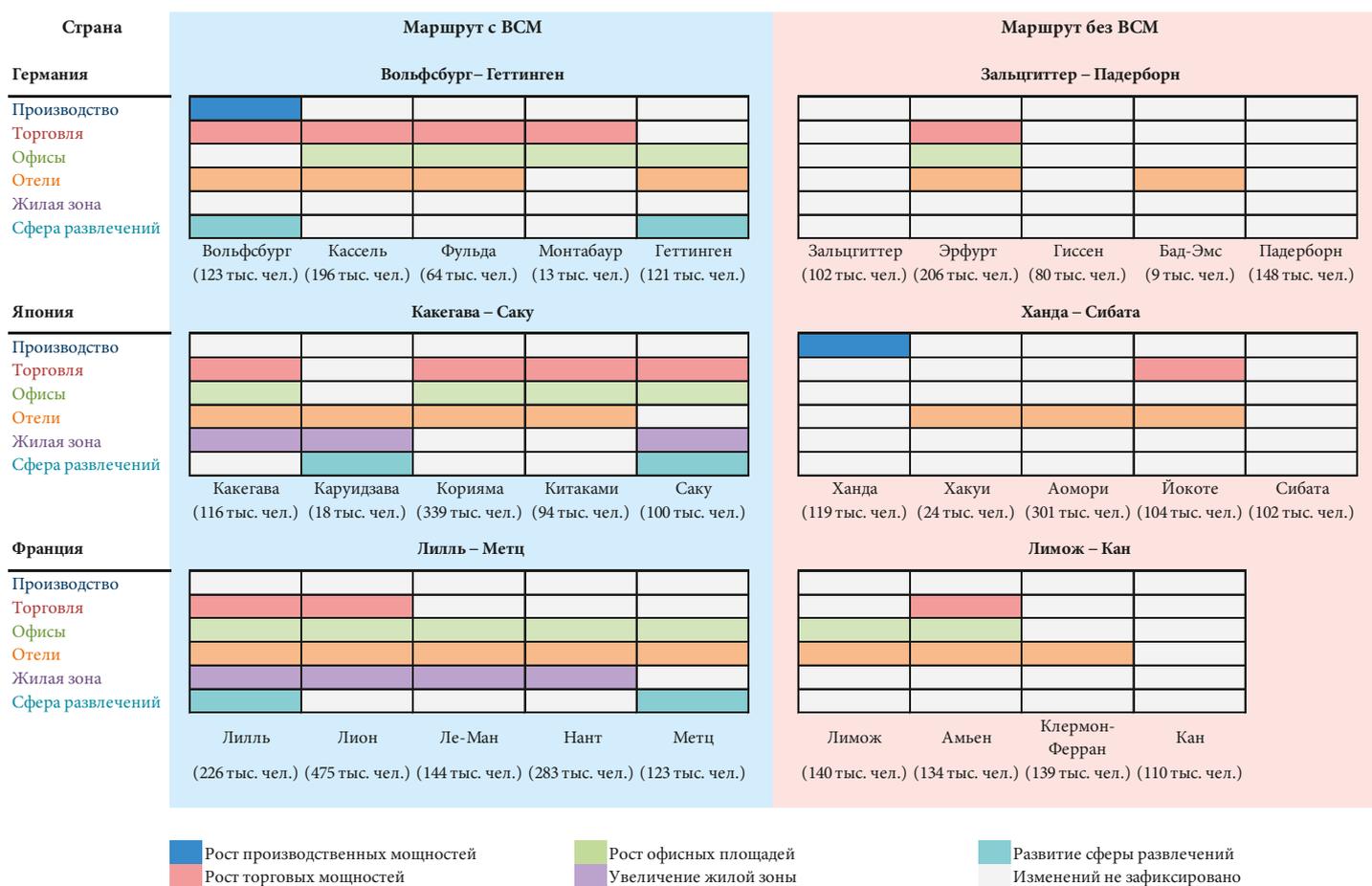
тель Deutsche Bahn International Оливер Питц в своей презентации показал интересный пример влияния запуска высокоскоростного сообщения на комплексное социально-экономическое развитие тех населенных пунктов, где останавливаются высокоскоростные поезда. Оценка была представлена по трем странам: Германии, Японии, Франции (см. рис.). По словам Александра Мишарина, первого вице-президента ОАО «РЖД», реализация проекта ВСМ Москва – Казань позволит изменить условия жизни россиян и стимулирует развитие экономики России. Так, это принесет 11,7 трлн руб. дополнительного прироста ВВП России в первые 10 лет.

В заключение первого рабочего дня участники обсудили тему интермодальности и функциональности в железнодорожных перевозках. Мультимодальный билет и консолидация с другими видами транспорта – будущее железных дорог, по мнению гостей и экспертов форума. «Интермодальность – это наша ключевая цель. Мы должны создать билет, который бы воспринимался всеми участниками рынка и позволял любому пассажиру эффективно организовывать свою поездку», – акцентировал внимание участников генеральный директор ООО «Универсальная финансовая система» Дмитрий Витчинка.

Значительное внимание на форуме было уделено и машиностроению, вопросам внедрения инновационных технологий, обеспечению спроса на подвижной состав. В ходе дискуссии «Новая индустриализация. Транспортное машиностроение и третья промышленная революция» старший вице-президент ОАО «РЖД», президент НП «ОПЖТ» Валентин Гапанович представил ряд технических решений, которые могут появиться в ближайшей перспективе. Так, для снижения воздействия локомотивов на путь было



Выступление Владимира Якунина



Анализ развития территорий, прилегающих к станциям (в радиусе ок. 1 км)

Источники: О. Питц, DB International, «ВСМ как инструмент территориального развития регионов», 19.06.2014 (презентация), wikipedia.

предложено внедрение рессорных тележек и создание адаптивных систем управления асинхронным тяговым приводом, оптимизирующих динамических нагрузок в контакте «колесо-рельс». Для обеспечения электромагнитной совместимости и снижения уровня помех, создаваемых тяговым подвижным составом, на локомотивах будут установлены новые типы антенн, фильтрующих устройств и средств радиосвязи.

Отдельно Валентин Гапанович отметил и организованное производство инновационных колес на Выксунском металлургическом заводе, перспективы начала выпуска на Коломенском заводе новых дизелей Д500, предназначенных для грузовых локомотивов. Ряд решений по оптимизации работы подвижного состава – совершенствование алгоритмов управления тяговым приводом и применение в электровозах двух параллельно включенных тяговых трансформаторов – также будет способствовать повышению эффективности перевозочного процесса.

Однако успешность внедрения данных решений напрямую зависит от обеспеченности спроса со стороны ОАО «РЖД». Решение государства о заморозке тарифов в 2014 году существенным образом сказалось на инвестиционных возможностях компании, в том числе в области обновления подвижного состава.



Пленарная дискуссия «Закон Ома для транзитных коридоров: как повысить проводимость и снизить сопротивление?»



Подписание протокола встречи по вопросам организации транзитных перевозок в рамках реализации проекта создания ОТЛК. Аскар Мамин, Владимир Якунин, Владимир Морозов (слева направо)

ва. Как сообщил руководитель департамента исследований железнодорожного транспорта Института проблем естественных монополий (ИПЕМ) Владимир Савчук, недостаток инвестиций ведет к ограничению заказов на новые локомотивы, что грозит не только замедлением темпов внедрения новых технологий, но и дефицитом локомотивной тяги на сети. Впоследствии начнется стагнация локомотивостроительных предприятий, сократится грузовая база, уменьшится прибыль компании. Это, в свою очередь, приведет к нехватке инвестиционных ресурсов. Владимир Савчук указал на механизм лизинга подвижного состава как на возможный путь выхода из складывающегося проблемного круга.

В рамках форума были также заключены крупные международные соглашения по стратегическим направлениям развития железных дорог, а также контракты на поставку и обслуживание железнодорожной техники. Сумма подписанных контрактов по итогам двух дней форума составила 140 млрд руб., что в 14 раз превысило аналогичный показатель предыдущего года.

ОАО «РЖД» и ЗАО «Трансмашхолдинг» подписали трехлетний контракт на поставку в период 2015-2017 годов 1 008 локомотивов (магистральных и маневровых тепловозов, магистральных электровозов) на сумму около 100 млрд руб.

ЗАО «НПК «ОВК» и ОАО «ВРК-3» подписали соглашение о сервисном обслуживании инновационных грузовых вагонов. Соглашение о сотрудничестве в области инновационной высокотехнологичной продукции верх-

него строения пути было заключено между ОАО «ВНИИЖТ» и ООО «ЕвразХолдинг».

ОАО «БетЭлТранс» (ОАО «БЭТ», дочерняя компания ОАО «РЖД») и немецкая компания Vossloh подписали соглашение о создании совместного предприятия по производству элементов рельсового скрепления типа W-30.

В рамках форума было также подписано два меморандума о взаимопонимании: между ООО «РЖД Интернешнл» и ООО «Альстом Транспорт Рус»; между ООО «Проектный офис ОТЛК» и компанией GEFSCO SA. Дополнительные соглашения к меморандуму о взаимопонимании подписали ООО «Проектный офис ОТЛК» и компания DHL Global Forwarding China.

Президент ОАО «Российские железные дороги» Владимир Якунин, президент АО «НК «Казахстанская железная дорога» Аскар Мамин и начальник ГО «Белорусская железная дорога» Владимир Морозов подписали протокол встречи по вопросам организации транзитных перевозок в рамках реализации проекта создания Объединенной транспортно-логистической компании (ОТЛК).

Подписано соглашение о сотрудничестве по созданию на площадке НП «ОПЖТ» независимой структуры в области проведения технических аудитов вагоноремонтных предприятий. Саморегулируемая организация НП «Совет рынка услуг операторов железнодорожного подвижного состава» (НП «СОЖТ») и НП «ОПЖТ» подписали соглашение о сотрудничестве и взаимодействии.

Трехлетнее соглашение о сотрудничестве заключили также ОАО «РЖД» и НП «ОПЖТ». Стороны договорились организовать и финансировать совместный конкурс на присуждение грантов молодым ученым для проведения научных исследований, реализация которых на железнодорожном транспорте поможет создать новую технику и передовые технологии.

В рамках церемонии закрытия состоялось торжественное награждение работников ОАО «РЖД» и представителей строительных компаний, внесших вклад в возведение инфраструктурных объектов и транспортное обеспечение XXII Олимпийских и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в Сочи. Владимир Якунин вручил награды железнодорожникам со словами: «Именно благодаря этим людям сказка стала былью». 

## Выездной семинар НП «ОПЖТ» в Австрии

С 16 по 20 июня в Австрии проходил организованный НП «ОПЖТ» обучающий семинар, в рамках которого российская делегация посетила производственные площадки компаний Voestalpine и Plasser&Theurer.

На производственной площадке Voestalpine в г. Донавиц участников семинара познакомили с технологией производства 120-метровых закаленных рельсов. Предприятие является также единственным в мире производителем бейнитных рельсов, которые предназначены для эксплуатации в условиях повышенной повреждаемости дефектами контактной усталости. По прогнозам производителя, их применение позволит отказаться или значительно уменьшить периодичность шлифовки для удаления поверхностных дефектов, а также пересмотреть временные промежутки дефектоскопирования.

Особенностью производства в Донавице является закалка только головки рельса для получения мелкоперлитной структуры. Лабораторные и стендовые испытания показали, что бейнитные рельсы типа Р65 полностью соответствуют требованиям разработанного сертификационного базиса и нормам безопасности.

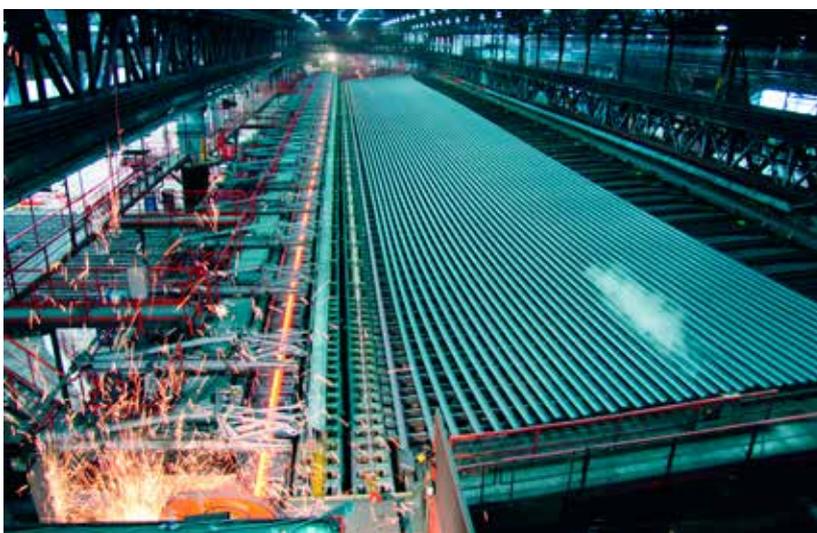
В настоящее время начаты полигонные сертификационные испытания рельсов на экспериментальном кольце ОАО «ВНИИЖТ» для принятия решения о дальнейшем использовании этой продукции на инфраструктуре ОАО «РЖД».

В ходе семинара состоялось посещение завода компании Voestalpine по проектированию и производству стрелочных переводов, расположенного в г. Цельтвег. Предприятием разработан стрелочный перевод для организации высокоскоростного движения до скоростей 380 км/ч. Участников семинара заинтересовали разработки предприятия, при этом особо было отмечено техническое решение по интегрированию роликов в упругую подкладку крепления подвижной части стрелочного перевода. Основными преимуществами этого решения являются уменьшение усилия для перевода стрелки и отсутствие смазки в процессе всего жизненного цикла стрелочного перевода.



Сотрудники Voestalpine и участники семинара на площадке Voestalpine, г. Донавиц

Завод компании Plasser&Theurer в г. Линц, который посетили участники семинара, специализируется на производстве путевых машин, оборудования и инструментов для строительства, текущего содержания и ремонта железнодорожных путей и контактной сети. Представители завода провели презентацию, посвященную вопросам обеспечения качества производства путевых машин и особенностям сертификации продукции при поставках на различные рынки. Также российскую делегацию ознакомили с цехами механообработки, сварки, покраски и сборки путевых машин. 



Производство бейнитных рельсов типа Р65, Voestalpine, г. Донавиц

## Испытание научной зрелости

*Расчетам не верит никто (кроме самих расчетчиков),  
Испытаниям верят все (кроме самих испытателей).*

*Научная мудрость*



**О. Н. Назаров,**  
кандидат  
технических  
наук

Цитата, вынесенная в эпиграф, содержит основное правило, которым руководствуются ученые, занимающиеся прикладными исследованиями в технических областях знаний. Математическое моделирование физических процессов и экспериментальные исследования – два важнейших источника знаний и две неразрывные составные части истинно научного подхода к получению и развитию знаний.

Достоверность математической модели должна быть подтверждена численными и натурными экспериментами. Учитывая, что каждая модель основана на цепочке гипотез, идеализаций и упрощений функциональных связей реального объекта, то и доказательство ее достоверности должно проводиться не в какой-то одной случайной точке или в одном случайном эксперименте, а системно во всем диапазоне изменяемых параметров. Только после экспериментальной проверки математическая модель может заслуживать доверия. Затраты на подтверждающие натурные эксперименты обычно многократно превышают затраты на разработку математического аппарата модели, поэтому создание признанной научным сообществом математической модели – дело очень сложное и хлопотное.

К сожалению, в железнодорожном транспорте только для очень небольшого числа моделей реально доказана достоверность. При этом большинство проверенных моделей разрабатывается для персонального использования учеными, и только единицы можно классифицировать как коммерческий продукт для широкого применения специалистами. Одна из таких моделей изложена, например, в «Правилах тяговых расчетов для поездной работы». Есть и другие примеры.

Около 100 лет потребовалось российской железнодорожной науке для создания школ экспериментальных исследований и испытаний железнодорожной техники. Современные испытания представляют собой сложный технологический процесс, в котором аккредитация лаборатории и собственно проведение измерений – это небольшая видимая часть

айсберга; многие сопровождающие процессы обычно скрыты от глаз непосвященного. Развитие науки требует непрерывного участия специалистов в исследованиях, направленных на совершенствование и разработку новых методов, измерительных систем и средств испытаний, а также специального программного обеспечения для моделирования условий проведения испытаний, для автоматизации процессов измерений, обработки, фильтрации, визуализации, анализа измеренных данных, для расчета итоговых показателей и оценки их погрешности. Сегодня, чтобы быть испытателем, совершенно недостаточно иметь измерительный прибор и документ под названием «Методика...» – надо быть исследователем.

К сожалению, на исследователя или испытателя не учат в образовательных учреждениях. Такие специалисты воспитываются в научных коллективах в ежедневной практической работе. Необходимо не менее 5-7 лет для формирования у молодого ученого знаний и навыков испытателя.

Хотя это странно, но сейчас, в годы расцвета воинствующего нигилизма, тезис из эпиграфа перестал быть актуальным. Под видом математических моделей современными чиновниками легко и на веру принимается яркая и красивая 3D-анимация; неумелые и бессистемные практические опыты теперь тоже называются испытаниями. Делают их обычно малокомпетентные в науке, но очень амбициозные люди, и, что удивительно, никто не сомневается в результатах таких «исследований».

Я не понимаю, что происходит. Срабатывает ли тот самый тезис, что испытаниям верят все? Не знаю, но очевидно, что мошенники от науки процветают, а у чиновников, принимающих стратегические решения, больше не работают защитные инстинкты.

На самом же деле достоверность результатов научных исследований – это вопрос не веры, а ответственности как ученого, так и чиновника. И дело, видимо, в той самой научной зрелости, которой нам сейчас так не хватает. 📄

## Транспортная неделя-2014

С 1 по 6 декабря в Москве на площадке Гостиного Двора, ставшей традиционной, в восьмой раз пройдет «Транспортная неделя».

В рамках пленарной дискуссии предполагается рассмотреть условия, необходимые для старта и успешной реализации крупномасштабных проектов в области транспортной инфраструктуры.

В ходе работы «Транспортной недели-2014» пройдет VIII Международный форум и выставка «Транспорт России», деловой завтрак Министра транспорта Российской Федерации, II Форум транспортного образования, форум «Молодые ученые транспортной отрасли», международный дорожный конгресс «Road Traffic Russia-2014. Организация дорожного движения в РФ», VI Общероссийская спартакиада студентов и всероссийский фестиваль творчества студентов транспортных вузов «ТранспАрт-2014».

Ежегодно участниками ключевого отраслевого мероприятия, собирающего представи-

телей всех без исключения видов транспорта, становятся более 2000 человек из России и стран ближнего и дальнего зарубежья. На 3500 м<sup>2</sup> свои инновационные разработки представят свыше 80 ведущих компаний транспортной отрасли.

На прошедшей в 2013 году «Транспортной неделе» состоялась демонстрация проектов по развитию Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей, а также ВСМ, Центральной кольцевой автомобильной дороги, развитию порта Тамань, московского транспортного и московского авиационного узлов. Выставку осмотрели свыше 7 000 посетителей. Было подписано рекордное количество стратегически важных для отрасли соглашений.

Со статистикой «Транспортной недели-2013» можно ознакомиться на официальном сайте мероприятия: <http://transweek.ru>.

Соорганизатор: Министерство транспорта Российской Федерации  
Организатор: ООО «Бизнес Диалог»

Дополнительную информацию вы можете получить в пресс-центре «Бизнес Диалог»:  
Тел.: +7 (495) 988 28 01  
[media@bd-event.ru](mailto:media@bd-event.ru)



**1-6 декабря 2014 года**  
Россия, Москва, комплекс «Гостиный двор»



Соорганизатор:  
Министерство транспорта  
Российской Федерации  
Минтранс России

Организатор:



## Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: 1-е полугодие 2014 года

В 2008 году для решения задачи по оперативному и достоверному мониторингу влияния экономического кризиса на российскую промышленность Институт проблем естественных монополий (ИПЕМ) по инициативе Минпромторга РФ разработал два индекса, альтернативных индексу промышленного производства Росстата: ИПЕМ-производство и ИПЕМ-спрос. Их расчет основывается на косвенных интегральных показателях – потреблении электроэнергии и погрузке грузов на железнодорожном транспорте. Эти данные отличаются высокой достоверностью и оперативностью, поэтому имеют определенные преимущества и исключают многие недостатки ИПП Росстата. Опыт расчета индексов показал, что их актуальность велика и в период отсутствия экономических потрясений, более того, на основе сравнения динамики индексов производства и спроса можно с высокой степенью достоверности оценивать вероятность наступления кризисных явлений в экономике и промышленности.

### Основные результаты расчета индексов

По итогам II квартала 2014 года индексы ИПЕМ-производство и ИПЕМ-спрос синхронно показали отрицательную динамику, снизившись на -1,3% и -1,4% соответственно к аналогичному периоду прошлого года (рис. 1).

За январь – июнь 2014 года индекс ИПЕМ-производство упал на -1,7% к аналогичному периоду прошлого года. Индекс ИПЕМ-спрос также снизился. Падение с начала 2014 года

составило -1,6%. Впервые со времени кризиса 2009 года индекс ИПЕМ-производство ушел в минус в полугодовом исчислении. Так, в 2013 году индекс за 6 месяцев (январь – июнь) составил +0,6% к аналогичному периоду 2012 года, в 2012-м – +2,8%, в 2011-м – +4,3%, в 2010-м – +7,8%.

Тренд со снятием сезонности показывает, что к середине 2014 года характер движения

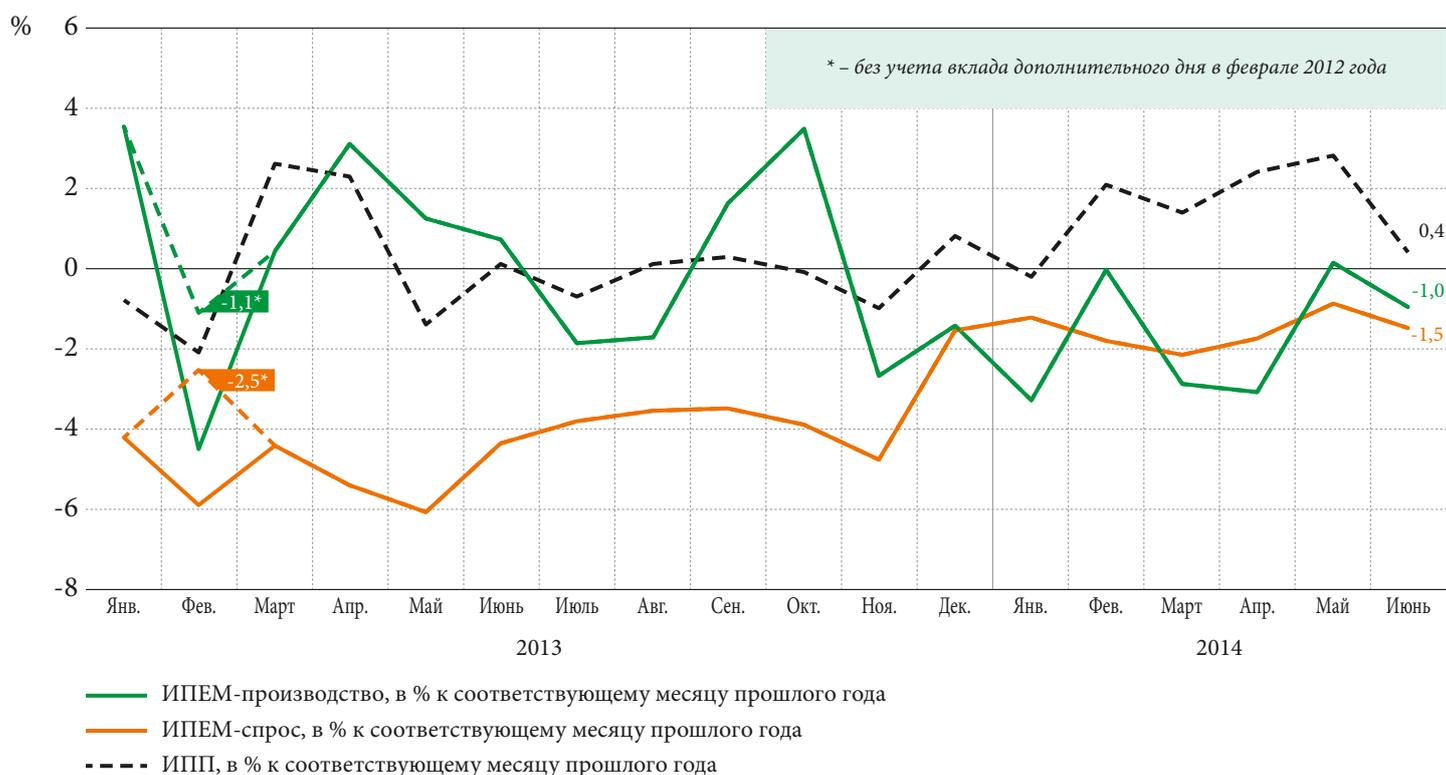


Рис. 1. Динамика индексов ИПЕМ в 2013-2014 годах (к соответствующему месяцу прошлого года)

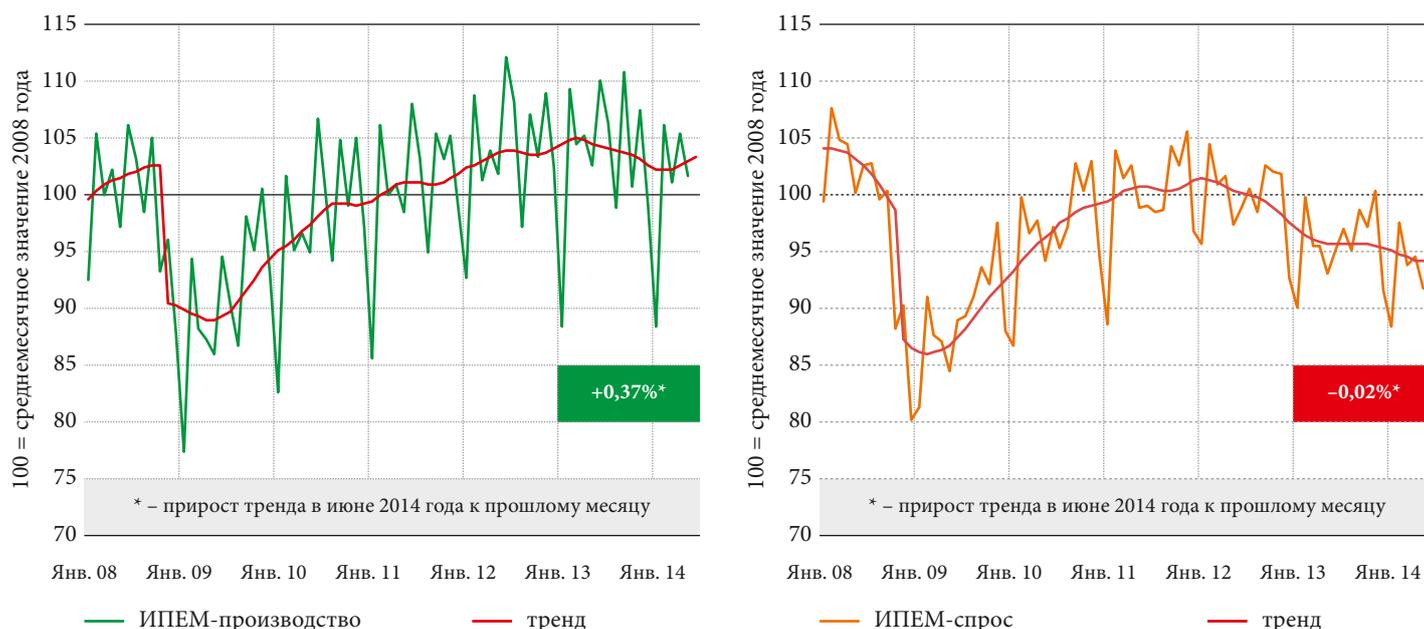


Рис. 2. Динамика индексов ИПЕМ в 2008-2014 годах (тренд со снятием сезонности)

индексов изменился. Индекс ИПЕМ-производство продолжил восстановительный рост, начатый еще весной, а индекс ИПЕМ-спрос закончил затяжное снижение (рис. 2). С начала 2014 года постепенно происходит замедление темпов падения спроса: тренд в феврале 2014 года к прошлому месяцу составил -0,31% и постепенно дошел до нулевого уровня к концу июня. Несмотря на выправляющуюся динамику трендов, ситуация баланса спроса и производства остается неустойчивой.

Значительное замедление роста спроса, наблюдавшееся с небольшими оживлениями с середины 2012 года, обусловило падение производственной активности в 2013 году. Индекс ИПЕМ-производство колебался в очень широком диапазоне значений, главным образом на фоне несколько волатильных результатов деятельности отдельных отраслей ТЭК. В этот период длительное разнонаправленное движение производства и спроса привело к росту остатков грузов на складах грузоотправителей. Это выглядит вполне логично, так как объемы складских остатков растут, когда есть разрыв в динамике индексов.

Наметившаяся в конце 2013 года предкризисная фаза в промышленном секторе в первой половине 2014 году сменилась фазой стабильности, характеризующейся

отсутствием и роста, и падения. Движения индексов можно охарактеризовать как поиск точки равновесия в условиях замедления экономической активности. В начале 2014 года низкий уровень спроса вынудил промышленные предприятия скорректировать производственные планы. Таким образом, значительное замедление индекса производства вплоть до отрицательных значений в июне 2014 года происходило на фоне снижения темпов падения индекса спроса, что привело к прекращению роста складских остатков (в сопоставимом исчислении и за январь – июнь 2013 года, и за первые 6 месяцев 2014 года среднemesячный уровень остатков составил 24,1 млн т).

Высокий уровень остатков в 2014 году поддерживается прежде всего за счет строительных грузов, доля которых в общем объеме складских остатков выросла с 24,7% в 2012 году и 28,7% в 2013 году до 32,5% (7,5 млн т) во II квартале 2014 года.

Судя по имеющимся тенденциям, в ближайшие месяцы будет наблюдаться снижение уровня складских остатков за счет их приоритетной реализации покупателям, сопровождающееся корректировкой производственных планов предприятий и снижением производственной активности.

## Результаты расчета индексов в разрезе отраслевых групп

Значения индекса ИПЕМ-спрос в разрезе секторов за январь – июнь 2014 года по отношению к соответствующему периоду прошлого года:

- добывающие отрасли: -0,2% (-0,1% – в I квартале, -0,3% – во II квартале);
- низкотехнологичные отрасли: +4,8% (+6,9% – в I квартале, +2,8% – во II квартале);
- среднетехнологичные отрасли: -1,3% (-1,6% – в I квартале, -0,9% – во II квартале);
- высокотехнологичные отрасли: -16,3% (-20,7% – в I квартале, -12,3% – во II квартале).

Тренды развития секторов со снятием сезонности (рис. 3) показывают, что:

- спрос в секторе среднетехнологичных отраслей к середине 2014 года находится на небольшом подъеме после двухлетнего понижающего тренда, наблюдавшегося в 2012-2013 годах. Основным драйвером роста является стабильно высокий уровень спроса на химические и минеральные удобрения (+5,6% – за II квартал 2014 года, +8,4% – за январь – июнь 2014 года), обеспеченный как экспортом

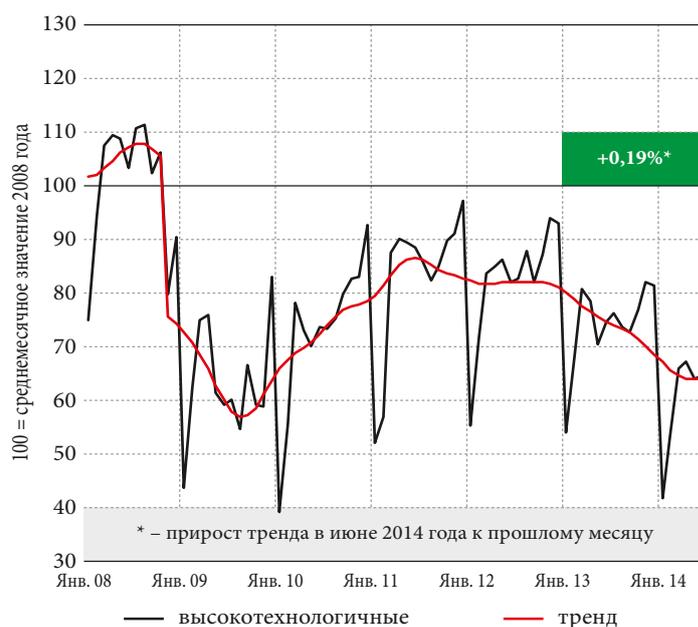
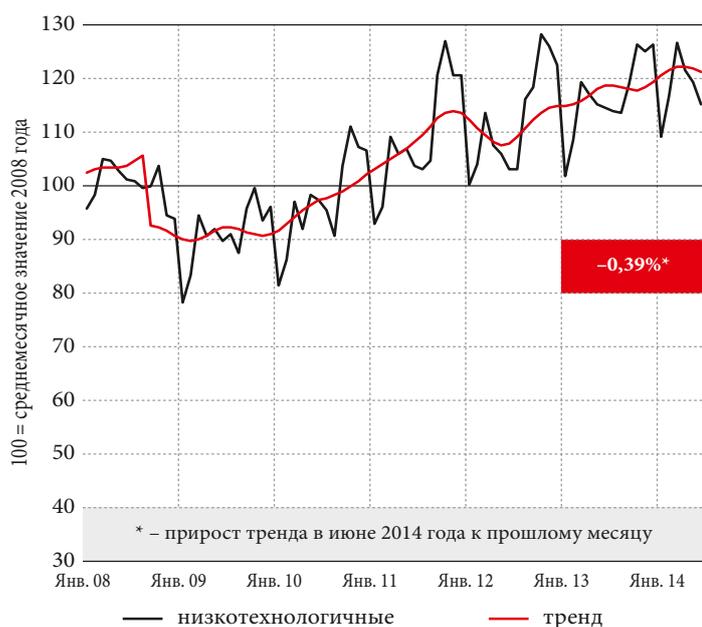


Рис. 3. Динамика индекса ИПЕМ-спрос по секторам в 2008-2014 годах (тренд со снятием сезонности)

(+7,3% – за II квартал 2014 года, +11,8% – за январь – июнь 2014 года)<sup>1</sup>, так и возросшим спросом внутри страны (+2,4% – за II квартал 2014 года, +2,6% – за январь – июнь 2014 года)<sup>2</sup>. Это стало возможным благодаря стабильно высоким ценам на мировых продовольственных рынках и сопутствующему росту платежеспособного спроса, а также изменившейся торговой стратегией производителей калийных удобрений, которые вынуждены жертвовать ценой в целях удержания доли на рынке за счет объема поставок. Важным обстоятельством является стабильно растущий (второй квартал подряд) внутренний спрос на цветные металлы (+10,2% – за II квартал, +14,0% – за январь – июнь). Ключевыми отраслями, формирующими спрос на цветные металлы, являются производство оборудования для сетевого комплекса (кабели, трансформаторы), авиастроение, приборостроение. Однако анализ данных Росстата по производству в указанных отраслях не выявил предпосылок для такого роста спроса на цветные металлы. Это дает основание предполагать нали-

- чие роста производства в тех категориях ОКВЭД<sup>3</sup>, которые не являются доступными для анализа;
- тренд развития высокотехнологичных отраслей – стабильно негативный со второй половины 2011 года. Основная причина – снижение инвестиционной активности в экономике. Легкое оживление в секторе пришлось только на конец II квартала 2014 года. Более того, логично предполагать и дальнейшее снижение динамики в высокотехнологичном секторе, так как инерционность производственных планов у данного типа производств ограничена прежде всего возможностью корректировки договоров с поставщиками компонентов и комплектующих;
  - начавшийся еще во второй половине 2012 года рост спроса в низкотехнологичных отраслях во II квартале 2014 года показал монотонно убывающую динамику. Определяющими для общей динамики сектора являются слабые результаты в пищевой и легкой промышленности, в том числе под воздействием постепенно снижающихся ввозных пошлин на импортную продукцию;
  - ситуация в секторах ТЭК подробно рассмотрена в разделе «Основные тенденции: ТЭК».

## Основные тенденции: ТЭК

Топливо-энергетический комплекс тесно связан со всей промышленностью страны и традиционно является ключевым фактором, определяющим результаты промышленных индексов в России (рис. 4).

Добывающие отрасли в январе – июне 2014 года показали разнонаправленную динамику индексов. Для нефтяной отрасли темпы роста продолжились снижаться (с 0,7% – в апреле до 0,5% – в мае и 0,1% – в июне), в то время как показатели добычи газа к концу первой половины года выбрались из отрицательной зоны. Если еще в апреле результаты добычи были на уровне -6,9%, то в мае добыча газа демонстрировала уже сопоставимые с прошлогодними

результаты (+0,7%), в июне рост продолжился и составил +2,9%. Производство угля падает весь II квартал 2014 года, однако эти темпы замедлились к концу июня (-9,4% – в апреле, -6,9% – в мае, -0,6% – в июне). Долгосрочные оценки преждевременны, но очевидно, что влияние базовых макроэкономических факторов, определяющих слабую динамику добывающих отраслей, уже неотделимо от геополитических процессов, происходящих на Украине.

В целом добыча нефти по итогам двух кварталов 2014 года выросла на 0,9%. Перспективы роста нефтяной отрасли в России связаны с развитием восточного направления поставок сырья, а также с возможным

<sup>1,2</sup> Данные по экспорту и поставкам на внутренний рынок рассчитаны на основании объемов перевозок соответствующих категорий грузов железнодорожным транспортом.

<sup>3</sup> ОКВЭД – Общероссийский классификатор видов экономической деятельности

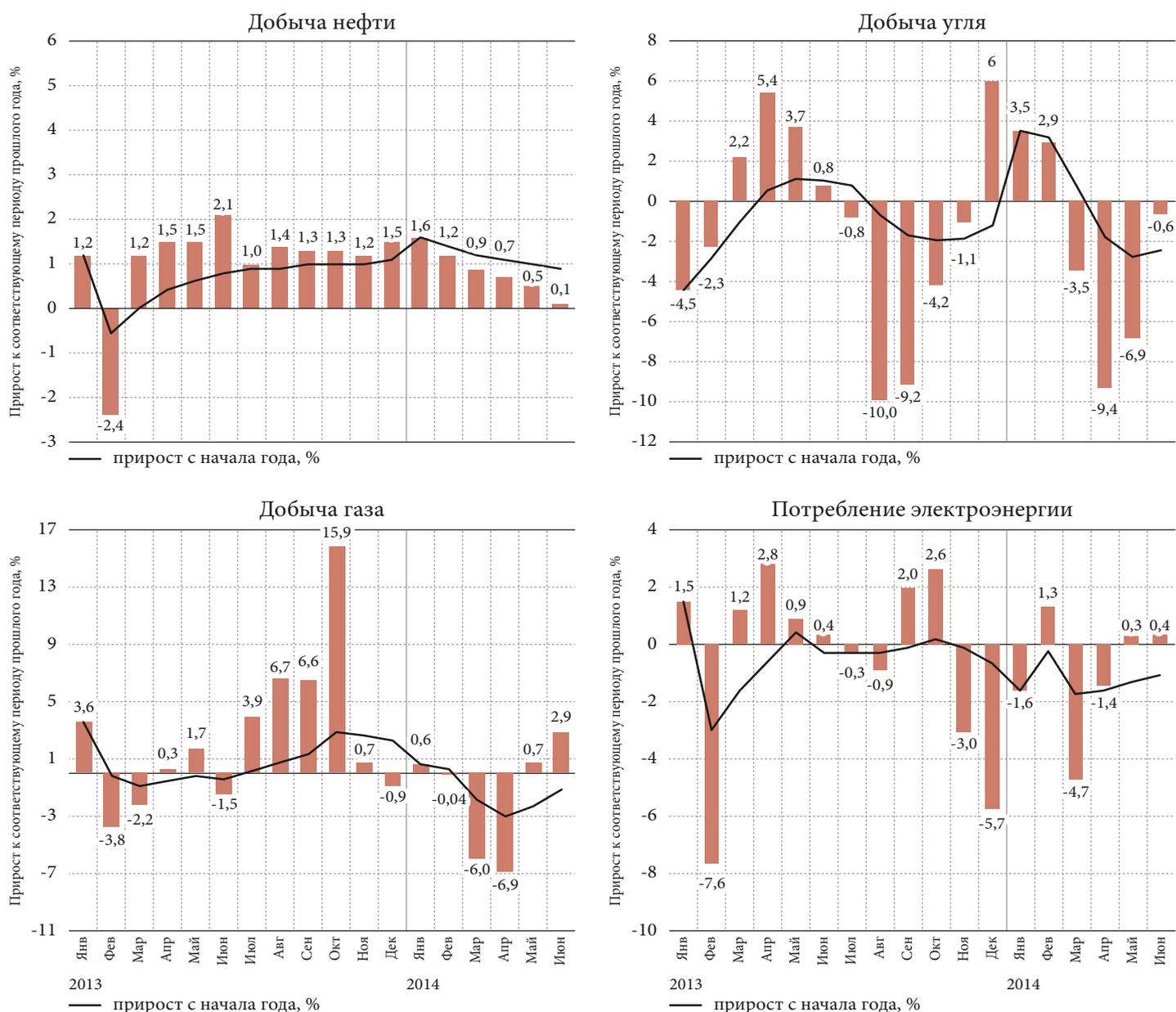


Рис. 4. Результаты работы ТЭК России 2013-2014 годах  
 Источник: Минэнерго России, ОАО «Системный Оператор ЕЭС»

ростом поставок в Республику Крым (объем потребления составляет более 0,5% от всего объема производства в России).

Добыча газа по итогам января – июня 2014 года упала на 1,1%, внутреннее потребление газа сократилось на 2,1%. Крупнейший российский производитель газа – ОАО «Газпром» – сократил производство на 3,4%. Упала и его доля в общей добыче газа – с 71,8% в январе – июне 2013 года до 70,4% в январе – июне 2014 года. При этом экспорт газа из России в январе – июне 2014 года вырос на 8,7%. Поддержку экспорту может оказать рост отбора российского газа со стороны европейских потребителей для закачки в ПХГ

с целью обеспечения стабильности поставок (краткосрочная перспектива), а также договор с Китаем о поставках газа (долгосрочная перспектива). Средняя цена российского газа на границе с Германией снизилась на 4,2% с 290,03 евро/тыс. м³ во II квартале 2013 года до 277,88 евро/тыс. м³ во II квартале 2014 года.

Падающий спрос на уголь внутри страны (-10,4% за период январь – июнь 2014 года) не позволил российским производителям увеличить его добычу по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (-2,5%). Поддержку производителям на фоне снижения средней цены на энергетический уголь (-16,3% к первой половине 2013 года FOB Newcastle/Port Kembla)

оказывает растущий внешний спрос (+10,6%), прежде всего в странах АТР. Данные грузооборота морских портов также демонстрируют растущую долю экспорта угля. Объем перевалки угля за январь – июнь 2014 года в российских портах вырос на 15,3% до уровня 56,6 млн т.

Потребление электроэнергии с начала года упало на 1,1% к аналогичному периоду 2013 года, при этом суточные максимумы потребления мощности ежемесячно обновляются (+0,2% – в июне к соответствующе-

му месяцу прошлого года, +2,3% – в мае). Таким образом, неравномерность суточных графиков потребления мощности растет при снижении объемов потребления электроэнергии. Данный тренд свидетельствует об изменении роли различных потребителей в энергосистеме: доля промышленности в электробалансе снижается, и потребление смещается в непромышленные сферы (население, сфера услуг, торговля, электрифицированный транспорт).

## Факторы и перспективы развития

К сожалению, рецессия на внутреннем российском рынке наблюдается уже почти год. Так, в прошлом году объем инвестиций в основной капитал сократился на 0,2% к 2012 году, а с января по май 2014 года падение составило уже 3,8% по отношению к аналогичному периоду 2013 года. Данный параметр в значительной мере отражает состояние внутреннего спроса на промышленную продукцию.

В июне 2014 года погрузка грузов на железнодорожном транспорте демонстрирует отрицательный прирост (-2,8% к июню 2013 года). За январь – июнь 2014 года показатель погрузки также упал (-1,0% к аналогичному периоду прошлого года). Основное снижение погрузки происходит во внутреннем сообщении (-4,6% с начала года). В то же время грузооборот вырос на 5,6%, что говорит об увеличении среднего расстояния перевозок. Этот тренд вызван ростом погрузки на экспорт (+6,6% с начала года) на фоне снижения погрузки на внутренний рынок. Тренд снижения погрузки во внутреннем сообщении прослеживается практически по всем основным грузам, перевозимым железнодорожным транспортом, что может свидетельствовать о снижении внутреннего спроса при росте внешнего.

Например, погрузка угля во внутреннем сообщении с января по июнь 2014 года упала на 10,5%, а в экспортном сообщении выросла на 10,6%. Рост погрузки черных металлов в экспортном сообщении составил 1,3%, в то время как погрузка во внутреннем сообщении уменьшилась на 1,2%. Погрузка химических и минеральных удобрений выросла на 8,4%, при этом погрузка в экспортном сообщении увеличилась на 11,8%, а во внут-

реннем – только на 2,6%. Эти данные свидетельствуют о достаточно ограниченных перспективах роста спроса на внутреннем рынке и о довольно благоприятной ситуации для наращивания объемов экспорта, в том числе за счет изменения валютных курсов.

Отдельно следует отметить снижение перевозок строительных грузов на железнодорожном транспорте, которое вызвано завершением строительства олимпийских объектов в Сочи и приказом Минтранса, изменившим принципы расчета расстояния перевозок из Северо-Западного федерального округа. В результате стоимость перевозки щебенки из Карелии выросла в 2 и более раза. Соответственно, объемы перевозки щебня из Карельского бассейна в Московский регион по железной дороге были существенно снижены. Общая динамика объема строительных работ во II квартале снизилась на 2%, а по итогам первого полугодия 2014 года падение составило 2,6%.

Одним из немногих положительных сигналов для отечественной промышленности является развитие импортозамещения, как реакция на события на международной арене. Поставки на российский рынок украинской продукции постоянно снижаются и существуют хорошие предпосылки для их замещения товарами российского производства. Также необходимость локализации производства оборудования для отраслей ТЭК была недавно подтверждена на самом высоком уровне в ходе заседания Комиссии по вопросам стратегии развития ТЭК и экологической безопасности, что может стать мощным драйвером для российской промышленности. 

12 ноября 2014 г., Москва  
АЗИМУТ Москва Олимпик

2-я Общероссийская конференция

# «Металлургия и грузоперевозки»



## Основные темы

- Проблемы транспортной системы России и перспективы развития транспортной инфраструктуры
- Высокая стоимость грузоперевозок как фактор снижения конкурентоспособности российской экономики
- Баланс интересов грузовладельцев, операторов и грузополучателей
- Динамика экспорта и импорта, изменения структуры внешнеторгового оборота, прогноз грузопотоков в ГМК России
- Возможности портовой инфраструктуры для перевалки грузов ГМК
- Транспортная составляющая в себестоимости продукции ГМК



Программа, условия участия,  
информация для спонсоров и заявка:  
[www.metaltrans.ru](http://www.metaltrans.ru)

Тел.: +7 (495) 734-99-22  
E-mail: [lid@metalinфо.ru](mailto:lid@metalinфо.ru),  
[vika@metalinфо.ru](mailto:vika@metalinфо.ru), [ir@metalinфо.ru](mailto:ir@metalinфо.ru)

Организатор



Генеральный информационный  
партнер:

**ТЕХНИКА**<sup>®</sup>  
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Поддержка



## Анализ технических решений по расширению диапазона регулирования тормозной силы в зависимости от загрузки вагона



**Т. В. Шелейко,**

к. т. н., старший научный сотрудник государственного предприятия «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

Сегодня, несмотря на предпринимаемые со стороны железнодорожных администраций стран СНГ меры по сохранности колесных пар в эксплуатации, повреждения поверхности катания колес вследствие юза их во время торможения являются самыми распространенными. Так, по данным Укрзалізничці, ежегодно приблизительно 75% колесных пар подлежат переточке, из них почти 77% – из-за наличия ползунов, выщербин и наваров, одной из основных причин которых является несовершенная работа автоматического регулятора режимов торможения (авторегима), призванного отслеживать тормозную силу в зависимости от загрузки вагона.

Новые тенденции развития грузового вагоностроения (повышение осевой нагрузки и скоростей движения) обуславливают создание тележек с увеличенным до 50-55 мм прогибом рессорных комплектов под грузом. Это, с одной стороны, улучшает ходовые динамические характеристики грузовых вагонов, а с другой – создает предпосылки к расширению диапазона регулирования давления воздуха в тормозном цилиндре, которое невозможно обеспечить серийно выпускаемыми авторегимами серии 265А [1-3].

Из опыта эксплуатации известно, что авторегим 265А-1, выпускаемый серийно и применяемый на грузовых вагонах с тележками 18-100, не обеспечивает оптимальной регулировки давления воздуха, когда его максимальное значение в тормозном цилиндре возникает только в случае полной загрузки вагона. То есть у частично загруженного вагона, когда прогиб рессорных комплектов составляет лишь 23-27 мм, изменение давления воздуха в тормозном цилиндре заканчивается и реализуется максимальная тормозная сила, соответствующая его грузоподъемности [1, 4-8]. Зачастую это приводит к несоответствию силы нажатия тормозных колодок весу вагона, юзу колесных пар, их поврежде-

нию и, как следствие, к увеличению затрат на содержание и обслуживание подвижного состава в эксплуатации.

С целью расширения диапазона регулировки давления воздуха в тормозном цилиндре в зависимости от загрузки вагона были разработаны авторегимы моделей 265А-4, 265А-4М и 265А-5.

Сегодня серийный авторегим 265А-4 (производство ОАО «Транспневматика») принципиально ничем не отличается от своего предшественника, являясь, по сути, его увеличенной до максимально возможного для конструкции грузового вагона копией авторегима 265А-1. Проведенные исследования, однако, показали, что увеличение габаритов на регулировку давления в тормозном цилиндре практически не влияет. На рисунке 1 можно видеть, что регулировка давления происходит только до осевой загрузки вагона 15 тс и составляет приблизительно 55% от грузоподъемности вагона. При этом в случае использования среднего режима воздухораспределителя, как видно на рисунке 2, юзовые ситуации почти не наблюдаются, а для груженого режима не выполняется требование по нормативному запасу по сцеплению при осевой нагрузке менее 18 тс.

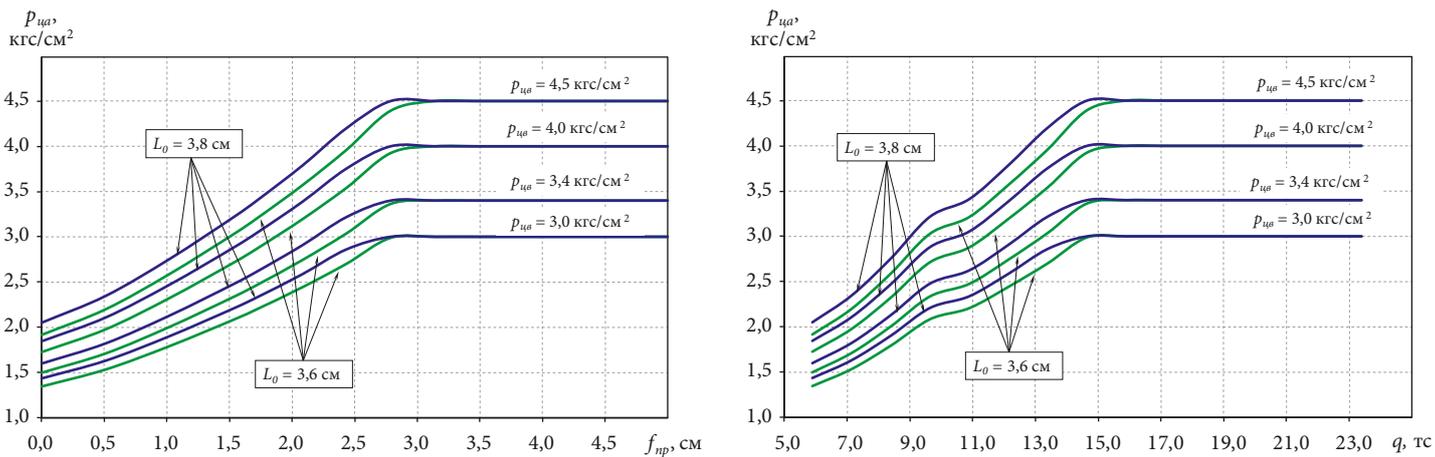


Рис. 1. Изменение давления  $p_{цв}$  в тормозном цилиндре в зависимости от прогиба  $f_{пр}$  рессорных комплектов и от осевой нагрузки  $q$  вагона.  $L_0$  – начальное положение сухаря относительно рычага (здесь и далее)

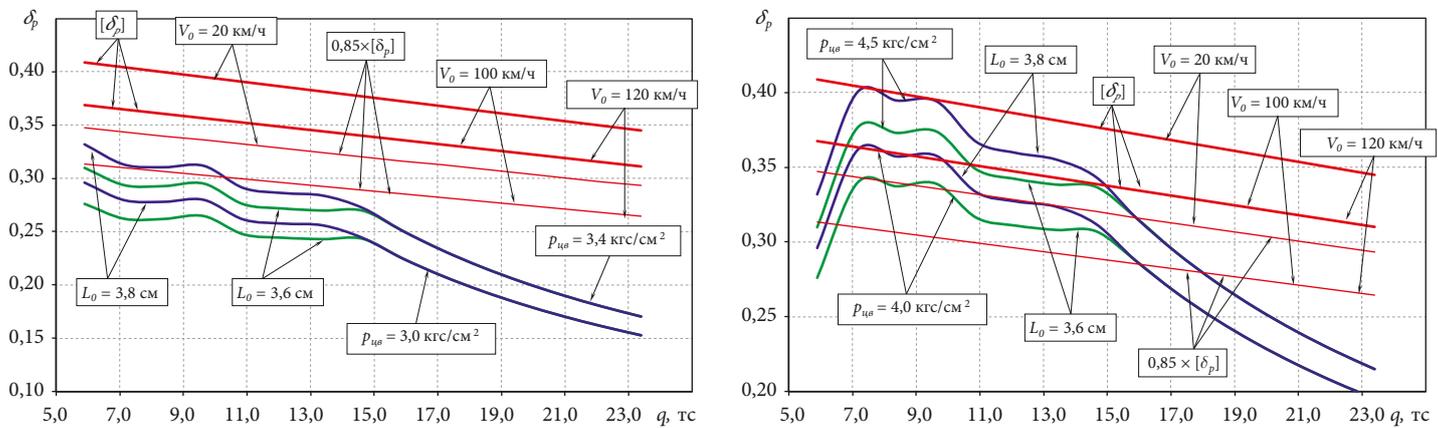


Рис. 2. Зависимость расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок  $\delta_p$  от осевой нагрузки вагона  $q$  при среднем ( $p_{цв} = (3,0 \div 3,4)$  кгс/см<sup>2</sup>) и груженом ( $p_{цв} = (4,0 \div 4,5)$  кгс/см<sup>2</sup>) режимах воздухораспределителя.  $V_0$  – скорость в начале торможения (здесь и далее)

Попытку изменить ситуацию предприняли специалисты машиностроительного завода «ФЭД» (ГП «ХМЗ «ФЭД», г. Харьков), применив в конструкции авторежима 265А-4 делительный рычаг, показанный на рисунке 3 [9, 10]. Этот рычаг пропорционально уменьшает перемещение сухаря по сравнению с перемещением штока демпфера, изменяя тем самым линейную зависимость хода штока демпфера и хода сухаря на линейную зависимость с коэффициентом  $k$ , что позволяет реализовать максимальный ход сухаря только при максимальном ходе демпфера (рис. 4) и, таким образом, максимально расширить диапазон регулировки давления в тормозном цилиндре без увеличения габаритов всего устройства.

Как показали исследования, применение линейной зависимости хода сухаря от хода демпфера расширяет диапазон регулировки

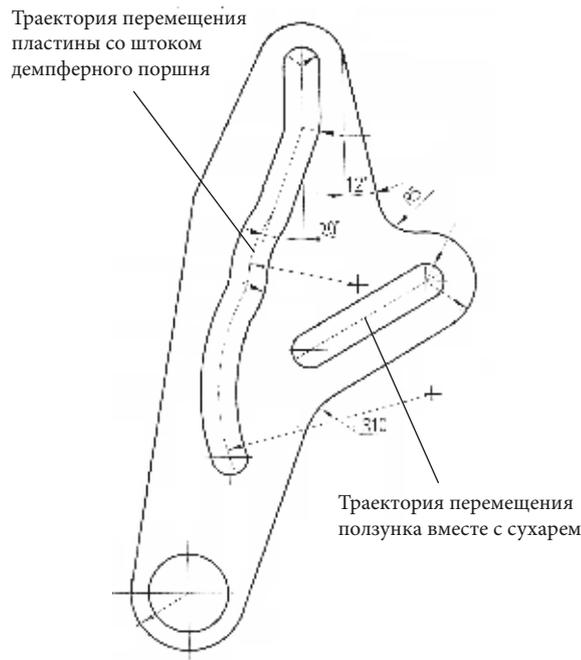


Рис. 3. Делительный рычаг авторежима 265А-4М

давления в тормозном цилиндре (рис. 5), но не обеспечивает оптимального торможения во всем диапазоне загрузки вагона (рис. 6). Для груженого режима торможения так же, как и в случае с авторежимом 265А-4, не во всем диапазоне загрузки вагона выполняется требование нормативного запаса по сцеплению.

Чтобы обеспечить наиболее полное соответствие авторежима 265А-4М требованиям нормативных документов по отсутствию юзовых ситуаций при торможении как полностью, так и частично загруженных вагонов, институтом были проведены расчетные исследования по определению наиболее при-

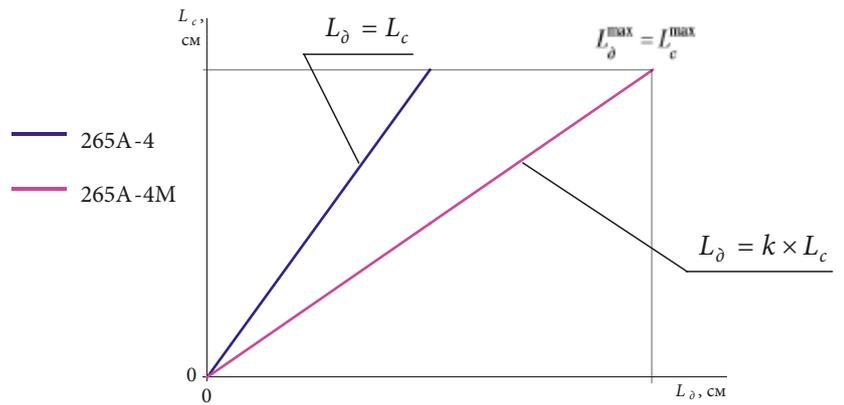


Рис. 4. Реализация хода сухаря в авторежимах моделей 265А-4 и 265А-4М

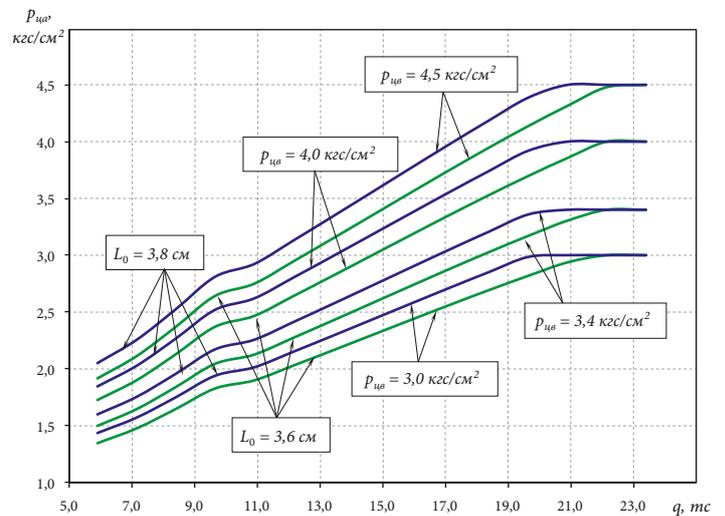
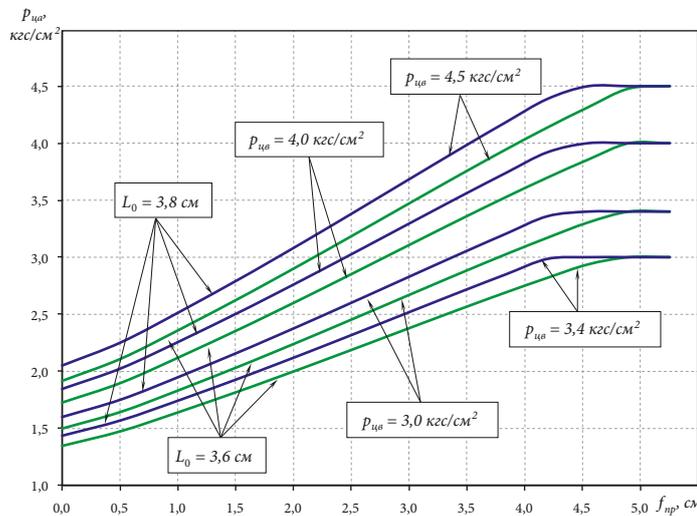


Рис. 5. Изменение давления  $p_{цв}$  в тормозном цилиндре в зависимости от прогиба  $f_{пр}$  рессорных комплектов и от осевой нагрузки  $q$  в случае установки на вагоне авторежима модели 265А-4М с линейной зависимостью хода сухаря от хода демфера

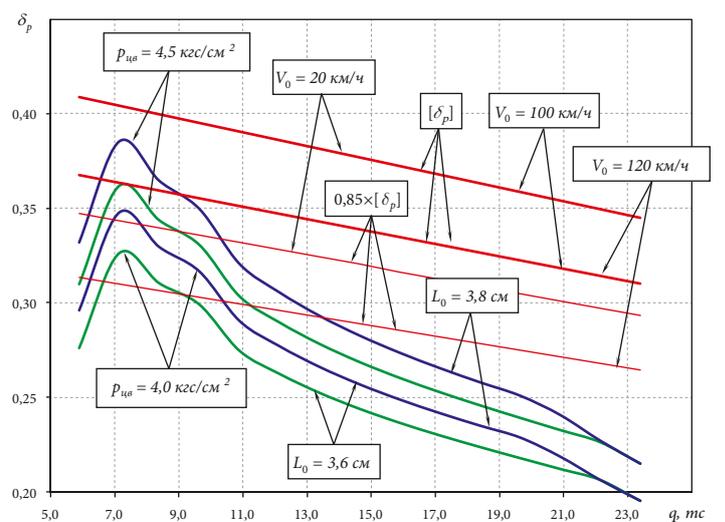
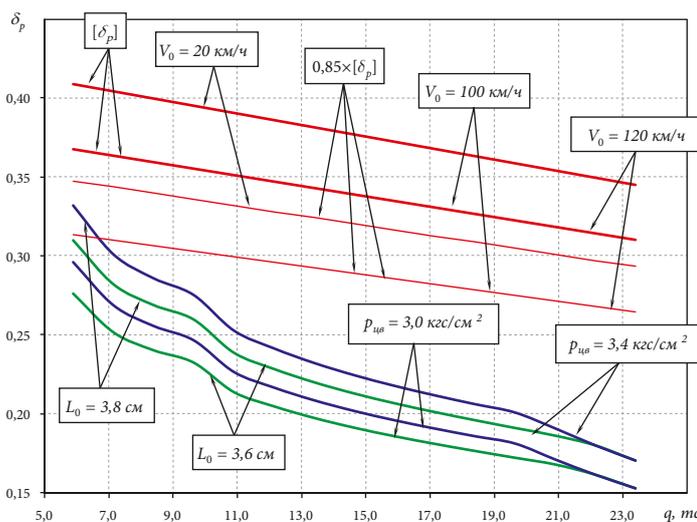


Рис. 6. Зависимость расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок  $\delta_p$  от осевой нагрузки вагона  $q$  при среднем ( $p_{цв} = (3,0 \div 3,4)$  кгс/см<sup>2</sup>) и груженом ( $p_{цв} = (4,0 \div 4,5)$  кгс/см<sup>2</sup>) режимах воздухораспределителя в случае установки на вагоне авторежима модели 265А-4М с линейной зависимостью хода сухаря от хода демфера

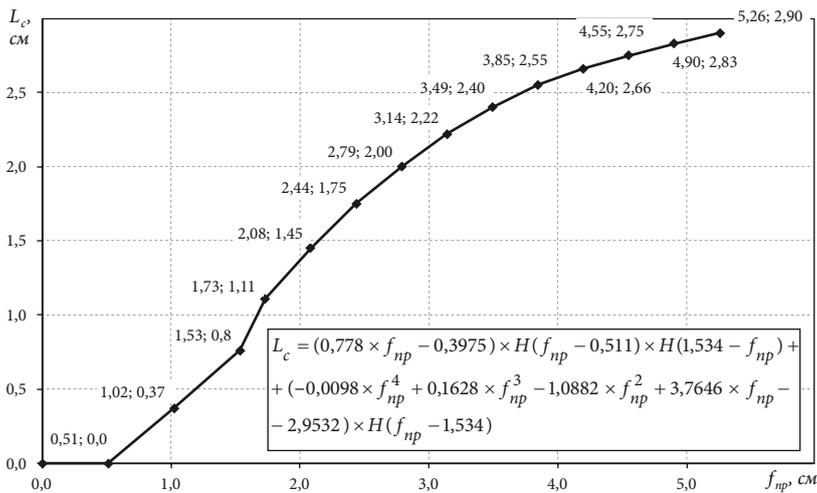


Рис. 7. Оптимальная для прогиба рессорных комплектов тележки модели 18-7020 зависимость хода сухаря от хода демферного поршня для делительного рычага авторежима модели 265А-4М. Н – функция Хевисайда

емлемой зависимости хода сухаря от хода демфера, то есть от прогиба рессорных комплектов тележки модели 18-7020 (рис. 7, 8).

Полученные при этом расчетные коэффициенты силы нажатия тормозных колодок (рис. 9) полностью удовлетворяют требованиям нормативных документов по отсутствию юза при торможении как полностью, так и частично загруженного вагона и максимальным образом соответствуют заданным условиям эксплуатации. Таким образом, оптимальные условия торможения грузового вагона обеспечиваются правильным подбором зависимости хода сухаря от хода демфера, то есть от прогиба рессорных комплектов.

В октябре 2012 года в Москве на очередном заседании научно-технического совета Ассо-

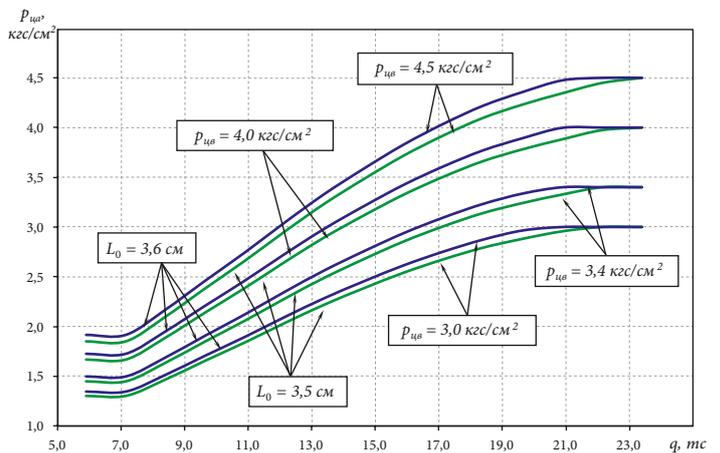
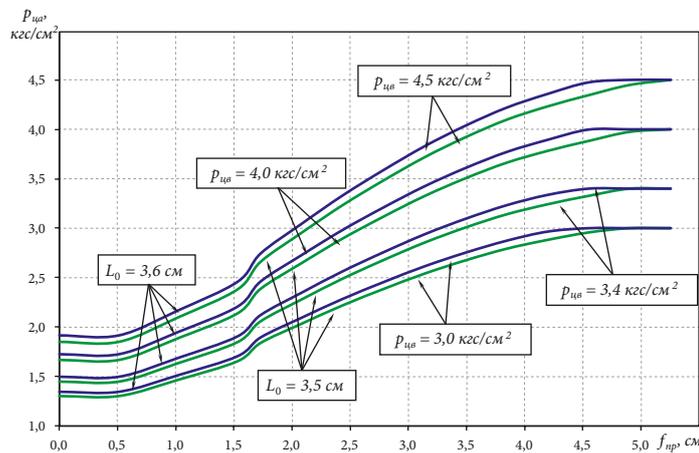


Рис. 8. Изменение давления  $p_{цв}$  в тормозном цилиндре в зависимости от прогиба  $f_{np}$  рессорных комплектов и от осевой нагрузки  $q$  в случае установки на вагоне авторежима модели 265А-4М с оптимизированной под прогиб рессорных комплектов тележки модели 18-7020 зависимостью хода сухаря от хода демфера

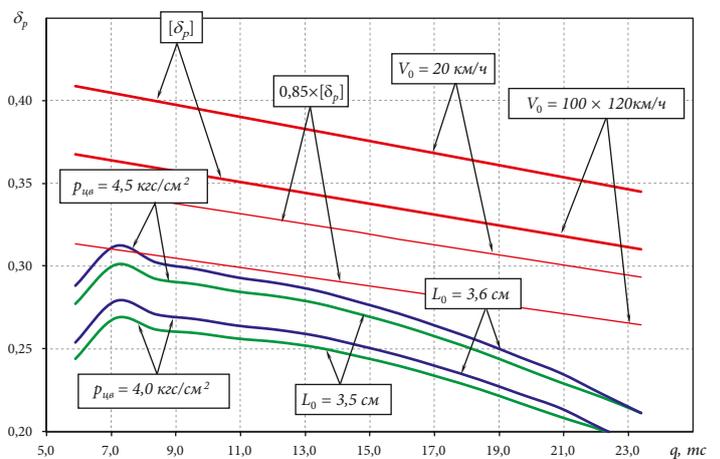
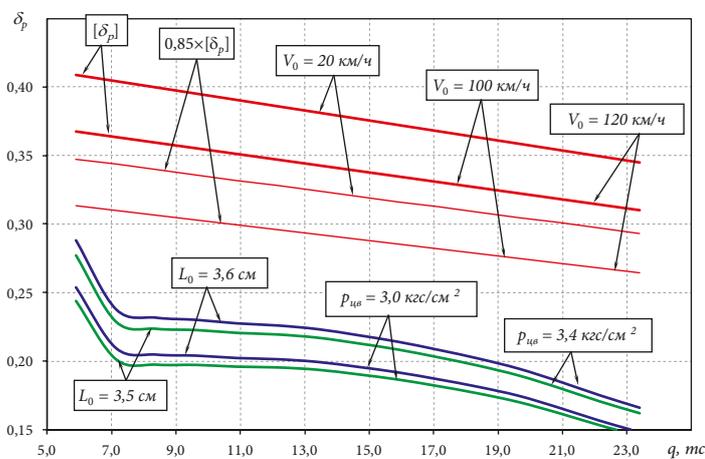


Рис. 9. Зависимость расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок  $\delta_p$  от осевой нагрузки вагона  $q$  при среднем ( $p_{цв} = (3,0 \div 3,4)$  кгс/см<sup>2</sup>) и груженом ( $p_{цв} = (4,0 \div 4,5)$  кгс/см<sup>2</sup>) режимах воздухораспределителя в случае установки на вагоне авторежима модели 265А-4М с оптимизированной зависимостью хода сухаря от хода демфера

циации производителей и потребителей оборудования для подвижного состава железнодорожного транспорта (Ассоциация «АСТО») была презентована новая разработка ОАО «Транспневматика» – авторежим модели 265А-5. Его главным отличием стало увеличение диапазона регулировки давления в тормозном цилиндре путем применения в конструкции на базе авторежима 265А-4 соотношения диаметров поршней реле давления, отличного от единицы. На рисунке 10 показана зависимость давления воздуха на выходе авторежима 265А-5 и для сравнения – авторежима 265А-4. Применение такого конструктивного решения увеличивает диапазон регулировки и позволяет реализовать максимальное давление воздуха только при максимальной загрузке вагона.

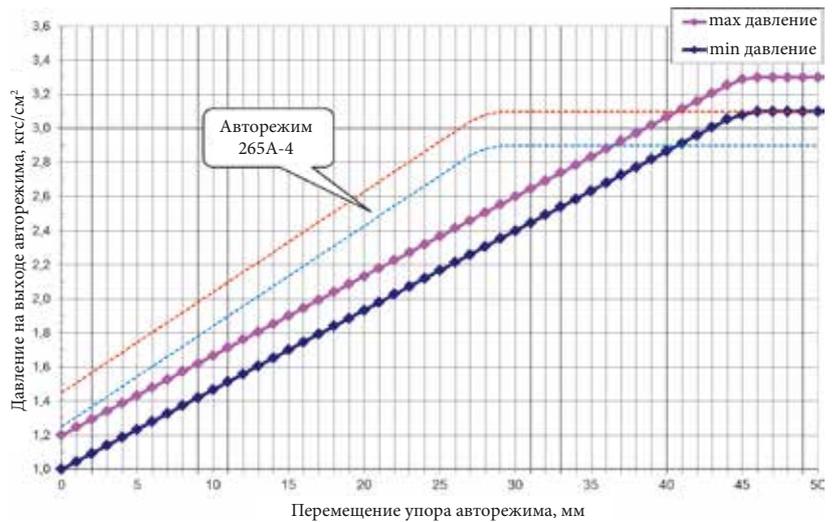


Рис. 10. Зависимость давления, выдаваемого авторежимом 265А-5, от перемещения упора демфера, представленная ОАО «Транспневматика» в октябре 2012 года

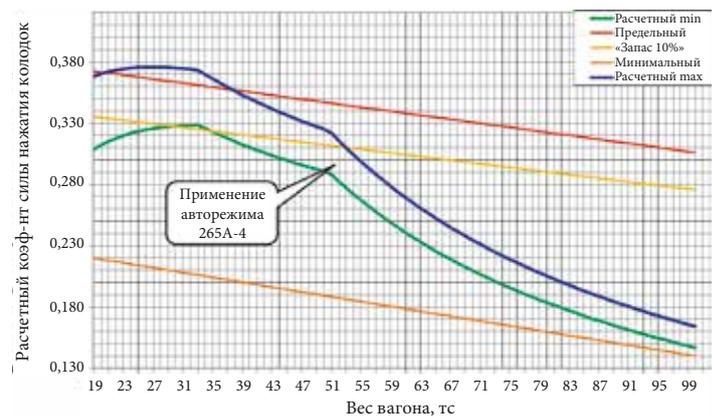
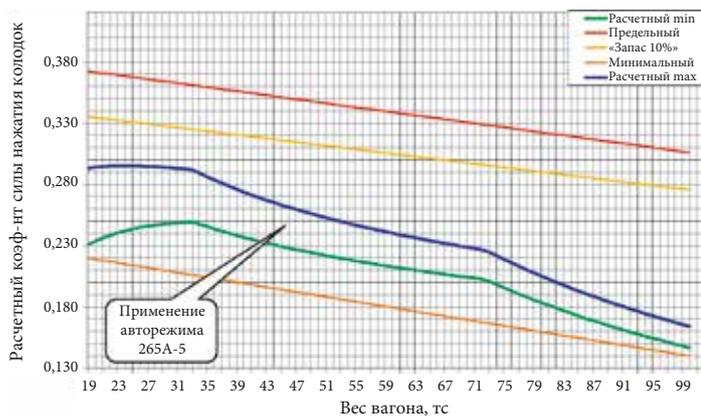


Рис. 11. Зависимость расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок при использовании авторежима 265А-5 и установке вагона на тележки модели 18-9800, октябрь 2012 года

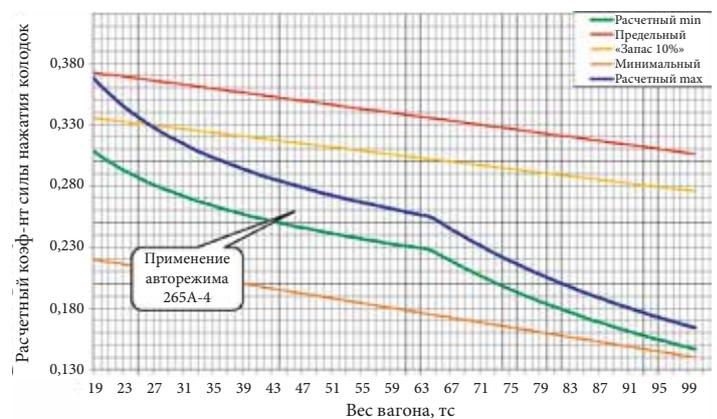
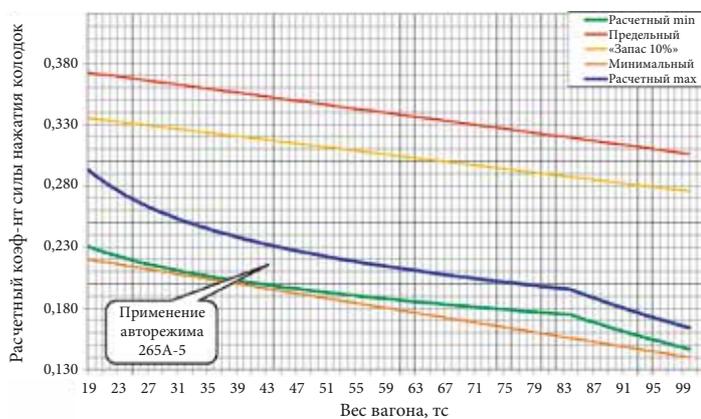


Рис. 12. Зависимость расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок при использовании авторежима 265А-5 и установке вагона на тележки модели 18-9836, октябрь 2012 года

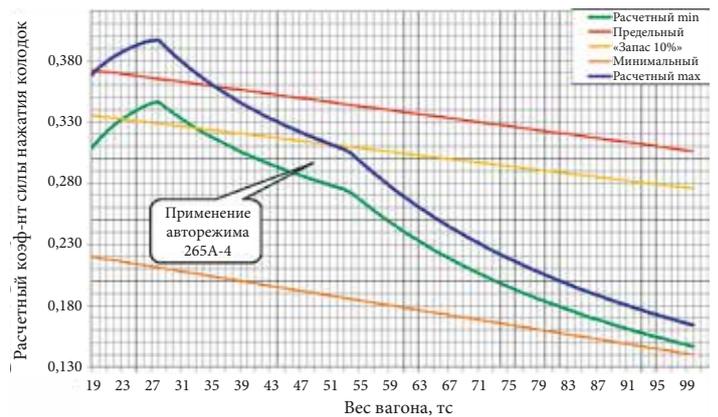
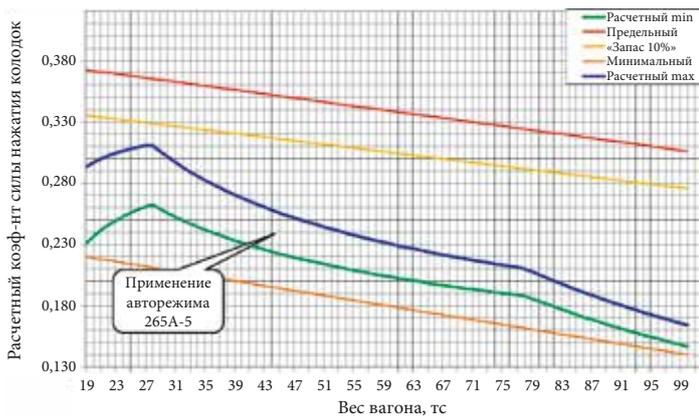


Рис. 13. Зависимость расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок при использовании авторежима 265А-5 и установке вагона на тележки модели 18-194-1, октябрь 2012 года

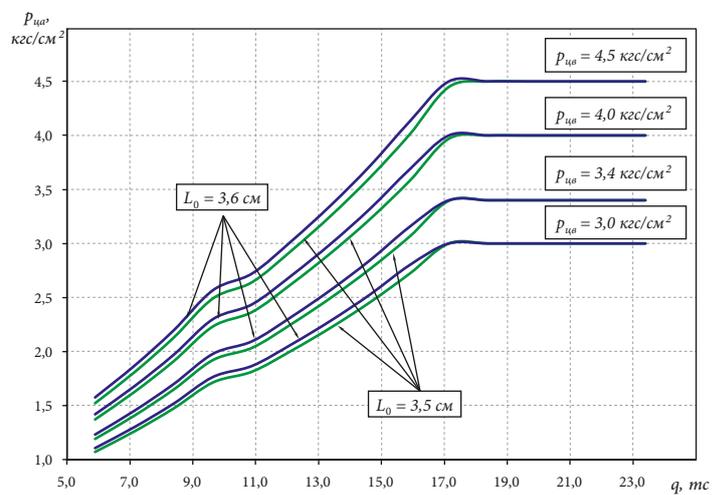
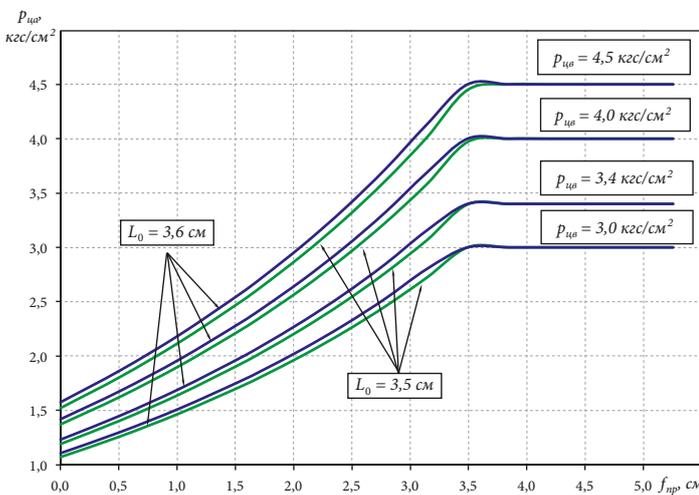


Рис. 14. Изменение давления  $p_{цв}$  в тормозном цилиндре в зависимости от прогиба  $f_{пр}$  рессорных комплектов и от осевой нагрузки  $q$  в случае авторежима с оптимизированным под прогиб рессорных комплектов тележки модели 18-7020 соотношением диаметров поршней реле давления

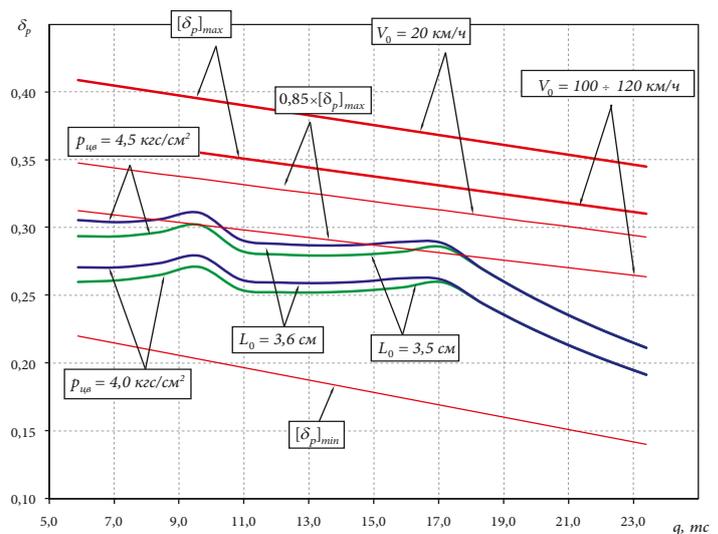
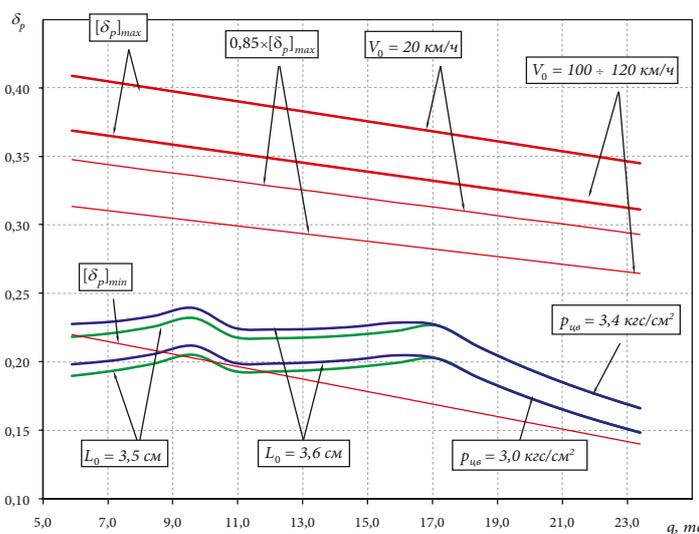


Рис. 15. Зависимость расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок  $\delta_p$  от осевой нагрузки вагона  $q$  при среднем ( $p_{цв} = (3,0 \div 3,4) \text{ кгс/см}^2$ ) и груженом ( $p_{цв} = (4,0 \div 4,5) \text{ кгс/см}^2$ ) режимах воздухораспределителя в случае авторежима с оптимизированным под прогиб рессорных комплектов тележки модели 18-7020 соотношением диаметров поршней реле давления

На рисунках 11-13 показаны зависимости расчетного коэффициента силы нажатия при установке вагона на тележки модели 18-9800, 18-9836 и 18-194-1, откуда следует, что использование авторежима 265А-5 снижает тормозную эффективность и приводит к недоиспользованию коэффициента сцепления колеса с рельсом.

ГП «УкрНИИВ», в свою очередь, были проведены расчетные исследования по определению наиболее приемлемого соотношения диаметров поршней реле давления авторежима при установке вагона на тележки модели 18-7020. На рисунке 14 показаны изменения давления в тормозном цилиндре в зависимости от прогиба рессорных комплектов и от загрузки вагона при соотношении диаметров поршней реле давления авторежима, равном 1,1. Полученные при этом расчетные коэффициенты силы нажатия тормозных колодок (рис. 15) полностью удовлетворяют требованиям нормативных документов по отсутствию юза при торможении как полностью, так и частично загруженного вагона и максимальным образом соответствуют заданным условиям эксплуатации. Таким образом, оптимальные условия торможения грузового вагона обеспечиваются правильным подбором соотношения диаметров поршней реле давления авторежима.

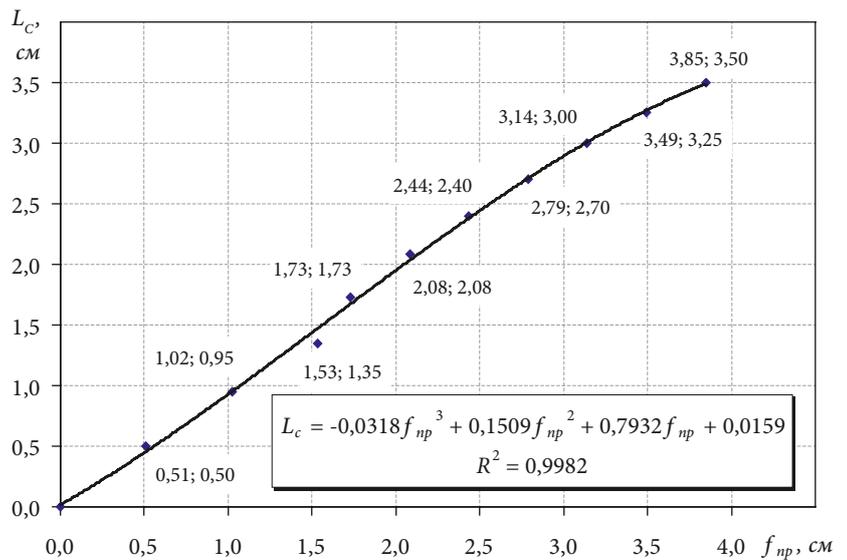


Рис. 16. Зависимость хода сухаря от хода демпферного поршня для делительного рычага комбинированного авторежима модели 265А-4М и прогиб рессорных комплектов тележки модели 18-7020

В ходе испытаний мы пришли к нескольким выводам. Во-первых, расширение диапазона регулирования давления в тормозном цилиндре путем применения в конструкции авторежима делительного рычага (как это реализовано в авторежиме модели 265А-4М) или разницы в диаметрах поршней реле давления (как это реализовано в авторежиме модели 265А-5) положительно сказывается на тормозной эффективности вагона при условии правильного подбора (в первом случае – зависимости хода сухаря от

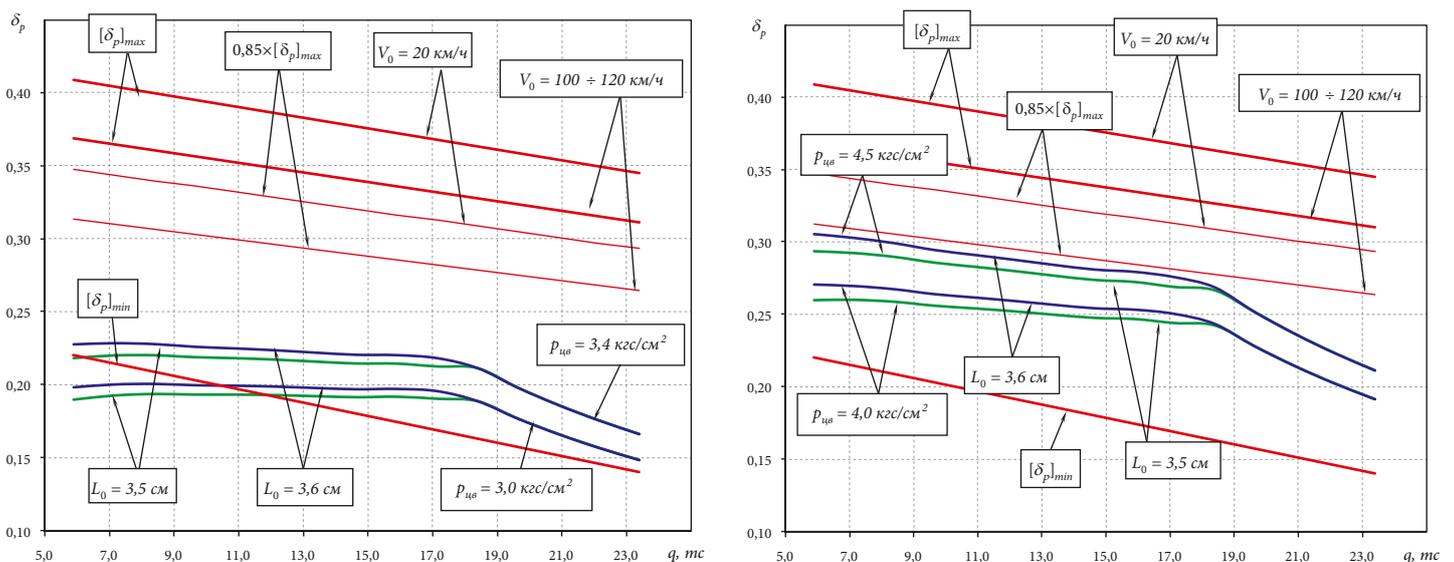


Рис. 17. Зависимость расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок  $\delta_p$  от осевой нагрузки вагона  $q$  при среднем ( $p_{цс} = (3,0 \div 3,4)$  кгс/см<sup>2</sup>) и груженом ( $p_{цс} = (4,0 \div 4,5)$  кгс/см<sup>2</sup>) режимах воздухораспределителя в случае установки на вагоне комбинированного авторежима с параметрами, оптимизированными под прогиб рессорных комплектов тележки 18-7020

хода демпфера, то есть от прогиба рессорных комплектов, а во втором – соотношения диаметров поршней реле давления).

Во-вторых, предложенные зависимость хода сухаря от хода демпфера для авторежима модели 265А-4М (рис. 7) и соотношение диаметров поршней реле давления для авторежима модели 265А-5 (1,1) позволяют наиболее рациональным образом согласовывать их с характеристиками тележки 18-7020 и условиями эксплуатации вагона.

В-третьих, оптимальные условия торможения грузовых вагонов, достигнутые за счет указанных усовершенствований авторежима модели 265А-4, будут способствовать повышению сохранности подвижного состава в эксплуатации и уменьшению затрат на его содержание без особых капиталовложений со стороны его собственников, поскольку не меняются условия по содержанию, обслуживанию и ремонту тормозного оборудования в эксплуатации.

Сейчас благодаря появлению новых более мощных средств торможения, которыми также являются и композиционные тормозные колодки с их повышенным коэффициентом трения, существует необходимость в более полном использовании возможной для каждого конкретного случая силы сцепления колес с рельсами, более привлекательным видится реализация расширения диапазона регулировки давления воздуха в тормозном цилиндре путем применения делительного рычага или комбинации делительного рычага и разницы в диаметрах поршней реле давления. ГП «УкрНИИВ» была выполнена попытка такой комбинации с необходимым подбором соответствующих параметров. На рисунках 16 и 17 показана зависимость хода сухаря от хода демпфера для делительного рычага комбинированного авторежима, а также полученные зависимости расчетных коэффициентов сил нажатия тормозных колодок.

Предложенные конструктивные решения позволяют обеспечить как максимальную тормозную эффективность, так и отсутствие юзовых ситуаций при торможении.

## Список использованной литературы

1. Тормозные системы для грузовых вагонов нового поколения / В.Г. Иноземцев, В.В. Крылов // Железнодорожный транспорт. – 2001. – № 3. – С. 22 – 24.
2. Тормозное оборудование для подвижного состава. Перспективные разработки ОАО «Транспневматика» / Е.С. Сипягин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2006. – № 2 (6). – С. 16 – 20.
3. Совершенствование автоматических регуляторов грузовых режимов торможения / Э.И. Галай, Е.Э. Галай // Вагонный парк. – 2007. – № 8. – С. 6 – 12.
4. Как повысить надежность автотормозов / В.Н. Муртазин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2006. – № 2 (6). – С. 21.
5. Бондаренко Н.В. К вопросу повышения стабильности регулирования удельной тормозной силы грузовых вагонов, оборудованных авторежимами. Перспективы развития автоматических тормозов железнодорожного подвижного состава. – М.: Транспорт, 1983. – Труды ВНИИЖТ, вып. 656. – С. 49 – 57.
6. Об авторежиме для грузовых вагонов / В.Н. Муртазин, И.И. Архипов // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2009. – № 4 (20). – С. 23 – 25.
7. Авторежим 265А-4 повышает межремонтный пробег / Е.С. Сипягин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2009. – № 2 (18). – С. 32 – 34.
8. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 260 с.
9. Патент України № 87330 на винахід «Автоматичний регулятор режимів гальмування», заявка № а200703950; дата подання 10.04.07; дата публікації 10.07.09.
10. Авторежим, который продлевает срок службы колесных пар / Т.В. Шелейко // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2012. – № 1 (29). – С. 29 – 30. 

## Состояние парка локомотивов промышленных предприятий: причины и следствия



**А.А. Печанов,**  
начальник отдела маркетинга ЗАО «Трансмашхолдинг»

В настоящее время на территории России эксплуатируется несколько тысяч маневровых тепловозов, нормативный срок службы которых превышен. Практически полное отсутствие закупок промышленных тепловозов для замены парка в 1990-е годы и его минимальное обновление в 2000-х могут уже в ближайшее время привести к значительным разовым инвестиционным затратам собственников при замене существенной доли парка.

Согласно данным Росстата [1], на территории нашей страны эксплуатируется около 13 000 (мощностью более 400 кВт) маневровых тепловозов, из которых только 45% находятся у ОАО «РЖД», а 55% – в собственности более чем 2 000 промышленных предприятий, включая ППЖТ, обрабатывающие производства металлургической, угледобывающей, химической и машиностроительной отраслей. При этом объем и условия работы подвижного состава на путях общего пользования и технологических путях различных предприятий существенно различаются. В ряде случаев локомотивы, работающие в различных областях промышленности, оперируются в более сложных, чем в ОАО «РЖД», технологических условиях, а также на участках, для которых характерны высокие статические нагрузки, крутые уклоны, наличие кривых малого радиуса и большое количество стрелочных переводов.

Многие эксперты отрасли (например, [2]) отмечают, что текущий технический уровень развития промышленного транспорта является низким. Основные эксплуатируемые серии локомотивов – ТГМ и ТЭМ – разработаны более 40 лет назад и морально устарели. В настоящее время базовым парком промышленных предприятий фактически являются тепловозы, выпущенные в 70-х – начале 80-х годов, когда для их нужд российские локомотиво-

строительные заводы выпускали более 800 тепловозов в год. Установленный срок службы таких локомотивов сегодня составляет 32 года (25 лет согласно первичным техническим условиям), поэтому более 65% инвентарного парка этих тепловозов эксплуатируется с превышением нормативного срока службы.

Существующие темпы выпуска новых тепловозов для промышленных предприятий в 5 раз ниже необходимого уровня для равномерного обновления парка. Так, объем закупок тепловозов частными компаниями за 10 лет составил всего 757 ед. (8% парка) (рис. 1), а объем списания – около 4 500 ед. ОАО «РЖД» за тот же период приобрело 948 маневровых тепловозов различных типов (15% парка), то есть обновление его парка происходит почти в 2 раза интенсивнее.

Правительством России для изменения положения была принята (распоряжение от 11.06.2014 № 1032-р) Транспортная стратегия на период до 2030 года. Одной из приоритетных задач в области повышения уровня транспортной безопасности является проведение мероприятий, направленных на обеспечение списания и обновления физически устаревших и отработавших нормативный срок службы технических средств, которые уже не могут обеспечивать необходимую эксплуатационную надежность и энергоэффективность. В рамках реализации Стратегии

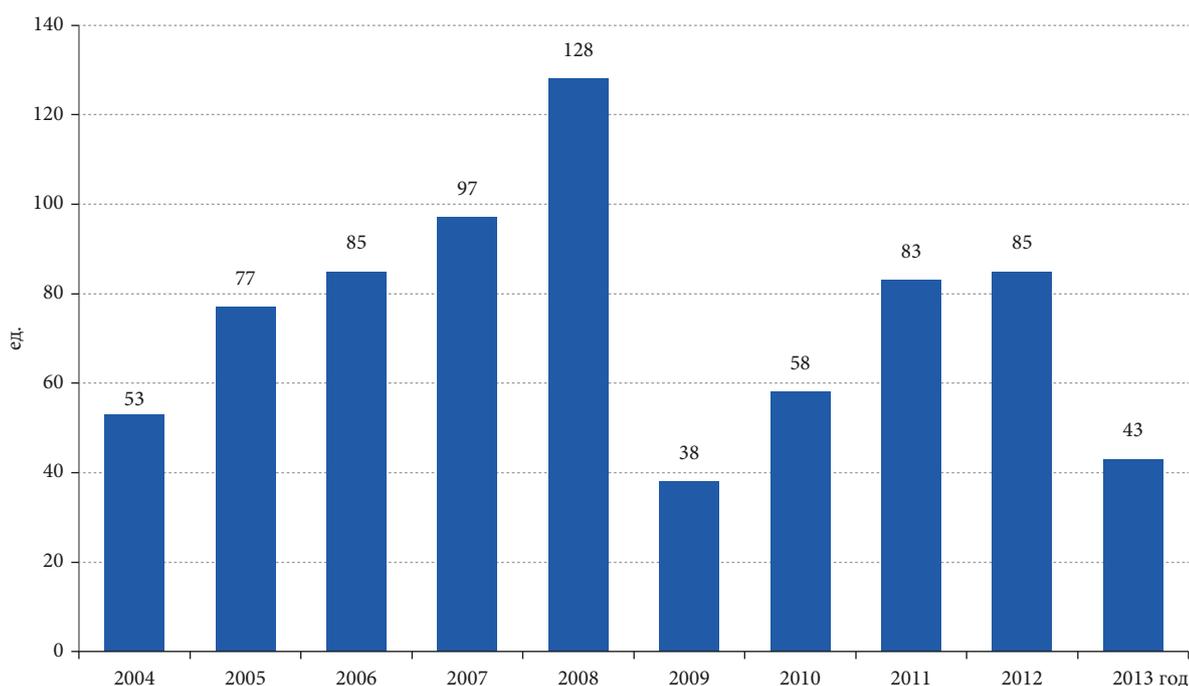


Рис. 1. Производство промышленных маневровых тепловозов в РФ

запланирована закупка 3 570 ед. и модернизация 9 145 ед. локомотивов (табл. 1).

Достижение целевых показателей обновления парка промышленных предприятий невозможно при существующем уровне потребления: ни при закупке новых тепловозов, ни при модернизации существующих. Уровень закупок промышленных тепловозов в 2010-2012 годы не превышал 80 ед./год, а прошлый и текущий годы отмечены нестабильностью экономики и уменьшением объема закупок до 30-40 ед./год. Глубокая модернизация промышленных тепловозов пока остается единичным явлением. Тенденция среднегодовых объемов закупки сохранится, вероятно, на уровне нескольких десятков локомотивов и в

ближайшие годы, и в дальнейшем (в зависимости от периода введения в действие и условий новых нормативов по безопасности) может привести к лавинообразному выбытию тепловозов из парка (до 300-350 тепловозов в год). Тогда государство будет вынуждено вводить непосредственное регулирование отрасли и оказывать покупателям и производителям финансовую поддержку, что создаст дополнительную нагрузку на бюджет как государства, так и потребителей.

Главными причинами, тормозящими массовое появление на сети необщего пользования нового подвижного состава, являются:

- возможность продлить срок службы тепловоза (причем стоимость его пролонга-

Табл. 1. Оценочный объем обновления парка промышленных тепловозов

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021-2030	Итого
Новые	80	80	90	90	95	95	160	160	160	255	255	200-210 в год	3 570
Модернизация	245	245	264	264	283	283	472	472	481	755	755	700-730 в год	9 145

ции значительно ниже по сравнению с модернизацией или закупкой нового<sup>1</sup>);

- неопределенность нормативной базы в области промышленных тепловозов;
- ориентация производителей на стабильный заказ со стороны ОАО «РЖД», интенсивнее обновляющего свой парк.

При этом не существует четкого рабочего механизма экспертизы и последующего ремонта или замены основных узлов тепловоза, таких как дизель-генератор, тяговый генератор, электродвигатель, срок службы которых не может быть сравним с несущими конструкциями локомотива.

Зачастую продление срока службы (рис. 2) осуществляется при косметическом ремонте, не приводящем к улучшению эксплуатационных параметров локомотива.

Для промышленности маневровые тепловозы являются вспомогательным средством производства, поэтому при закупке основным критерием в условиях нестабильной экономической обстановки остается минимизация затрат. Продлить срок службы старого тепловоза при существующих белых пятнах в нормативной базе – самый соблазнительный вариант для собственника.

Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава», вступивший в силу 2 августа [4], предполагает «продление срока службы только в случае проведения модернизации локомотива, под которой понимаются работы по улучшению технико-экономических характеристик». На продукцию, прошедшую модернизацию с продлением срока службы, регламентом предусматривается распространить те же процедуры оценки соответствия (сертификация), что и на новую. Действующие в Российской Федерации нормы безопасности для маневровых тепловозов не в полной мере соответствуют требованиям данного технического регламента, а для промышленных тепловозов и вовсе отсутствуют. В течение года



Рис. 2. Структурная схема продления срока службы [3, приложение А]

их предстоит проанализировать и адаптировать для применения на путях необщего пользования.

Пока же выпуск и эксплуатация несертифицированного подвижного состава (в том числе техника с продленным сроком службы) на путях необщего пользования приводит к следующим последствиям:

- снижается уровень безопасности эксплуатации промышленных тепловозов и увеличивается риск возникновения аварийных ситуаций, что в ряде отраслей-потребителей может быть критичным;
- сохраняются низкие энергоэффективность и экологичность использования техники,

<sup>1</sup> Продление срока службы маневрового тепловоза до 50 лет и даже больше (в том числе в зависимости от экономической целесообразности) осуществляется в соответствии с действующим в странах СНГ Положением [3] на основании экспертизы базовых незаменимых узлов локомотива (рамы, рамы тележки) и определения их остаточного ресурса.

выпущенной по нормативам, принятым 40-50 лет назад;

- создаются неудовлетворительные условия труда машинистов при интенсивной эксплуатации техники в российских климатических и технологических условиях некоторых предприятий.

За последние 2-3 года ЗАО «ТМХ» представило ряд моделей новых тепловозов (ТЭМ18В, ТЭМ ТМХ, ТЭМ33, ТЭМ35, ТЕМ LTH), которые могли бы быть востребованы предприятиями промышленности. Также на рынке появились предложения модульной модернизации тепловозов, техника на двойном ходу зарубежного и отечественного производства, однако все это не создало существенного спроса; основным покупателем маневровых тепловозов (в том числе инновационных моделей) по-прежнему остается ОАО «РЖД».

Потребители, а зачастую и службы, работающие в рамках одного производственного предприятия, предъявляют разные требования к современному тепловозу. Для служб закупок техники на заводе с небольшим объемом вывозных работ определяющими факторами являются невысокая стоимость и экономия эксплуатационных расходов локомотива. Для технических служб крупных компаний важны модульная компоновка оборудования, кабина управления с круговым обзором, возможность прохождения кривых малого радиуса, характеристики дизеля. На уровне ассоциированных организаций (МГАО «Промжелдортранс», НП «СУЖДР», отраслевые объединения предприятий) системное видение технических требований и нормативных подходов к локомотивам новых серий не сформировано.

Поэтому учет и унификация технических требований станет задачей № 1 для локомотивостроителей в ближайшие годы. Возможно, что всем требованиям заказчиков будет соответствовать маневровый тепловоз ТЭМ23, который разрабатывается ЗАО «Трансмашхолдинг» на базе ЗАО «УК «Брянский машиностроительный завод» и планируется к выпуску в 2015 году.

Начальными шагами для решения описанного комплекса проблем будет являться подготовка специальной нормативной базы для подвижного состава, эксплуатирующегося на путях необщего пользования, и усовершенствование системы контроля за его состоянием. Потребуется и формирование новых финансовых инструментов стимулирования обновления парка, в том числе при помощи развития лизинга тягового подвижного состава [5]. Механизм замены отработавших тепловозов должен обсуждаться и реализовываться всеми участниками рынка, поскольку вопрос своевременного обновления парка маневровой техники промышленных предприятий принципиально важен. От него зависит не только наличие заказа для производителей подвижного состава и поставщиков компонентов, но и в первую очередь эффективность и конкурентоспособность самих предприятий промышленности, поскольку затраты на вывоз и технологические перемещения грузов являются составной частью себестоимости конечной продукции.

#### Список использованной литературы

1. Транспорт и связь РФ: статистический сборник : Росстат, 2012.
2. Научно-технический отчет по теме «Промышленный транспорт»: Промтранснии-проект, 2010.
3. Положение «Локомотивы. Порядок продления назначенного срока службы». П.15.01-2009, утвержденное решением Совета по железнодорожному транспорту государств – участников содружества № 53 от 20.10.2010 : ВНИКТИ», 2009.
4. Технический регламент ТС «О безопасности железнодорожного подвижного состава», ТР ТС 001/2011, утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 № 710.
5. Локомотив подтолкнет лизинг / В.Б. Савчук // Российская бизнес-газета. – 2014. – № 941 (12). – С. 9. 

соорганизатор



Министерство транспорта  
Российской Федерации  
Минтранс России



## VIII Международный форум и выставка

4–6 декабря 2014 года  
Москва, Россия, Комплекс «Гостиный двор»



генеральный партнер



ОАО «РЖД»

генеральные информационные партнеры

Коммерсантъ FM 93.6  
радионews.ru



Гудок  
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ



официальная газета

Транспорт России

организатор



+7 (495) 988-18-00

info@transweek.ru

www.transweek.ru

www.bd-event.ru

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

## Модернизация контактных подвесок КС-200 на основе моделирования их взаимодействия с токоприемниками



**Е.В. Кудряшов,**

к. т. н., заместитель главного инженера по НИОКР ЗАО «Универсал – контактные сети»

Внедрение в инженерную практику математического моделирования динамического взаимодействия токоприемников и контактных подвесок позволяет определить максимально допустимую скорость движения поездов для различных модификаций подвесок, а также усовершенствовать их конструкции с целью улучшения качества токосъема, дополнительного повышения скоростей движения и снижения затрат на сооружение и эксплуатацию.

Контактная сеть КС-200 для скоростей движения 200 км/ч и более (рис. 1) эксплуатируется на линиях Санкт-Петербург – Москва, Санкт-Петербург – Выборг – Бусловская, а также Владимир – Нижний Новгород [1]. КС-200 существует в нескольких модификациях, разработанных в разные годы и отличающихся родом тока (постоянный или переменный), типами и натяжениями проводов, а также конструктивным исполнением узлов. Современные модификации КС-200 разработаны компанией ЗАО «Универсал – контактные сети» на основе результатов натурных испытаний, проведенных в 2005-2006 годах на участке Калашниково – Лихославль Октябрьской железной дороги [2].

При скоростях движения порядка 200 км/ч и выше процесс динамического взаимодействия токоприемников электроподвижного состава (ЭПС) и контактной подвески существенно усложняется. Значительную роль начинают играть колебательные и волновые явления в контактной подвеске, приводящие к изменению силы контактного нажатия токоприемника в широких пределах и, как следствие, ухудшению качества токосъема. При недостаточных силах контактного нажатия могут возникать отрывы токоприемника от контактного провода и электрическая дуга, приводящая к усиленному электрическому износу контактирующих элементов, а также

ухудшению работы тягового оборудования ЭПС. При слишком сильном нажатии увеличивается механический износ, возникает опасность подъема контактного провода на недопустимую высоту и зацепления токоприемником элементов конструкции контактной подвески.



**Рис. 1.** Контактная сеть КС-200-06К постоянного тока на участке Санкт-Петербург – Выборг

На российских железных дорогах скорости движения поездов неуклонно растут, поэтому актуальными задачами становятся определение максимально допустимых скоростей движения ЭПС для различных модификаций КС-200, при которых сила контактного нажатия еще находится в допустимых пределах, а также модернизация конструкций контактных подвесок с целью повышения их эксплуатационных характеристик.

Исследование процесса взаимодействия токоприемников и контактной подвески может быть выполнено экспериментальными методами, однако проведение экспериментов на действующих участках железных дорог – чрезвычайно дорогостоящее мероприятие. Альтернативным решением является создание и внедрение в инженерную практику адекватных математических моделей механического взаимодействия токоприемников и контактной подвески. Такие модели являются ключевым инструментом разработчиков контактной сети в странах-лидерах в области высокоскоростного движения [3]. В 2009-2013 годах ЗАО «Универсал – контактные сети» в сотрудничестве с кафедрой «Прикладная математика» СПбПУ была разработана собственная математическая модель взаимодействия токоприемников и контактной подвески на основе метода конечных элементов. Аспекты построения модели и подтверждение ее адекватности обобщаются в статье [4].

Рассмотрим особенности практического использования данной модели для решения задач об определении допустимых скоростей движения для контактных подвесок КС-200 и совершенствования их конструкций.

На рисунке 2 приведена схема пролета и основные параметры типового варианта контактной подвески КС-200-06К постоянного тока. В подвеске применены сдвоенные контактные провода  $2 \times \text{БрФ-120}$  из оловянной бронзы с номинальным натяжением  $2 \times 18 \text{ кН}$ . Несущий трос – также бронзовый типа Бр-120. Максимальная длина пролета составляет 65 м. Контактный провод в середине пролета располагается с предварительно заданной стрелой провеса 35 мм. Струны выполнены из гибких мелкожильных бронзовых тросов сечением  $16 \text{ мм}^2$ . Номинальная высота

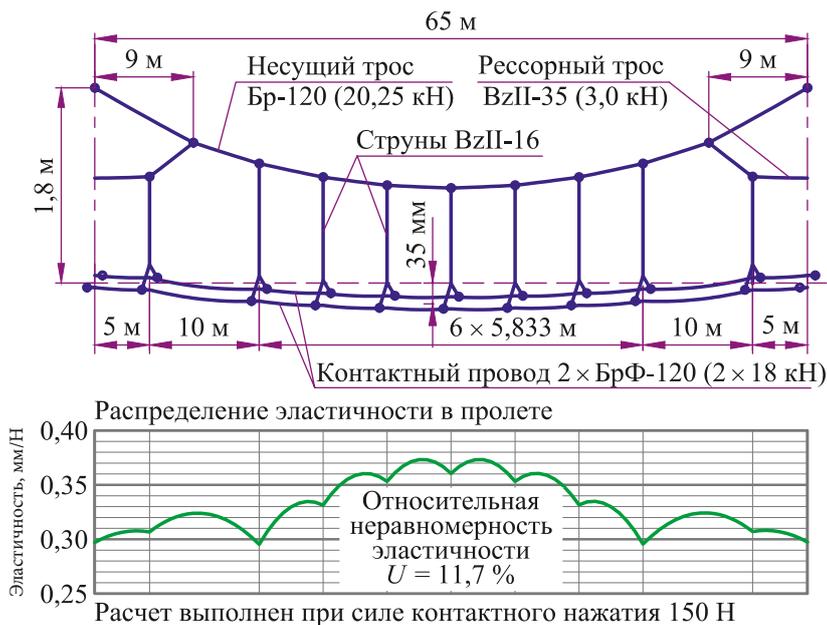


Рис. 2. Схема пролета и основные параметры контактной подвески КС-200-06К

подвешивания контактного провода от уровня головок рельсов (УГР) составляет 6 м.

Подвеска имеет опорные узлы с рессорными тросами, устанавливаемыми с целью выравнивания эластичности в пролете. Эластичность в каждой точке пролета представляет собой отношение величины подъема контактного провода под действием силы нажатия токоприемника к величине этой силы. Считается, что чем более равномерна кривая распределения эластичности в пролете, тем более приближенной к прямолинейной будет траектория движения полоза токоприемника при взаимодействии с контактной подвеской и, следовательно, тем лучше качество токосъема. Однако такие рассуждения справедливы лишь в статическом приближении. Как показывают исследования на моделях, из-за сложного характера колебательных и волновых процессов, происходящих при взаимодействии токоприемников и контактной подвески в динамике, однозначной зависимости между неравномерностью эластичности подвески и качеством токосъема не прослеживается.

На рисунке 3 приведены результаты моделирования динамики взаимодействия токоприемников электропоезда «Сапсан» и контактной подвески КС-200-06К при скорости 200 км/ч. Поезд «Сапсан» при постоянном токе имеет два рабочих токо-

приемника, расположенных на расстоянии 154 м. Параметры моделей токоприемников приняты по данным фирмы Siemens. Контактная подвеска моделировалась в виде пространственной конечноэлементной системы для анкерного участка, состоящего из 22 пролетов. Данные, характеризующие качество токосъема, снимались в пяти расчетных пролетах между опорами 13-18. Длины расчетных пролетов варьировались в диапазоне 60-65 м с целью приближения модели к реальным условиям. На данном рисунке представлены результаты моделирования для каждого токоприемника: траектории точек контакта полозов с контактным проводом, кривые изменения контактного нажатия в расчетных пролетах, гистограммы контактного нажатия, таблицы значений основных интегральных параметров, характеризующих качество токосъема, в сравнении

с нормируемыми значениями по международным стандартам.

Основной результат моделирования – зависимость силы контактного нажатия от времени или положения токоприемника. Статистический анализ распределения силы контактного нажатия позволяет наиболее объективно судить о качестве токосъема. Степень разброса контактного нажатия относительно среднего значения  $F_m$  характеризуется стандартным отклонением  $\sigma$ . В соответствии с международным стандартом IEC 60913 [5] качество токосъема при постоянном токе считается удовлетворительным, если статистический минимум контактного нажатия  $F_m - 3\sigma$  положителен, а статистический максимум  $F_m + 3\sigma$  не превышает 300 Н при скоростях до 200 км/ч или 400 Н при скоростях свыше 200 км/ч. Из результатов, приведенных на рисунке 3, видно, что качество токосъема у обоих токоприемни-

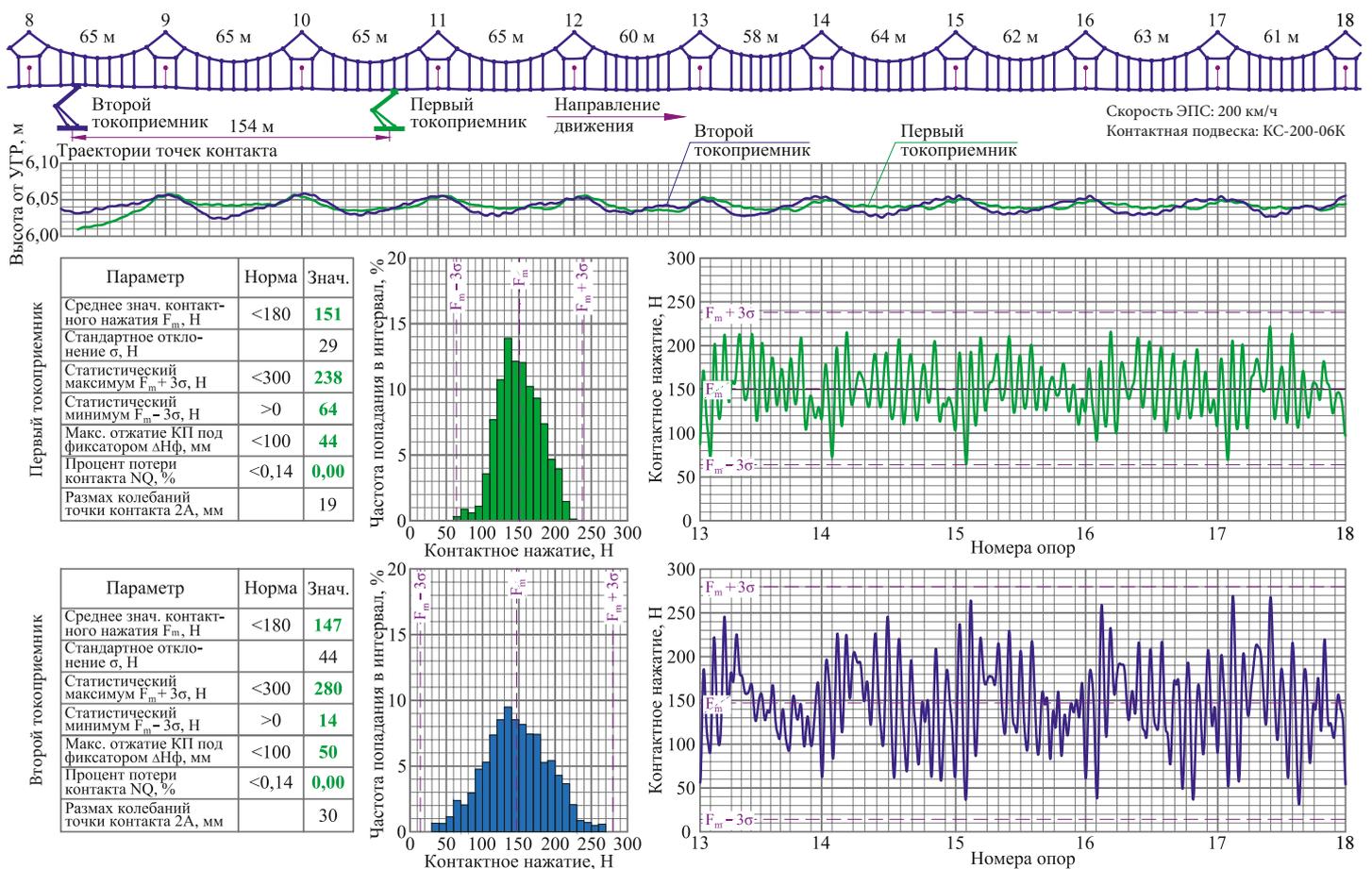


Рис. 3. Результаты математического моделирования взаимодействия контактной подвески КС-200-06К с токоприемниками поезда «Сапсан» на скорости 200 км/ч при длинах пролетов 60-65 м

ков ЭПС при взаимодействии с контактной подвеской КС-200-06К на скорости 200 км/ч является удовлетворительным. Однако разброс контактного нажатия относительно среднего значения существенно выше у второго по ходу движения токоприемника. Это связано с процессом распространения поперечных волн по контактной подвеске. Волна, возбуждаемая первым токоприемником, ухудшает условия работы второго.

Чтобы определить максимально допустимую скорость движения ЭПС, моделирование взаимодействия токоприемников и подвески необходимо выполнить при различных скоростях. Результаты такого расчета удобно представить в виде графиков зависимости статистических параметров контактного нажатия (среднего значения  $F_m$ , статистического максимума  $F_m + 3\sigma$  и статистического минимума  $F_m - 3\sigma$ ) от скорости ЭПС. Такие зависимости для контактной подвески КС-200-06К при взаимодействии с токоприемниками поезда «Сапсан» в диапазоне скоростей от 160 до 250 км/ч приведены на рисунке 4 (моделирование выполнялось с шагом 5 км/ч). Как видно, при скорости 225 км/ч статистический минимум контактного нажатия  $F_m - 3\sigma$  у второго токоприемника становится отрицательным. Это означает, что при данной скорости возможно ухудшение качества токосъема, сопровождающееся отрывами полоза токоприемника от контактного провода. Поэтому максимально допустимая скорость движения по контактной подвеске КС-200-06К не должна превышать 220 км/ч.

Для определения окончательного значения максимально допустимой скорости аналогичные графики для параметров контактного нажатия необходимо построить не только для промежуточных пролетов, но и для переходных пролетов сопряжений, зоны средней анкеровки и других узлов при различных сочетаниях длин пролетов. Следует также проверить влияние на допустимую скорость движения погрешностей регулировки контактной подвески.

Варьируя значения различных конструктивных параметров контактной подвески, можно определить степень их влияния на качество токосъема и допустимую скорость движения. Наибольший положительный эффект

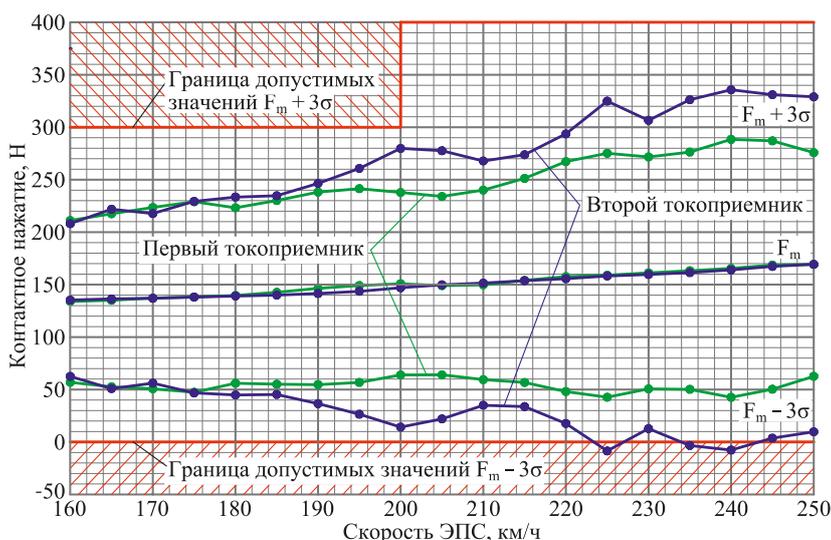


Рис. 4. Зависимость параметров контактного нажатия от скорости ЭПС для контактной подвески КС-200-06К

оказывает повышение натяжения контактного провода (при сохранении площади сечения). Однако допустимое натяжение провода ограничено его механической прочностью. Применение более прочных проводов (например, легированных магнием) на постоянном токе нецелесообразно из-за их высокого электрического сопротивления. Поэтому для улучшения качества токосъема и повышения допустимых скоростей движения сле-

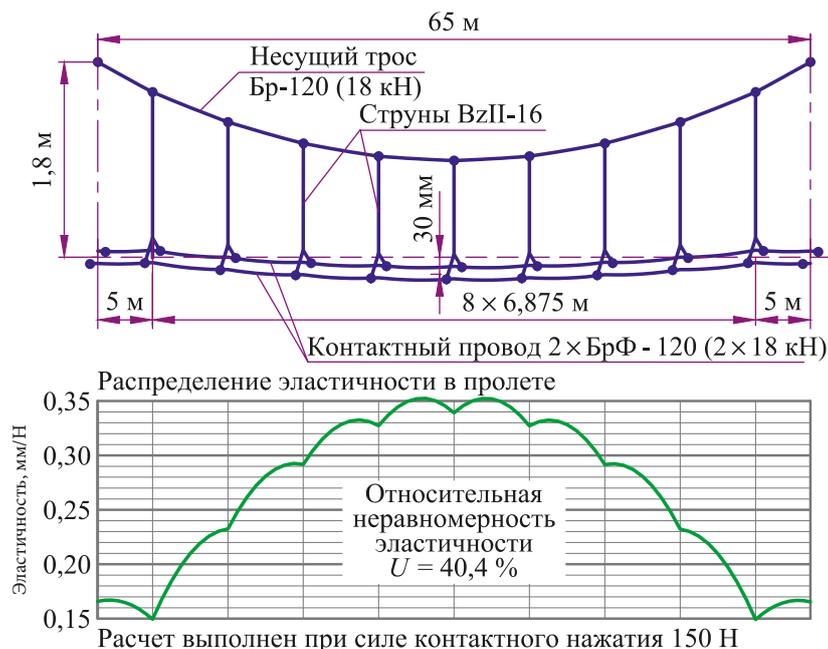


Рис. 5. Схема пролета и основные параметры модернизированной контактной подвески КС-200-3М

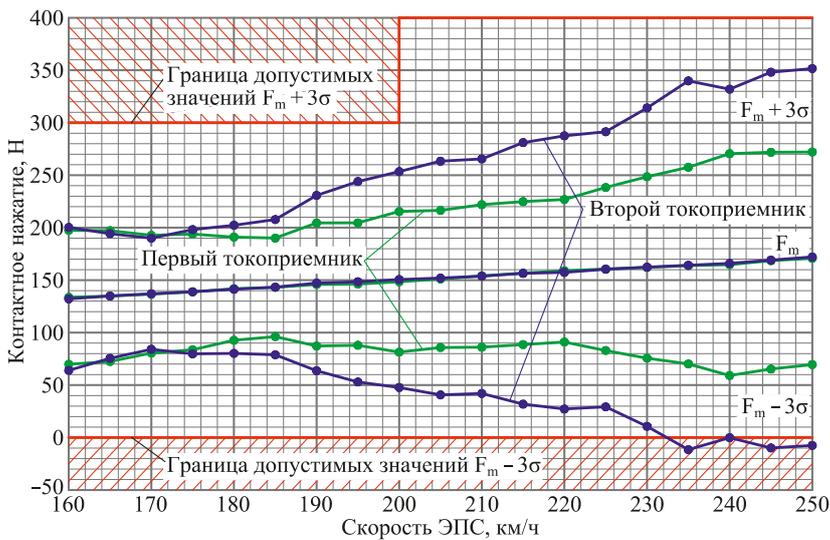


Рис. 6. Зависимость параметров контактного нажатия от скорости ЭПС для контактной подвески КС-200-3М

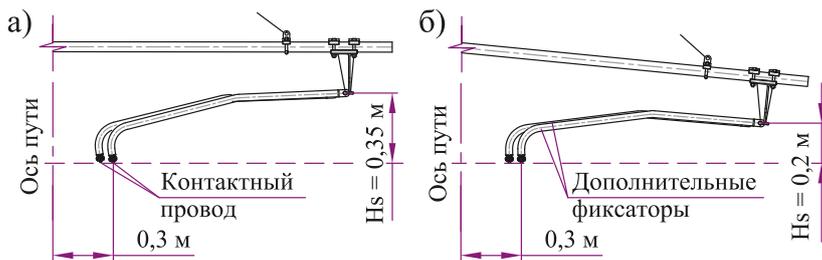


Рис. 7. Установочные параметры фиксаторов: а) в КС-200-06К; б) в КС-200-3М

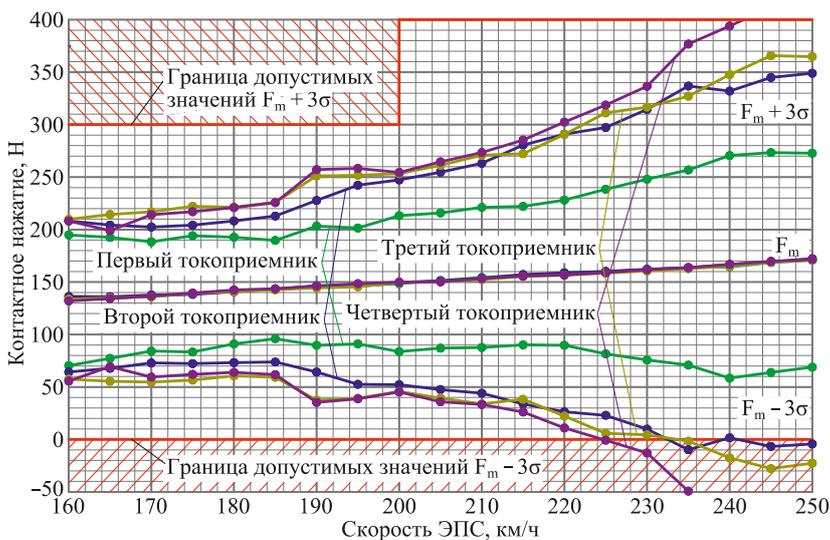


Рис. 8. Зависимость параметров контактного нажатия от скорости ЭПС для контактной подвески КС-200-3М при четырех рабочих токоприемниках

дует прежде всего рассмотреть возможность изменения других параметров: натяжения несущего троса, стрелы провеса контактного провода, схемы расстановки струн, натяжения и длины рессорного троса, параметров фиксаторов и др. Уменьшение максимальной длины пролета нецелесообразно по экономическим соображениям.

Оптимизация значений упомянутых конструктивных параметров позволяет повысить допустимую скорость движения по контактной подвеске КС-200 постоянного тока до 250 км/ч при тех же проводах и той же максимальной длине пролета, что и у базового варианта КС-200-06К. При этом контактная подвеска выполняется по аналогичной схеме с рессорным тросом. Если повышение скорости движения свыше 230 км/ч не требуется, оказывается возможным выполнить контактную подвеску без рессорного троса. Схема пролета такой контактной подвески, получившей название КС-200-3М, приведена на рисунке 5. Ее конструкция проще, дешевле, технологичней при монтаже и надежней в эксплуатации.

Неравномерность эластичности нерессорной подвески КС-200-3М больше, чем у рессорной КС-200-06К (рис. 2, 5). Несмотря на это, динамические характеристики взаимодействия с токоприемниками при скоростях до 230 км/ч получаются лучше (рис. 4, 6). Например, при скорости 200 км/ч статистический минимум контактного нажатия второго токоприемника у подвески КС-200-3М составляет 48 Н, а в базовом варианте у подвески КС-200-06К – всего 14 Н.

Тип и натяжение контактных проводов, а также максимальная длина пролета сохранены такими же, как у подвески КС-200-06К. Улучшение динамических характеристик достигнуто за счет подбора оптимальных значений установочных параметров фиксаторов  $H_s$  (рис. 7), стрелы провеса контактного провода, схемы расстановки струн и натяжения несущего троса. В технических решениях КС-200-3М дополнительно усовершенствованы схемы сопряжений, средняя анкеровка и некоторые другие узлы.

Модернизированная контактная сеть КС-200-3М смонтирована на I пути перегона Тосно – Ушаки Октябрьской железной дороги

Табл. 1. Максимально допустимые скорости движения для контактных подвесок КС-200

Модификация контактной подвески, год разработки	Основные провода (несущий трос + контактный провод), их натяжения	Наличие рессорного троса	Максимально допустимая скорость ЭПС, км/ч, при числе токоприемников		
			2	3	4
КС-200, 1995-1997 годы	М-120 + 2МФ-120, 18 + 2 × 12 кН	есть	205	180	175
КС-200-06К, 2006-2007 годы	Бр-120 + 2БрФ-120, 20,25 + 2 × 18 кН	есть	220	220	200
КС-200-07 (32-07), 2007 год	Бр-120 + 2БрФ-120, 18 + 2 × 20 кН	есть	230	230	215
КС-200-3М, 2013 год	Бр-120 + 2БрФ-120, 18 + 2 × 18 кН	нет	230	220	220

в ноябре 2013 года и в настоящее время проходит опытную эксплуатацию.

Организация движения сдвоенных электропоездов «Сапсан» на линии Санкт-Петербург – Москва потребовала определения максимально допустимых скоростей движения для контактных подвесок КС-200 постоянного тока не только при двух рабочих токоприемниках, но и при трех-четырех.

На рисунке 8 приведен пример расчетной зависимости параметров контактного нажатия от скорости для четырех рабочих токоприемников при взаимодействии с контактной подвеской КС-200-3М. (Расстояния между токоприемниками 1-2 и 3-4 принято по 154 м, между токоприемниками 2 и 3 – 100 м). Условия взаимодействия третьего и четвертого рабочих токоприемников дополнительно ухудшаются, поскольку на них оказывают негативное влияние поперечные волны, возбуждаемые как первым, так и вторым токоприемником.

В таблице 1 приведены максимально допустимые скорости движения для основных модификаций контактных подвесок КС-200, эксплуатируемых на линии Санкт-Петербург – Москва, при 2-х, 3-х и 4-х рабочих токоприемниках.

### Список использованной литературы

1. Контактная сеть КС-200: история, особенности, перспективы / В.А. Иванов, Е.В. Кудряшов // Локомотив. – 2013. – № 6 (678). – С. 38–40.
2. Схемные решения и варианты конструкций контактной сети на экспериментальном участке Калашниково – Лихославль / В.В. Хананов, С.В. Попов, Е.В. Кудряшов и др. // Токосъем и тяговое электроснабжение при высокоскоростном движении на постоянном токе: сб. науч. тр. ОАО «ВНИИЖТ». – М.: Интекст, 2010. – С. 19–32.
3. Kiessling F., Puschmann R., Schmieder A., Schneider E. Contact Lines for Electric Railways: Planning, Design, Implementation, Maintenance. – Wiley, John & Sons, 2009. – 994 p.
4. Математическое моделирование механического взаимодействия токоприемников и контактной подвески для скоростных электрифицированных железных дорог / Б.С. Григорьев, О.А. Головин, Е.Д. Викторов, Е.В. Кудряшов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование. – 2012. – № 4 (159). – С. 155–162.
5. IEC 60913. Railway applications – Fixed installations – Electric traction overhead contact lines, 2013. – 99 p. 

## Двухэтажный электропоезд KISS для интермодальных перевозок



**Д. Шварц,**  
менеджер проекта, Stadler Bussnang AG

В 2011 году ООО «Аэроэкспресс» провело исследование, которое показало: к 2015 году провозных мощностей при существующем графике движения будет недостаточно. Каждый год пассажиропоток компании увеличивается на 12-18%. Только в московском регионе за 2013 год аэроэкспрессами было перевезено 16,8 млн пассажиров, что на 13,2% больше, чем в 2012 году, при этом потенциал для дальнейшего роста сохраняется. Согласно исследованиям, пассажиропоток только одного московского аэропорта Шереметьево в ближайшие годы может удвоиться и достигнуть 60 млн чел./год. На данный момент существующие платформы не позволяют увеличить длину состава, а железнодорожная инфраструктура – частоту движения поездов, поэтому логическим решением стало наращивание этажности электропоездов. Двухэтажные поезда позволят повысить провозную способность на 30-40%. В 2012 году ООО «Аэроэкспресс» объявило конкурс на поставку подвижного состава (табл. 1), обязательным условием которого является двухэтажность, и Stadler Rail Group приняла решение участвовать в нем со своей проверенной моделью KISS.

### Предпосылки к KISS RUS (АЭРО)

К настоящему времени более 60 поездов KISS поставлено пяти операторам из четырех европейских стран. Крупнейший парк таких электропоездов эксплуатируется «Швейцарскими федеральными железными дорогами» (SBB), которые используют их для перевозок на маршрутах с самым большим пассажиропотоком на пригородной сети Цюриха и на нескольких межрегиональных экспресс-маршрутах, со-

единяющих разные точки стране. Швейцарская железнодорожная компания BLS заказала 28 поездов для перевозок в регионе Берн. В Австрии частный оператор Westbahn использует семь электропоездов на маршруте Вена – Зальцбург на скоростях до 230 км/ч. Несмотря на такой скоростной режим, с самого начала эксплуатации в 2011 году поезда KISS демонстрируют высокий уровень готовности и надежности. Также

**Табл. 1.** Основные технические требования, предъявленные компанией «Аэроэкспресс»

Параметры	6-вагонный состав	4-вагонный состав
Расчетная скорость, км/ч	160	
Максимальная скорость в эксплуатации, км/ч	160	
Напряжение, род тока, кВ	3 АС	
Длина оборота, км	макс. 200	
Ширина колеи, мм	1520	
Макс длина электропоезда, м	162	108
Масса тары, т	345	234
Высота платформы от головки рельса, мм	1 300	
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +40	
Диапазон температур хранения, °С	от -50 до +40	
Максимальная нагрузка на ось, кН	210	

Табл. 2. Технические характеристики поездов ЭШ2 KISS RUS (АЭРО) и KISS для SBB

Параметры	ЭШ2 KISS RUS (АЭРО)	KISS для SBB
Ширина колеи, мм	1524	1435
Напряжение, род тока, кВ	3 АС	15 DC, 16,7 Гц
Расположение осей	2'2+Bo'2'+Bo'Bo'+2'2' или 2'2'+Bo'Bo'+2'2'+2'2'+Bo'Bo'+2'2'	Bo'Bo'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+Bo'Bo'
Сидячие места	1-й + 2-й классы 84 + 312 или 84 + 616	1-й + 2-й классы 120 + 415
Откидные сиденья	8	0
Стоячие места, чел.	523 или 842	838
Высота пола:		
вход, мм	1 285	555
нижний этаж, мм	685	440
верхний этаж, мм	2 974	2 515
Ширина входа, мм		1 400
Высота для стояния, мм	2 150	2 000
Длина между автосцепками, мм	101 700 или 155 100	150 000
Ширина поезда, мм	3 400	2 800
Высота поезда, мм	5 240	4 595
Рабочая масса, тара, т	237 или 349	297
Межосевое расстояние поворотной тележки:		
моторная тележка, мм		2 500
ходовая тележка, мм		2 500
Диаметр ведущего колеса, нового, мм		920
Диаметр ходового колеса, нового, мм		920
Длительная мощность на колесе, кВт	2 400 или 3 200	4 000
Максимальная мощность на колесе, кВт	3 900 или 5 200	6 000
Сила тяги при пуске, кН (до 54 км/ч)	300 или 400	400
Ускорение (м/с <sup>2</sup> ) при разгоне до 60 км/ч	0,8	1,1
Максимальная скорость, км/ч		160

они эксплуатируются «Восточно-немецкой железной дорогой» (ODEG) на берлинской региональной экспресс-сети.

Условия конкурса потребовали от производителя некоторых адаптационных изменений в модели (табл. 2): российские габариты, высота платформы, ширина колеи, жесткие климатические условия (бесперебойная экс-

плуатация до -40 °С). Поскольку поезд должен быть сертифицирован российскими компетентными органами, разработка состава и его компонентов велась таким образом, чтобы обеспечить соответствие всем применимым российским нормам по безопасности, санитарно-гигиеническим и противопожарным стандартам.

## Технические решения

Разная длина платформ определила Stadler использовать электропоезда с возможностью их легкого комбинирования: 4-вагонные (рис. 1) и 6-вагонные поезда (рис. 2); 5-вагонная конфигурация должна получаться с помощью добавления одного промежуточного вагона типа 300 к 4-вагонному электропоезду или отцепкой одного вагона этого типа от 6-вагонного. Головные вагоны (длина 28,8 м)

с прицепными тележками располагаются на обоих концах состава и оборудованы кабинами для машинистов. На двух этажах одного из них – 84 места бизнес-класса, а на промежуточном уровне – еще 4 экономкласса. Другой головной вагон оборудован для перевозки пассажиров с ограниченными физическими возможностями, а также 120 креслами экономического класса.



Рис. 1. ЭШ2 KISS RUS (АЭРО). Схема 4-вагонного поезда



Рис. 2. ЭШ2 KISS RUS (АЭРО). Схема 6-вагонного поезда

Тяговое оборудование находится в тяговых вагонах, длина которых – 22,05 м. В каждом из них установлено по 94 кресла бизнес-класса. Каждый поезд имеет два тяговых вагона в составе: 6-вагонный электропоезд имеет два вагона с двумя тяговыми цепями каждый, а 4-вагонный – один вагон с одной и один вагон с двумя тяговыми цепями. Шестивагонный электропоезд имеет два промежуточных вагона с прицепными тележками. В каждом из промежуточных находится по 152 сиденья экономкласса, длина вагона – 26,7 м.

Каркас кузова всех вагонов изготовлен из сварных алюминиевых профилей. Из-за их большего размера масса каждого составляет около 15 т. На носу головного вагона для исполнения требований ГОСТ 32410–2013 и EN 15227 установлен крэш-элемент. Срок службы каркаса кузова – 40 лет.

Рамы тележек изготовлены из стали марки P355NL2. Тележки разрабатывались специально для поезда KISS российского габарита. Ее создатели учли все негативные факторы эксплуатации в условиях низких температур и сложного состояния путей, поскольку все это встречается на российских железных дорогах. Пневморессоры обеспечивают постоянную величину высоты пола вагона над уровнем головки рельса независимо от заселенности вагона. Также они дают возможность автоматической регулировки эффективности тормозной системы при изменении

количества пассажиров. Кроме того, тележка оборудована электродвигателем и редуктором с частичным опорно-рамным подвешиванием и системой пневматических пружин. Тяговое оборудование состоит из одного силового преобразователя BORDLINE-CC1500DC, обеспечивающего питание тяги и бортовых потребителей, двух тяговых электродвигателей, работающих как групповой привод, и одного тормозного резистора. Все тяговое оборудование устанавливается вне пассажирских салонов, то есть либо на тележках, либо на крыше.

Поставщиком тормозной системы является компания Knorr-Bremse, которая обеспечивает поезд системой EP-compact и блоками механического тормоза. Автосцепное устройство представляет собой автосцепку Шарфенберга 10 типа, имеющую переходник для СА-3. С целью создания комфортных температурных условий для пассажиров в каждом вагоне предусмотрены два блока систем обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВКВ). В зимний период температура поезда поддерживается системой воздушного обогрева. Верхний и нижний этажи имеют собственные контуры ОВКВ. С целью обеспечения комфортных условий воздухопроводы прохладного и теплого воздуха разделены. Теплоизоляция поезда была адаптирована под российские условия, включая изоляцию входных дверей, вестибюля и межвагонных переходов.

Система напольного отопления европейской модели поезда KISS была заменена воздушным отоплением. Все компоненты, устанавливаемые снаружи кузова вагона, прошли проверку в климатических камерах. Это потребовалось для того, чтобы убедиться: компоненты могут нормально функционировать в условиях низких температур и не получают дополнительный износ, возникающий при работе в холодный период. Все компоненты, необходимые для подвижного состава, имеют резерв. Кроме того, для создания бесперебойной работы в условиях московских зим компания Stadler внедрила в поезд ноу-хау, полученные в странах с похожими суровыми условиями (Норвегия, Финляндия, Беларусь).

Электронная система управления – микропроцессорная; все важные компоненты

соединены с системой управления CAN-шиной. Это позволяет системе диагностики обнаруживать малейшее происшествие и незамедлительно отправлять сведения для анализа машинисту. Поезда KISS оборудованы российской системой безопасности БЛОК, а система «аудио-видео» с двумя очень большими экранами на каждом уровне обеспечивает информирование пассажиров, а также трансляцию рекламных материалов и объявлений. Снаружи на поезде находится матричный дисплей, на котором на русском и английском языках отражается направление поезда.

Кабина машиниста создана для комфортной работы двух человек: машиниста и его помощника в соответствии с российскими нормативными требованиями.

## Комфорт пассажира – внутренняя отделка и компоновка вагонов

Для входа в вагон предназначены четыре автоматических сдвижных двери, которые в силу высоты российских платформ расположены над тележками. Из зоны входа (рис. 3), находящегося на промежуточном уровне, ступени ведут на верхний и нижний этажи (рис. 4). На промежуточном уровне каждого вагона располагается туалет; туалет в вагоне для маломобильных пассажиров оборудован так, чтобы людям с ограниченными физическими возможностями было удобно. Размеры вагонов позволили сделать высоту потолка на всех уровнях 2,15 м, компоновку кресел 2+3 в экономклассе (рис. 5) и 2+2 в бизнес-классе (рис. 6) – без потери личного пространства. В обоих классах установлены удобные кресла с регулируемым наклоном спинки. Во внутренней отделке используется в основном неяркое освещение за счет четырех полос светильников на потолке; стеновые панели изготовлены из армированного стеклопластика, пол с ковровым покрытием – в каждом классе; в бизнес-классе отделка выполнена с имитацией под древесину.

Для комфортного провоза багажа предусмотрены специальные полки в торцах всех вагонов. Кроме того, кресла закреплены при помощи консолей на боковые стены, что позволяет пассажирам складывать багаж под кресло. Для пассажиров бизнес-класса допол-



Рис. 3. Входная зона (3D-макет)



Рис. 4. Интерьер поезда. Лестница на второй этаж (3D-макет)



Рис. 5. Интерьер поезда. Экономкласс (3D-макет)



Рис. 6. Интерьер поезда. Бизнес-класс (3D-макет)

нительно предусмотрен кафе-бар и гардероб на каждом из уровней.

Жизненный цикл подвижного состава рассчитан на 40 лет. В соответствии с контрактом Stadler проведет расширенное обучение сотрудников ООО «Аэроэкспресс». Техни-

ческое обслуживание и ремонт подвижного состава будет осуществляться бригадами ООО «Аэроэкспресс», но команда компании Stadler останется на площадке в Москве в период начала эксплуатации для обеспечения плавного старта перевозок.

## Производство и поставки

В мае 2013 года Stadler Rail Group стала победителем в конкурсе ООО «Аэроэкспресс» с контрактом на поставку 25 поездов, 16 из которых будут в 4-вагонной и 9 – в 6-вагонной составности. Стоимость контракта, в рамках которого Stadler поставит 118 ваго-

нов до июня 2016 года, составляет 381 млн евро без НДС.

Из партии в 25 составов первые 4 поезда будут полностью произведены в швейцарском городе Альтенрейн, который является центром Stadler по разработке и производству двухэтажного подвижного состава. Остальные поезда планируется собрать на новом заводе Stadler в белорусском Фаниполе, под Минском. Завод будет выполнять сварку кузовов, их окраску, сборку и пуско-наладку вагонов. Для обеспечения идентичности этих 25 поездов все компоненты будут приобретены у одних и тех же поставщиков, которые в основном находятся в западной и центральной Европе.

В соответствии с текущим графиком первый поезд ожидают в России в октябре этого года, после чего он пройдет различные проверки необходимых органов, а также испытания по работе в зимних условиях. Начало коммерческой эксплуатации первого поезда запланировано в июне 2015 года, а завершение поставок – к июню 2016 года (рис. 7). 



Рис. 7. Экстерьер поезда (3D-макет)

## Расчет параметров взорвавшихся остатков пропано-воздушной смеси вагона цистерны



**А. Л. Кривченко,**  
д. т. н., Самарский государственный  
технический университет  
(СамГУПС)



**И. А. Клюстер,**  
аспирант кафедры промышленной  
и пожарной безопасности  
СамГУПС

Одним из основных факторов, влияющих на безопасность транспортировки и хранения нефтепродуктов или газов из класса алканов (насыщенных углеводородов), является наличие паров продукта, концентрационные пределы которых образуют с воздухом взрывоопасную смесь. После слива продукта с котла железнодорожной цистерны за счет сохранившихся остатков и пленки на стенках сосуда концентрация паров углеводородов достигает 50% от объема [1]. Таким образом, «пустая» железнодорожная цистерна при наличии внешнего инициирующего импульса может создать немалую угрозу для населения и окружающей среды.

### Определение концентрации пропано-воздушной смеси в котле и прогнозирование параметров детонации данного продукта

Четырехосная цистерна для сжиженных углеводородных газов и легкого углеводородного сырья модели 15-1519-01 грузоподъемностью 43000 кг и объемом котла 75,7 м<sup>3</sup>, оборудованная верхними сливо-наливными вентилями, имеет предохранительный клапан. Внутренний диаметр котла – 3000 мм, наружная длина – 11260 мм, рабочее давление в котле – 2,08 МПа, пробное давление в котле при гидравлическом испытании – 3 МПа. Средняя концентрация пропано-воздушной смеси была определена с помощью хроматографического анализа состава проб пропано-воздушной смеси методом, указанным в работе [2]. По результатам анализа средняя концентрация паров углеводородов составила 6% от объема котла, причем данное значение отвечает стехиометрическому соотношению компонентов.

Для прогнозирования параметров процесса детонации необходимо определить следующие параметры: скорость детонации, детонационную теплоту взрыва и давление ударной волны.

Для определения параметров детонации в работе [3] было предложено использовать три уравнения сохранения (массы, импульса, энергии), уравнение состояния и дополнительное условие отбора единства скорости

детонации. Таким образом, было получено основное гидродинамическое уравнение для скорости детонации:

$$D = \sqrt{2Q(k^2 - 1)}, \quad (1)$$

где  $k$  – показатель политропы процесса детонации,

$Q$  – детонационная теплота взрыва.

Автором работы [4] был предложен метод расчета параметров детонации. Согласно работе скорость детонации данной смеси может быть рассчитана по следующему уравнению:

$$D = \left(\frac{p_n}{p_0}\right)^3 C_0, \quad (2)$$

где  $\frac{p_n}{p_0}$  – отношение плотности в зоне химической реакции к начальной;

$C_0$  – скорость звука в продуктах детонации.

Отсюда следует, что для прогнозирования скорости детонации пропано-воздушной смеси могут быть предложены два метода – 1 и 2.

Результаты расчета скоростей детонации пропано-воздушной смеси представлены в таблице 1.

Табл. 1. Параметры детонации пропано-воздушной смеси.

Горючее	% горючего	$Q_{расч}$ кДж/кг	$Q_{эксп}$ кДж/кг	D (1) м/с	D (2) м/с	U (6) м/с	P (5) МПа
$C_3H_8$	6	2 688	2 801	1 802,6	1 957	897,7	2,23

## Прогнозирование теплоты взрыва

Теплота взрывчатого превращения, измеряемая в калориметре, является интегральной характеристикой взрывчатого вещества и представляет собой суммарный тепловой эффект первичных химических реакций, протекающих во фронте детонационной волны, и вторичных равновесных реакций, происходящих при адиабатическом расширении продуктов детонации после ее завершения. Рассчитать каждый из этих тепловых эффектов в общем случае затруднительно, однако суммарную теплоту определить сравнительно несложно, если использовать закон Гесса, основанный на первом начале термодинамики.

$$Q_{взр} = \sum Q_{ПД} - Q_{ВВ}$$

$$\text{или } Q_{взр} = -\sum \Delta H_{FВВ}^0 + \Delta H_{ПД}^0 \quad (3)$$

где  $\sum \Delta H_{FВВ}^0$  и  $\Delta H_{ПД}^0$  – энтальпии образования соответственно смеси конечного и исходного взрывчатого вещества, адекватного их теплотам образования  $\sum Q_{ПД}$  и  $Q_{ВВ}$ , но имеющего обратный знак [3].

Наиболее определенной термодинамической величиной является  $Q_{max}$ , отвечающая максимальному тепловому эффекту, возможному при взрыве пропано-воздушной смеси, и наибольшему значению энтропии  $S$  системы.  $Q_{max}$  достигается в том случае, когда образуются высшие окислы горючих элементов, содержащихся в данном продукте.  $Q_{max}$  является константой и не зависит от начальных и конечных параметров состояния продуктов взрыва.

Экспериментальные и расчетные результаты теплоты взрыва представлены в таблице 1.

Экспериментальные данные о теплоте взрыва пропано-воздушной смеси заимствованы из работы [5].

Зная значения теплоты взрыва 1 кг пропано-воздушной смеси, можно опреде-

лить значение теплоты взрыва всей массы пропано-воздушной смеси. Оно рассчитывается по формуле:

$$Q_{взр} = p \times Q_{эксп} \times V, \quad (4)$$

где  $p$  – плотность паровоздушной смеси,  
 $Q_{эксп}$  – теплота взрыва одного кг пропано-воздушной смеси,  
 $V$  – объем пропано-воздушной смеси.

$$Q_{взр} = 269815,4 \text{ кДж.}$$

Для решения инженерных задач взрывного дела и для анализа поражающего фактора на основании полученных данных представляет интерес определить давление ударной волны пропано-воздушной смеси и вычислить значение тротилового эквивалента.

Давление ударной волны за зоной химической реакции было рассчитано по формуле:

$$P = p \times D \times U, \quad (5)$$

где  $U$  – массовая скорость, которая может быть вычислена по формуле:

$$U = \frac{D}{k+1}, \quad (6)$$

Полученные результаты массовой скорости и давления представлены в таблице 1. Согласно [6] работоспособность взрыва может быть выражена через тротильный эквивалент:

$$a_m = \frac{A_{вв}^0}{A_m^0} = \frac{(\eta_z \times Q_{взр})}{4 \cdot 186 \eta_m}, \quad (10)$$

где  $a_m$  – эквивалент;

$\eta_z, \eta_m$  – термодинамические коэффициенты взрыва пропано-воздушной смеси и тротила соответственно.

$$\eta_z = 0,3,$$

$$\eta_m = 0,7678.$$

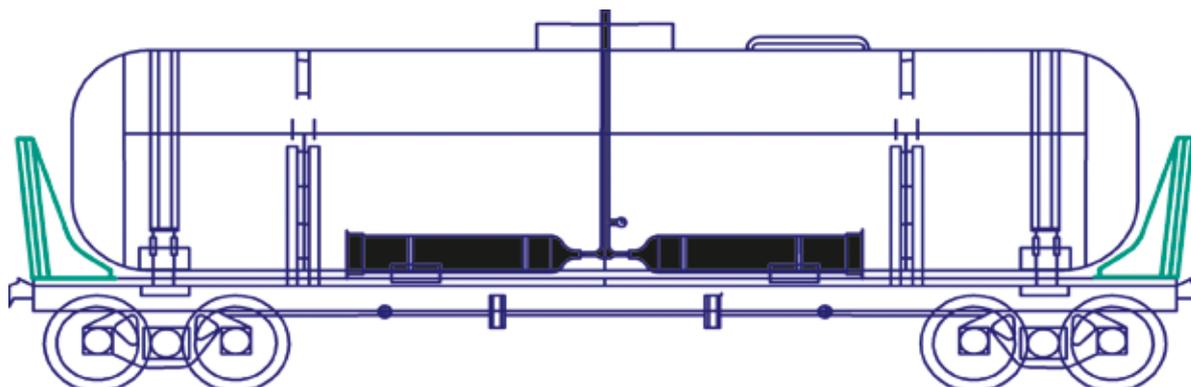


Рис. 1. Железнодорожная цистерна, оборудованная дополнительной системой безопасности

Значение тротилового эквивалента всей массы пропано-воздушной смеси составило 25,184 кг.

Авторами работы [7] был предложен безопасный способ транспортировки и хранения таких продуктов, который заключается в принудительном заполнении объема данной цистерны инертными газами, тем самым перевозимый продукт флегматизируется.

Флегматизация может быть осуществлена за счет введения в пропано-воздушную смесь инертных компонентов. Самыми легкодоступными являются продукты горения углеводородных смесей, в частности углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), так как он осуществляет не только разбавление горючей смеси, но и в случае возникновения процесса воспламенения, по принципу Ле Шателье, смещает равновесие реакции в сторону образования начальных продуктов реакции. Данное обстоятельство позволяет даже при незначительном разбавлении пропано-воздушной смеси значительно снизить риск взрывного превращения.

В работе [7] было предложено техническое решение, в результате которого железнодорожная цистерна (рис. 1) оборудуется предохранительными щитами с системой вертикальных и горизонтальных усиливающих ребер, на платформе которой по обеим продольным сторонам дополнительно установлены по два съемных баллона с инертным газом ( $\text{CO}_2$ ), предназначенных для заполнения объема котла цистерны.

Таким образом, с помощью хроматографического анализа состава проб пропано-воздушной смеси в котле железнодорожной цистерны модели 15-1519-01 определена средняя концентрация паров углеводородов, которая отвечает стехиометрическому

соотношению. Расчетным методом были определены детонационные характеристики пропано-воздушной смеси. Полученные значения находятся на достаточно высоком уровне, что может привести не только к финансовым потерям, но и создать угрозу для жизни человека: значение тротилового эквивалента всей массы пропано-воздушной смеси составило 25,184 кг. Следовательно, в целях снижения риска последствий взрыва пропано-воздушной смеси при транспортировке и хранении данный продукт необходимо флегматизировать.

#### Список использованной литературы

1. Одинцов А.Б. Сжиженные нефтяные газы и техника безопасности, 1959.
2. Гумеров А.Г., Гумеров Р.С., Бронштейн И.С., Коваленко М.Ф., Грошев Б.М. Методические указания по определению технологических потерь нефти на предприятиях нефтяных компаний РФ, 2002.
3. Физика взрыва / Под редакцией Л.Н. Орленко : Физматлит, 2004. – 832 с.
4. Некоторые особенности и расчет параметров детонации разбавленных ВВ / А.Л. Кривченко // Химическая физика. – 1993. Т 12. – № 5. – С. 698–700.
5. РБ Г-05-039-96 «Руководство по анализу опасностей аварийных взрывов и определению параметров их механического воздействия».
6. Дубнов Л.В., Бахаревич Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. – 3-е изд. – М. : Недра, 1988.
7. Кривченко А.Л., Клюстер И.А. Патент на полезную модель. Железнодорожная цистерна, 2013. Ⓢ

## Аспекты применения композиционных материалов в силовых конструкциях локомотивов



**М.А. Лобов,**  
технический директор ЗАО «МЫС»

Композиционные материалы (КМ) с каждым годом находят все большее применение в отделке интерьера кабин машиниста, салонов межобластных и пассажирских вагонов подвижного состава. Помимо декоративной функции, эти материалы обладают и другими характеристиками, дающими возможность создавать новые конструкционные и высокотехнологичные элементы.

На предприятии ЗАО «МЫС» в период 1999-2000 годов разработаны, испытаны и поставлены на производство сложные конструкции из КМ. Примером таких конструкций может служить лопасть вентилятора централизованного воздухообеспечения тепловоза серии ТЭП70, выполненная из стеклопластика (рис. 1). За базу специалисты ЗАО «МЫС» взяли авиационную технологию, оптимизировав ее до уровня холодной прессовой формовки и применив на тот момент инновационные материалы, разработанные одним из наших партнеров-поставщиков. В результате получилось надежное, воспроизводимое и быстротиражируемое изделие с целым рядом дополнительных качественных характеристик. В 2001 году ЗАО «МЫС» была запатентована «Технологическая линия производства огне-взрывобезопасных лопастей».

Использование данного изделия позволило существенно удешевить конструкцию рабочего колеса. В изобретении применена технология внутренней пропрессовки комля лопасти с приданием ему высоких прочностных свойств, что позволяет уверенно применять данное решение на всех вентиляторах тепловозов и электровозов до температуры +120 °С. Впоследствии были разработаны варианты лопасти и комля для применения вплоть до +270 °С. Все эти разработки прошли успешную проверку за 9 лет эксплуатации на локомотивах серии ТЭП70БС и ЭП2К.

Внедрение неметаллической лопасти позволило оптимизировать крепление (вместо чистового фрезерования и механической фик-



Рис. 1. Лопасти вентилятора из композитных материалов

сации используется вклейка отформованного в оснастке комля), что существенно упростило процесс подгонки, сборки и склейки. Данный метод применим для лопастей с «небольшими» толщинами лопасти – до 10 мм (рис. 2).

Для рабочих колес с большой строительной высотой и большими габаритами (до 2000 мм



Рис. 2. Вентилятор охлаждения с комлевыми лопастями

в диаметре) в 2006 году был разработан и применен другой концептуальный метод, оформленный в дополнении к предыдущему патентами, – «Лопасть» и «Вентилятор», а в 2009 году – «Способ производства лопастей». В данном случае в качестве основного несущего элемента (лонжерона) лопасти применяется однонаправленно-армированный конструкционный элемент, максимально эффективно воспринимающий продольные нагрузки от центробежной силы, часть которых компенсируется от возвратного момента при аэродинамическом изгибании лопасти. В этом варианте лопасть изготавливается полой, для надежного соединения обечаек применяются внедренные упруго-деформируемые элементы, которые после полимеризации увеличивают жесткость тонкостенной конструкции по типу кессонов (рис. 3). Масса данного изделия в разы меньше массы алюминиевого аналога, не говоря уже о стальном исполнении. Как и предыдущее решение, оно безопасней в применении (при возможных разрушениях от внешних воздействий вся кинетическая энергия лопасти тратится на ее разрушение и практически не наносит урон окружающим узлам). Стеклопластик является изолятором, поэтому не происходит никаких замыканий или электрических пробоев, также исключено искрообразование. Применение облегченных стеклопластиковых рабочих вентиляторных колес на основе описанных методов позволило увеличить срок службы узлов привода и механизмов системы охлаждения на локомотивах. Например, на тепловозе ТЭМ18В удалось повысить КПД вентиляторной установки и практически в 2 раза снизить момент инерции по сравнению с металлическим вентиляторным колесом. Также данное решение хорошо под-

ходит для модернизации уже существующих, достаточно долго эксплуатируемых локомотивов с увеличением ресурса работы, уменьшением уровня шума и уменьшением аэродинамической вибрации.

На сегодня произведено и успешно эксплуатируется более 15 000 лопастей и более 800 рабочих колес вентиляторов охлаждения на тепловозах и электровозах, произведенных передовыми предприятиями ЗАО «Трансмашхолдинг» и ОАО «Желдорремаш».

Очередным примером объединения конструкционных и декоративных свойств может служить стеклопластиковый оконный блок, впервые созданный на ЗАО «МЫС». Изделие проектировалось для установки на новые и действующие локомотивы, разработана наружная и внутренняя схемы установки. Для наружной применено совмещение блока с декоративным наличником, упрощающее подгонку и компенсирующее возможные зазоры по проему окна. С внутренней – все блоки комплектуются наличником, что позволяет вписать оконный блок практически в любой существующий интерьер (рис. 4). Сейчас на ЗАО «МЫС» производится более 15 модификаций: с обогреваемыми форточками, «трехстекольные», для внутренней и наружной установки. Все блоки при необходимости комплектуются зеркалами и параванами (рис. 5). Разработки «Оконный блок» и «Окно транспортного средства» были запатентованы в



Рис. 3. Вентилятор охлаждения со стержневыми лопатами



Рис. 4. Блоки подвижного окна на электровозе ЭП2К

ЗАО «МЫС» – предприятие, проектирующее, производящее и поставляющее изделия из композиционных материалов, которые используются при отделке кабин локомотивов и салонов пассажирских вагонов, а также систем воздухообмена и охлаждения силовых установок локомотивов. В производстве элементов применяются инновационные конструкторские решения и технологии.

### Хронология:

**2000 год.** Запущена в серийное производство лопасть вентилятора ЦВС тепловоза ТЭП70 и линейка лопастей химически стойких вентиляторов.

**2004 год.** Впервые в России предприятие разработало, изготовило и внедрило в эксплуатацию подвижной обогреваемый оконный блок кабины машиниста и секции крыш тепловоза ТЭП70 из стеклопластика.

**2007 год.** По техническому заданию ОАО «ВНИКТИ» изготовлены вентиляторные установки на первый российский газотурбовоз ГТ1h. В это же время запущены в производство вентиляторные установки для охлаждения дизеля тепловоза 2ТЭ25 с системой пневмоуправления спрямляющим аппаратом.

**2007 год.** ЗАО «МЫС» введен стандарт предприятия, обеспечивающий (в соответствии с международными требованиями) качество при проектировании и разработке, производстве, монтаже и обслуживании оборудования.

**2008 год.** Запущена линия серийного изготовления секций крыш тепловозов и электровозов в пластиковом, стальном и алюминиевом исполнении.

**2010 год.** Изготовлен и запущен в производство комплект вентиляторов транспортного исполнения для комплектации электровоза ЭП20.

**2012 год.** На базе предприятия создана аэродинамическая лаборатория с аттестованными аэродинамическими стендами.

**2012 год.** Получен сертификат ИСО (сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2008, регистрационный номер РОСС RU.0C03.СМК00045).

**2013 год.** Введен в эксплуатацию новый производственный цех общей площадью 2 000 м<sup>2</sup>.

**2013 год.** Поставлена на производство вся линейка вентиляторов транспортного исполнения для комплектации маневровых и магистральных локомотивов производства ЗАО «УК «БМЗ».

**2014 год.** Начата работа по сертификации производства по стандарту IRIS.

### Более подробную информацию о продукции ЗАО «МЫС» можно получить:

249180, Россия, Калужская область, с. Высокиничи, ул. Зеленая, 7а  
Тел./факс: +7 (48432) 2-82-00

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

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



Рис. 5. Универсальный блок подвижного окна для путейских машин

2007 году; «Окно машиниста» и «Раздвижное окно транспортного средства» – в 2008 году.

Это далеко не полный перечень производимой ЗАО «МЫС» продукции. Сегодня на нашем предприятии изготавливается такое оборудование для подвижного состава ОАО «РЖД», как:

- обтекатели электровозов (лобовая часть);
- интерьер кабин машиниста и пассажирских вагонов;
- секции крыш локомотивов;
- вентиляционные установки, вентиляторы пылеочистки и мотор-вентиляторы, которые могут быть укомплектованы встроенными датчиками давления, вибрации, пневмоуправляемыми спрямляющими аппаратами;
- неметаллические изделия элементов транспортных вентиляционных систем;
- воздушные каналы, системы шумоизоляции и направления воздушных потоков.

Вентиляционными установками производства ЗАО «МЫС» укомплектованы все тепловозы серии 2ТЭ25 (51 локомотив); вентиляторами транспортного исполнения – все электровозы серии ЭП20 (45 электровозов); обтекателями электровозов и интерьерами кабин машиниста – все электровозы серии ЭП2К начиная с 5-го номера (253 машины), интерьерами кабин машиниста и вентиляторными рабочими колесами – тепловозы серии ТЭП70БС, ТЭП70У, 2ТЭ70 (290 локомотивов).

Многие предприятия применяют технологические и инженерные решения ЗАО «МЫС» в своих изделиях, что говорит в пользу продуманности и востребованности идей компании. 

## Системы автоведения локомотивов



**Д.А. Тихонов,**  
генеральный директор ООО «АВП Технология»

Превентивным мерам повышения безопасности движения и экономии энергоресурсов на тягу поездов всегда уделялось особое внимание. В их числе – автоматизация технологических процессов, направленных на устранение человеческого фактора. История систем интеллектуального управления тяговым подвижным составом «автомашинист» уходит в 1957 год, когда был создан первый экспериментальный автономный комплекс автоведения для пригородных поездов. Но лишь в 1998 году была изготовлена первая промышленная партия систем автоведения, которыми в течение того же года были оборудованы электропоезда в депо Куровская, Железнодорожная и Раменское Московской ж. д. Начиная с 2000 года на сети железных дорог России стали устанавливаться системы автоведения и регистрации на пассажирские и грузовые электровозы, а с 2004-го – на маневровые и магистральные тепловозы.

### Предназначение системы автоведения

На сети дорог России, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья системами автоведения и регистрации российской компанией ООО «АВП Технология» оборудовано более 7 тыс. единиц подвижного состава (рис. 1). Так, унифицированной системой автоведения грузового поезда УСАВП-Г оборудованы грузовые электровозы ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80, ВЛ85, 2ЭС5, 2ЭС5К, 3ЭС5К и КЗ8А (Alstom) [1]. Более 40% из них дооснащены радиомодемами до интеллектуальной системы автоведения распределенной тяги ИСАВП-РТ. На пассажирских электровозах ЧС2, ЧС2К, ЧС2Т, ЧС4Т, ЧС6, ЧС7, ЧС8, ЧС200, ЭП1, ЭП2К, ЭП20, КЗ4АТ (Alstom) внедрена унифицированная система УСАВП-П, а в электропоездах всех серий колеи 1520 мм – универсальная система автоведения пригородного электропоезда УСАВП. В настоящее время активно развивается внедрение систем автоведения тепловозов ТЭП70, 2ТЭ10, ТЭ33А. Регистраторами параметров движения РПДА-Т оборудуются маневровые и магистральные грузовые и пассажирские тепловозы ТЭ10, ТЭ116, ЧМЭЗ, ТЭМ2, ТЭМ7А, ТЭМ18ДМ, ТГМ3, ТГМ4, ТГМ6, ТЭП70, специальный подвижной состав и мотовозы.

Системы автоведения предназначены для автоматизированного управления локомотивом с соблюдением норм безопасности движения в соответствии с расписанием на основе выбора энергетически рационального режима движения. Принципиальным отличием описываемых систем от большинства бортовых систем автоматизированного управления движением поезда, которые реализуют лишь движение с постоянной скоростью (аналог круиз-контроля), является расчет и реализация в реальном времени с помощью управления тягой и всеми видами

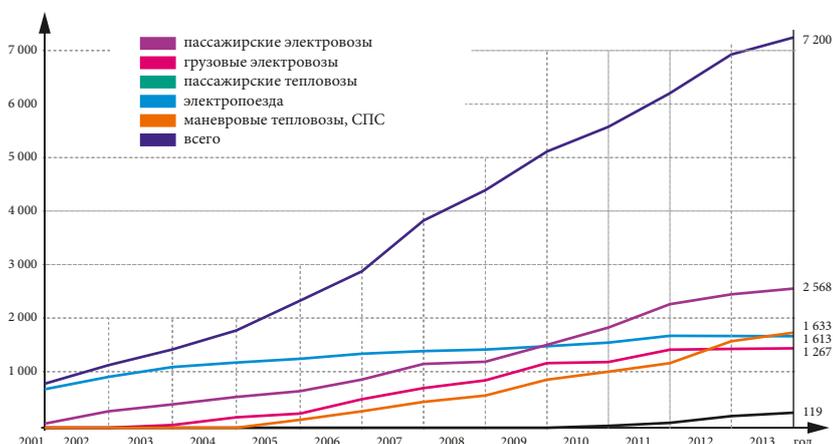


Рис 1. Оборудование системами автоведения и регистрации на 01.01.2014



ми продольно-динамическими реакциями в составе с соблюдением норм безопасности движения. Освобождение машиниста от рутинных манипуляций по управлению позволяет переключать его внимание на контроль поездной обстановки и соблюдение безопасности движения [1].

Регистраторы параметров движения и автоведения электропоезда (РПДА) являются неотъемлемой частью систем автоведения, но могут применяться и самостоятельно, например на маневровом и специальном подвижном составе. Они фиксируют текущие значения скорости, тока, напряжения, давления, а для тепловозов – еще температуру воды и масла, уровень, плотность и температуру топлива, обороты дизеля и множество других параметров. Измерение и регистрация всех параметров осуществляется с привязкой к пути и текущему времени (рис. 3), что позволяет разделить потребленные энергоресурсы на маневровую работу, тягу и отопление по дорогам, отделениям и тяговым подстанциям (для электровозов). РПДА и входящие в их состав измерительные комплексы по сравнению со штатными приборами учета имеют более высокую точность измерения потребленной электроэнергии или дизельного топлива (с классом 0,5S – для переменного тока и 1 – для постоянного). Повышенная точ-

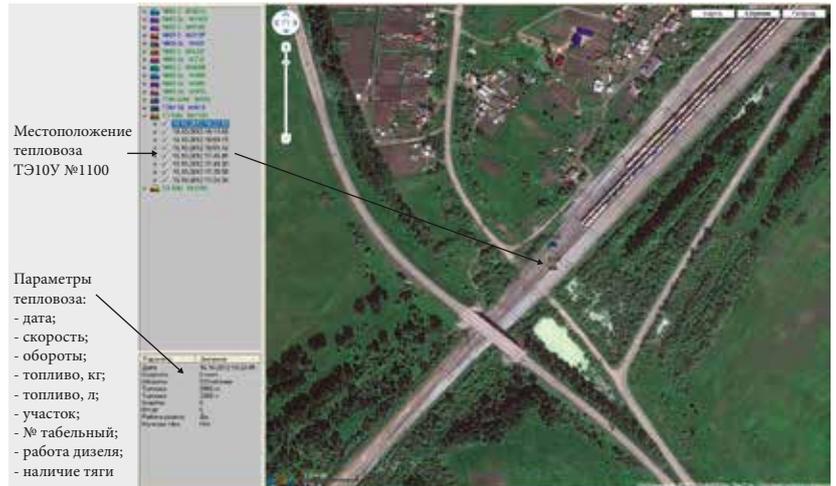


Рис. 3. Контроль местоположения локомотивов, оборудованных бортовыми системами автоведения и регистрации, их технического состояния по данным, переданным на сервер по беспроводным каналам связи

ность измерения массы и плотности топлива (в зависимости от температуры) обеспечивается применением инновационного метода вычисления с использованием данных от специально разработанных ультразвуковых датчиков. Набор измеряемых параметров зависит от типа подвижного состава, на который устанавливается регистратор, и может легко варьироваться путем подключения к регистратору соответствующих датчиков и универсальных обрабатывающих блоков.

## Показатели и алгоритмы расчетов

Организациям, эксплуатирующим локомотивы, оборудованные системами автоведения и регистраторами параметров, предоставляются удобные сервисы по сбору и автоматизированной обработке передаваемых и регистрируемых данных с локомотива с предоставлением всех необходимых форм отчетности по контролю его технического состояния, местоположения ТПС и расхода топлива или электроэнергии. Экономия топливно-энергетических ресурсов при выполнении поездки в режиме автоведения (более 75% пути) достигает 10%, а при автоведении соединенных грузовых поездов (распределенная тяга) – до 15% (рис. 4).

Суммарная протяженность плеч обслуживания автомашинистом составляет более 100 тыс. км, для которых созданы и посто-

янно актуализируются электронные карты. Решены сложные задачи автоведения тягового подвижного состава с контакторным и тиристорным управлением, а также полного управления всеми типами реостатных, рекуперативных, электропневматических и пневматических тормозов [1].

Комплексы автоведения на локомотивах новых серий, таких как ЭП20, 2ЭС5К и ЗЭС5К, КЗ8А, КЗ4АТ, ТЭП33А, ЭП1, ЭП1М, ЭП2К, интегрированы с бортовыми микропроцессорными системами управления, имеющими в своем составе необходимые датчики и периферийные устройства управления узлами и агрегатами локомотива. За счет использования данного оборудования значительно снижается стоимость самих систем автоведения и срок их окупаемости.

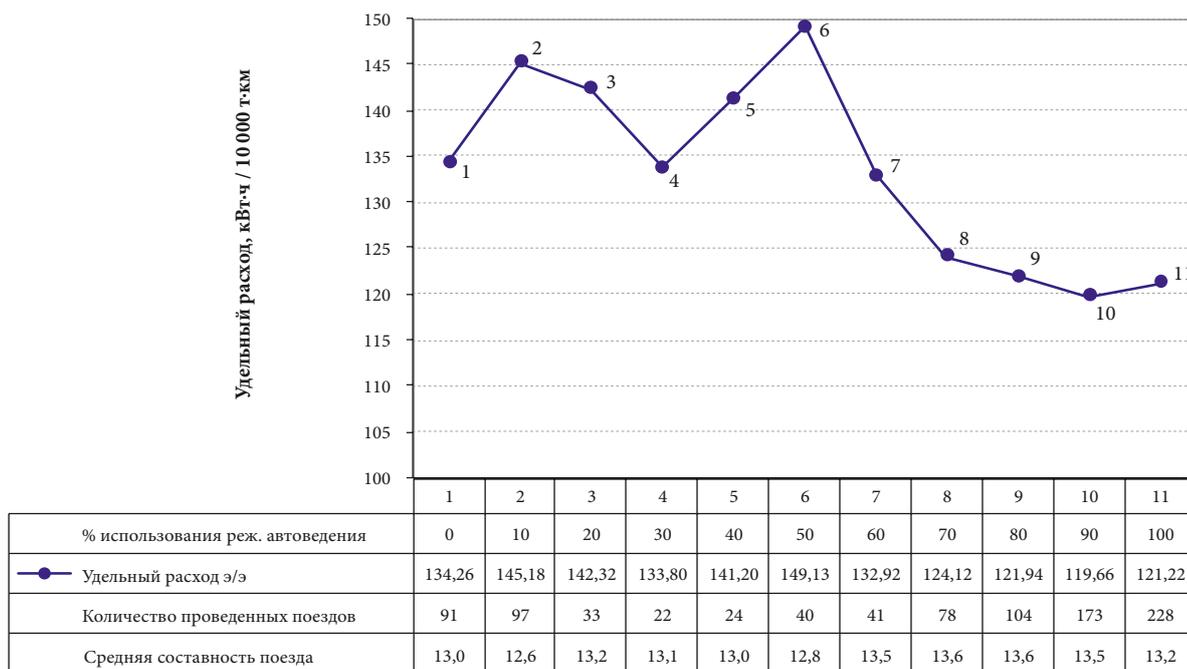


Рис. 4. Зависимость приведенного удельного расхода на тягу от пройденного в режиме автоведения пути (участок Красноярск – Мариинск)

Алгоритмы расчета энергооптимальной траектории движения поезда с учетом тяговых характеристик локомотива, профиля пути и веса поезда, разработанные в ОАО «ВНИИЖТ» [1] и применяемые в системах автоведения, используются также для оптимизации действующих расписаний. Так, за 2009-2013 годы на автоведение по энергооптимальным расписаниям переведено 2110 пассажирских поездов, в том числе 122 поезда на тепловозной тяге. Экономия от внедрения – более 100 млн кВт·ч электроэнергии и 500 т дизельного топлива.

В настоящее время главным направлением повышения производительности труда на железнодорожном транспорте является интенсификация перевозочного процесса,

что естественным образом приводит к усложнению работы машиниста и увеличению напряженности его труда. Все эти факторы повышают риск возникновения внештатных ситуаций, связанных с человеческим фактором, ведь он является причиной 90% транспортных происшествий. Вот почему использование «автомашиниста», позволяющего снизить уровень загруженности человека, ведущего состав, следует считать одной из актуальных мер, нацеленных на повышение безопасности движения.

С использованием систем автоведения принципиально меняются условия работы локомотивной бригады и ряд факторов, напрямую влияющих на безопасное ведение поезда.

## Ручное управление и автоведение

Подтверждено, что в режиме ручного управления (алгоритм деятельности машиниста в момент проследования станций) имеет место превышение допустимых величин показателей психофизиологической нагрузки [2]. При этом загруженность машиниста операциями контроля управления недопустимо велика (достигает от 75% до 90% в штатной ситуации).

Данные хронометража [2] показали: машинисты компенсируют дефицит времени за счет снижения частоты осмотра контрольных приборов, игнорируется и полнота текста при обмене рапортами между машинистом и помощником. В плане обеспечения безопасности движения все это является предпосылкой возникновения критических ситуаций.

Ситуация усугубляется нарушением режима отдыха, переработками, отклонениями от правильного подбора состава локомотивной бригады и др.

Несмотря на то, что применение систем автоведения при прохождении станции не приводит к значительному уменьшению сложности самого общего алгоритма управления, это, однако, значительно снижает загрузку машиниста (с 90% до 60%). В разы уменьшается и вероятность появления ошибки при выполнении алгоритма управления.

Ручное управление на перегоне (по данным обследования ФГУП «ВНИИЖТ» на напряженном участке дороги [2]) проще и имеет резервы по коэффициенту загрузки машиниста. В то же время использование автоведения на перегоне позволяет увеличить количество операций, выполняемых машинистом, и время для наблюдения за состоянием объектов инфраструктуры пути, осмотров составов, контрольных приборов и т. п., что положительно сказывается на обеспечении безопасности движения.

Исследования [2] показали существенно возрастающую роль информативности систем автоведения в предотвращении переутомления человека, управляющего локомотивом, при неблагоприятных погодных условиях (туман, дождь, снегопад), в ночное время, при остановках на низких и плохо освещенных платформах. Системы автоведения оказывают машинисту ощутимую поддержку как в режиме автоведения, так и в режиме советчика.

Анализ данных психофизиологического обследования [2] машинистов также показал, что при работе в режиме ручного управления начальные признаки утомления проявляются через 3-4 ч. Напряженными стано-

вятся адаптационные механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы, субъективнее делается оценка самочувствия, активности и настроения. При использовании режима автоведения признаки утомляемости проявляются лишь на 5-6-й час работы.

Сравнительный анализ [2] функционального состояния организма машиниста и его деятельности в автоведении и в ручном управлении показал: применение систем автоведения позволяет продлить устойчивый уровень работоспособности в среднем на 2-3 ч и уменьшить загруженность машиниста на наиболее сложных этапах работы. Это снижает риск ошибочных действий, минимизирует негативную роль человеческого фактора.

В режиме автоведения машинисту не нужно рассчитывать скорость движения для выполнения расписания, следить за показателями тока на двигателях при переключении позиций тяги и давления при торможении, производить рутинные манипуляции с органами ручного управления

Положительное влияние автоведения на состояние машиниста подтверждается и фактическим применением систем при выполнении наиболее тяжелых рейсов (табл. 1).

В частности, автоведение без помощника наиболее активно применяется на Октябрьской дороге, на участке Мурманск – Свирь, на Восточно-Сибирской магистрали. На Дальневосточной дороге система успешно используется на удлинённых плечах, где бригада из двух машинистов находится в рейсе более 11 ч.

Показателен пример внедрения систем автоведения на пассажирских электровозах ЧС7 локомотивного депо Челябинск Южно-Уральской железной дороги, начавшийся с 2000 года. Увеличение времени работоспособ-

**Табл. 1.** Данные исследования психо-физиологического состояния машинистов при проведении сравнительных поездок с ручным управлением и применением режима автоведения [2]

Ручное управление		Автоведение
0,7	Снижение коэффициента загруженности	0,57
42,7%	Увеличение контроля наружной обстановки	51,6%
с 80,6 до 91,6	Снижение разницы уровня умственной работоспособности	с 83,2 до 85,2
с 560 до 549 мс	Улучшение показателя скорости зрительно-моторной реакции в прямом рейсе	с 522 до 497 мс
с 544 до 536 мс	Улучшение показателя скорости зрительно-моторной реакции в обратном рейсе	с 522 до 497 мс



Рис. 5. Следование соединенного поезда в режиме автоведения с распределенными по составу локомотивами по системе ИСАВП-РТ

ности локомотивных бригад, подтвержденное научным исследованием влияния систем автоведения на деятельность локомотивных бригад [1], стало одним из факторов увеличения плеча оборота одной локомотивной бригады от участка Челябинск – Курган до участ-

ка Челябинск – Петропавловск (увеличение суммарной протяженности плеча оборота одной локомотивной бригады с 258 км до 525 км) с сокращением времени стоянки на станции Курган, которое ранее требовалось для смены локомотивных бригад. Эта оптимизация позволила полностью отказаться от задействования в процессе пассажирских перевозок колонн локомотивных бригад пассажирского движения с переводом их в грузовое движение, где на тот момент ощущалась нехватка личного состава. По полигону Южно-Уральской и Западно-Сибирской железных дорог в режиме автоведения ежедневно проводится до 18 пар соединенных грузовых поездов весом до 12 000 т с распределенными по составу локомотивами (рис. 5). Следование транзитом такого поезда без разъединения обеспечивается на расстояния более 1 000 км. Эта технология позволяет значительно снизить продольно-динамические реакции в поезде и потребление энергоресурсов на тягу поездов до 15%, увеличить пропускную способность грузонапряженных участков.

## Функциональность и безопасность движения

Одним из наиболее актуальных свойств автоведения можно назвать точное исполнение расписания до 1 мин, а для высокоскоростного движения – 30 сек. Мониторинг соблюдения энергооптимальных расписаний, по данным регистраторов параметров движения РПДА, показал, что доля поездов, имевших отклонение от графика, при автоведении в 3-4 раза меньше, чем при ручном управлении. Такое свойство автоведения служит основой при организации движения пассажирских и грузовых поездов по оперативным суточным графикам движения, рассчитанным системой «Эльбрус».

Новые функциональные возможности систем автоведения, оснащенных модемами и цветными жидкокристаллическими дисплеями для визуализации информации, появились с началом внедрения системы информирования машиниста (СИМ) на электровозах ВЛ10, ВЛ10У, ВЛ11, ВЛ80С Южно-Уральской, Западно-Сибирской, Свердловской, Куйбышевской железных дорог и ЗЭС5К Дальневосточной ж. д. Система автоведения получила возможность автоматически принимать на

борт актуальное расписание движения, изменения ограничений скорости движения, данные о составе, освободив машиниста от необходимости ручного ввода указанной информации (рис. 6). Раньше в случае возникновения непредвиденного сбоя графика движения машинист был вынужден переходить на ручное ведение локомотива и поезда.

Система СИМ предоставляет машинисту информацию о свободности нескольких блок-участков (оборудованных системой «Сетунь»), расположении поезда на профиле пути, ограничениях скорости, фактическом исполнении расписания и др.

Обновление расписания непосредственно на борту, его точное исполнение и передаваемые от систем данные о геопозиционировании локомотивов и их состоянии, получаемые в режиме реального времени по беспроводным каналам связи, создают основу для перехода от автоматизированного управления движением единичного поезда к автоматизированному управлению движением всего потока поездов.

**Табл. 2.** Данные изменения показателей технической и участковой скорости за 2013-2014 годы при организации движения грузовых поездов на участке Челябинск – Инская – Челябинск с использованием систем автоведения по энергооптимальным суточным графикам к показателям традиционной организации движения 2011 года (показатели 2012 года не приводятся, так как относятся к переходному этапу)

Год	Кол-во поездов	Техническая скорость, км/ч			Участковая скорость, км/ч		
		Общая	В режиме подсказки	В режиме автоведения	Общая	В режиме подсказки	В режиме автоведения
2011	6 195	54,28	53,62	55,55	44,27	42,66	46,74
2013	19 145	59,08	59,98	59,11	50,62	50,34	51,66
2014*	1 857	61,84	61,07	63,04	56,64	55,02	58,96

\* данные за 1 квартал

Все эти функции действительно обеспечивают экономию энергоресурсов, повышают безопасность движения и существенно увеличивают пропускную способность железных дорог.

Так, по данным расшифровок картриджей, записанных в реальных поездках с грузовыми поездами на участке Челябинск – Инская – Челябинск, внедрение СИМ и организация движения по энергооптимальным суточным графикам позволили повысить не только техническую и участковую скорости на 10 км/ч, но и сократить на 5 км/ч разницу между технической и участковой скоростями (табл. 2).

Ведущие производители железнодорожного оборудования уделяют большое внимание системам автоведения и регистрации параметров движения. Широко известны разработанные компанией General Electric системы LOCOTROL для управления распределенной тягой и TRIP OPTIMIZER для автоведения. LOCOTROL является наиболее массовой системой управления распределенной тягой в мире, однако обеспечивает только синхронное или квазисинхронное управление удаленными локомотивами, при котором ведомые локомотивы поезда реализуют позиции тяги как на ведущем, так и на ведомом, или с некоторым заранее заданным сдвигом позиций. Для работы LOCOTROL требуется высокоскоростной канал связи с плотным покрытием. Система ИСАВП-РТ (разработка ООО «АВП Технология») надежно работает по радиоканалам с пропускной способностью 20-30 байт/сек, обеспечивая при этом как синхронное, так и полностью асинхронное управление тягой.

Следует отметить, что автоматизация управления в настоящее время стала мировой тенденцией на авиационном, водном и автомобильном транспорте. Результаты широкого внедрения систем автоведения и регистраторов параметров движения РПДА на сети

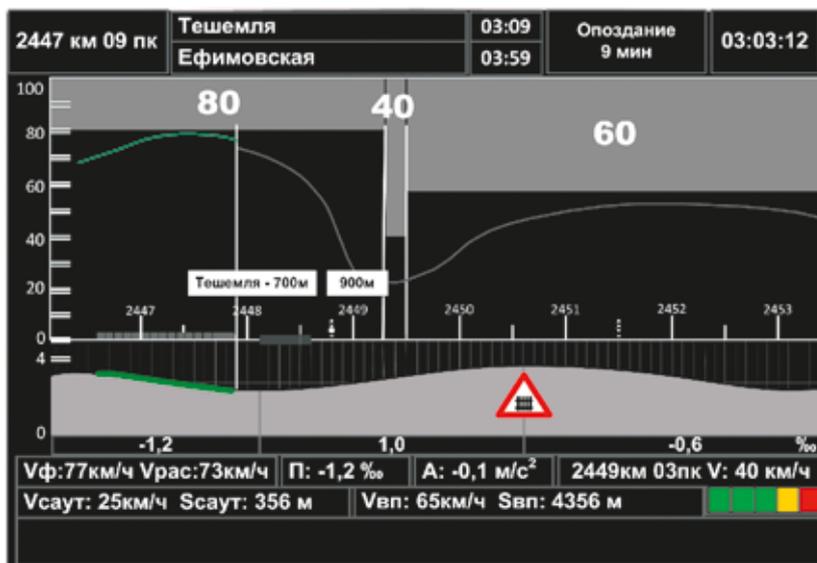


Рис. 6. Интерфейс системы информирования машиниста

стальных магистралей, бесспорно, связаны с интеграцией общих интересов разработчиков, производителей и эксплуатирующих организаций. Так, на протяжении длительного периода компания ООО «АВП Технология» плодотворно сотрудничает с ОАО «РЖД», реализованы проекты с ОАО «Газпромтранс», ЗАО «Сибур-Транс», ОАО «Русский алюминий». Реализуются международные проекты с фирмами Alstom и GE для прогрессивного развития технологий, направленных на сохранение топливно-энергетических ресурсов планеты и безопасное вождение поездов.

### Список использованной литературы

1. Системы автоведения, регистрации параметров движения и работы тягового подвижного состава : обзорное пособие. – М, 2014. – 94 с.
2. Заключение № 0/-076/380 ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены» (ВНИИЖГ) от 19.09.2002

УДК: 629.4.053.3

## Система видеонаблюдения с транспортного средства для контроля целостности рельсовой колеи



**Ю. А. Иванов,**

научный сотрудник отдела технологии компьютерного зрения ОАО «НИИАС»

Исследования, проводимые в области контроля технического состояния железнодорожного пути, указывают на необходимость внедрения новых технологий и средств диагностики для обеспечения безопасного и бесперебойного движения поездов [1]. С этой целью разработана система видеонаблюдения с транспортного средства, которая позволяет обеспечить контроль целостности рельсовой колеи за счет предложенного метода совмещения видеоизображения с навигационной информацией от устройств, уже имеющихся на борту локомотива, в том числе для обнаружения координат рельсовой колеи с использованием цифровой карты местности.

Мониторинг путей следования локомотива можно разделить на два типа: локальный и сквозной. Под локальным мониторингом понимается видовой анализ определенной области интереса на пути следования локомотива. Подобными областями могут считаться железнодорожные переезды, стрелочные переводы, железнодорожные напольные устройства. Под сквозным мониторингом путей следования локомотива понимается постоянный видовой анализ области пути впереди движения локомотива с целью контроля целостности рельсовой колеи или выявления опасных объектов на пути следования локомотива. Такими объектами могут быть автомобиль, крупные животные, завал путей и т. д.

Система видеонаблюдения с транспортного средства включает в себя:

- оптическую камеру – 1;
- гиростабилизируемую платформу – 2;
- микропроцессор – 3;
- аппаратуру управления локомотивом – 4;
- блок обработки изображений – 5;
- блок передачи сигналов изображений – 6;
- блок формирования сигнала предупреждения – 7;
- сенсорный дисплей – 8;
- блок сопряжения – 9;
- блок спутниковой навигационной системы (СНС) – 10;

блок инерциальной системы управления (ИСУ) – 11;

блок цифровой карты местности (ЦКМ) – 12;

блок телеметрической аппаратуры – 13.

Схема подключения аппаратуры системы видеонаблюдения с транспортного средства отображена на рисунке 1.

Видеоизображение от оптической камеры 1, установленной на стабилизируемой платформе 2, передается в блок 6 передачи сигналов изображения, который представляет собой устройство, принимающее сигнал видеоизображения от оптической камеры 1 и передающее его в блок 9 сопряжения, представляющее собой концентратор информации от датчиков различной физической природы [2]. К блоку 9 сопряжения подключены выходы блоков 10-12 и датчики стабилизируемой платформы 2. С этой платформы на вход блока 9 сопряжения выдаются значения углового отклонения оптической камеры 1. Из блока 10 спутниковой навигационной системы на вход блока 9 сопряжения поступает информация о координатах текущего положения локомотива. Из блока 11 инерциальной системы управления поступает информация о значениях угловых скоростей и ускорений перемещения локомотива. Из блока 12 цифровой карты местности поступает информация о координатах впереди лежащего участка железнодорожного пути. Первый

выход блока 9 сопряжения соединен с входом блока телеметрической аппаратуры 13. Смонтированная на борту локомотива телеметрическая аппаратура позволяет через ретранслирующий канал передавать телеметрию в диспетчерский центр управления движением на железной дороге (рис. 2). Второй выход блока 9 сопряжения соединен с входом блока 5 обработки изображений, где с помощью технологий компьютерного зрения выполняется контроль целостности рельсовой колеи в режиме реального времени. Блок 5 обработки изображений соединен с микропроцессором 3, где в автоматическом режиме решается задача управления по формированию сигнала предупреждения машиниста о поездной обстановке. Выходы и входы микропроцессора 3 соединены с блоком 7 формирования сигнала предупреждения и с дисплеем 8 для привлечения внимания машиниста во время целевого контроля автоматически определенного аварийного участка на пути следования локомотива.

Автоматический контроль целостности рельсовой колеи в блоке 5 обработки изображений основан на использовании оригинального комплексного алгоритма для выделения признаков типа рельс и определения значений GPS/ГЛОНАСС-координат рельса в земной системе координат. Полученные значения признаков сравниваются с данными из заранее подготовленного словаря признаков (базы данных, эталонные изображения) и принимается решение, например об отсутствии рельса [3]. В словарь включаются различные группы признаков: формы, распределения яркостей, размеров и др. Предполагается, что выделение признаков рельса на текущих изображениях и сопоставление их с признаками рельса на аналитической карте реализуется в блоке 5 обработки изображений с помощью комплексного алгоритма, основанного на определении непрерывности рельса. Под аналитической картой подразумевается 3D-карта, отображающая результат обработки информации с помощью технологий компьютерного зрения. 3D-карта содержит:

- текущие GPS/ГЛОНАСС-координаты локомотива (от блока СНС);
- угловые скорости и ускорения перемещения локомотива (от блока ИСУ);



Рис. 1. Схема подключения аппаратуры системы видеонаблюдения с транспортным средством: 1 – оптическая камера; 2 – гиростабилизированная платформа; 3 – микропроцессор; 4 – аппаратура управления локомотивом; 5 – блок обработки изображений; 6 – блок передачи сигналов изображений; 7 – блок формирования сигнала предупреждения; 8 – сенсорный дисплей; 9 – блок сопряжения; 10 – блок спутниковой навигационной системы (СНС); 11 – блок инерциальной системы управления; 12 – блок цифровой карты местности (ЦКМ); 13 – блок телеметрической аппаратуры.

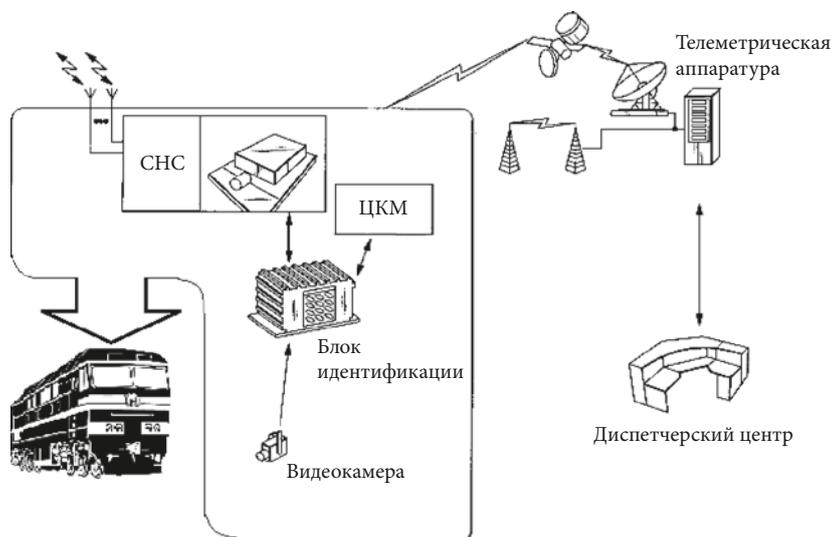


Рис. 2. Общий вид системы видеонаблюдения с транспортным средством

- GPS/ГЛОНАСС-координаты определенного участка железнодорожного пути (от блока ЦКМ);
- угловые отклонения видеокамеры относительно земли (от стабилизированной платформы).

С целью выделения контура рельс в предварительной обработке видеоизображения комплексного алгоритма предлагается использовать метод Канни [4], что позволит выполнять автоматический контроль целостности рельсовой колеи для всех типов мониторинга пути следования локомотива, как локального, так и сквозного. В случае обнаружения комплексным алгоритмом на видеоизображении разрыва рельсовой колеи принимается решение о наличии постороннего объекта на пути следования локомотива, иначе принимается решение, что опасности для движения локомотива нет.

Работа комплексного алгоритма осуществляется с помощью анализа элементов выборки яркости пикселей на предварительно обработанном видеоизображении (рис. 3).

Выборка, представляющая собой маску размером  $2 \times 11$ , осуществляет сканирование по предварительно обработанному видеоизображению относительно аналитической карты. На каждом шаге сканирования центр выборки смещается по предварительно обработанному изображению относительно характеристических линий  $P1W$  и  $P2W$  на аналитической карте. На каждом шаге сканирования определяется коэффициент правдоподобия с целью обнаружения наличия рельса. В случае обнаружения разрыва рельсовой колеи осуществляется следующая итерация

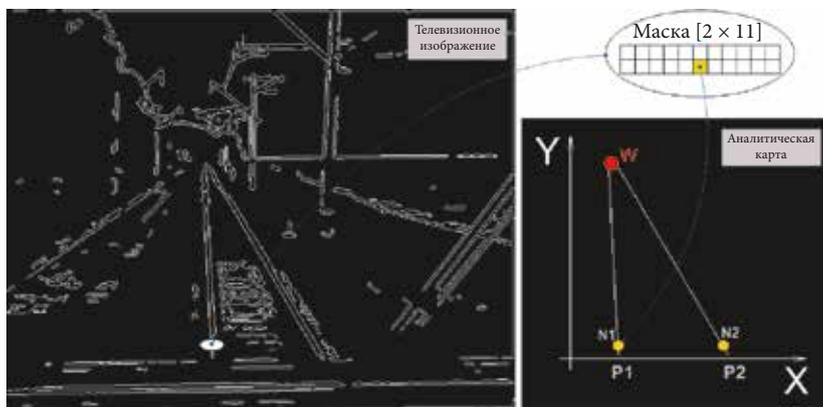


Рис. 3. Схема работы комплексного алгоритма для контроля целостности рельсовой колеи, основанного на непрерывности рельс

работы алгоритма на основе последовательного анализа изображения методом Вальда [5]. Блок-схема функциональной последовательности работы комплексного алгоритма для обнаружения непрерывности рельса отображена на рисунке 4.

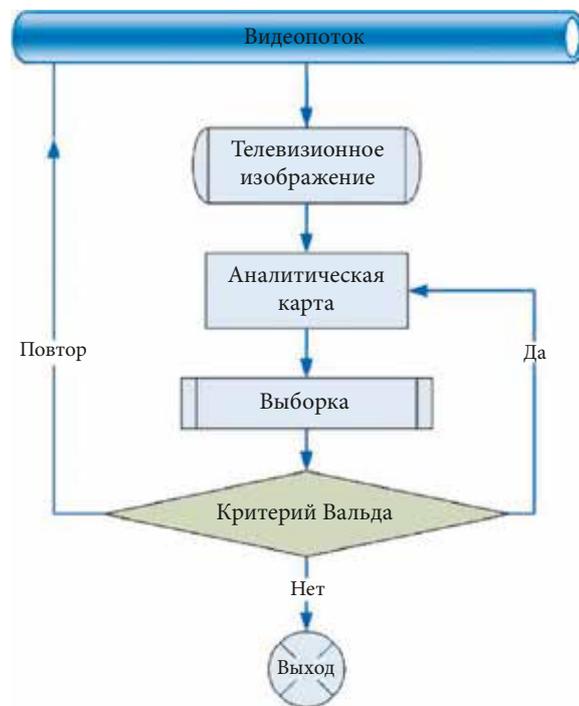


Рис. 4. Блок-схема функциональной последовательности работы алгоритма детекции рельса

С целью исследования комплексного алгоритма для применения его в задаче по контролю целостности рельсовой колеи был проведен ряд предварительных исследований данного алгоритма на устойчивость обнаружения непрерывности рельс. В данной задаче выполнялись эксперименты по анализу устойчивости обнаружения комплексным алгоритмом объекта типа рельс. Результат определения комплексным алгоритмом прерывания рельса на изображении отображается яркой «желтой точкой» на рисунке 5. В случае попадания «желтой точки» в область точки схода  $W$  принималось решение об успешном исходе эксперимента, иначе он считался неудачным. Специальным программным обеспечением проведено зашумление эталонного изображения и с помощью визуального анализа положения «желтой точки» относительно точки схода  $W$  проводилась оценка устойчивости работы комплексного алгоритма на изображениях с наложенными шумами. Результаты

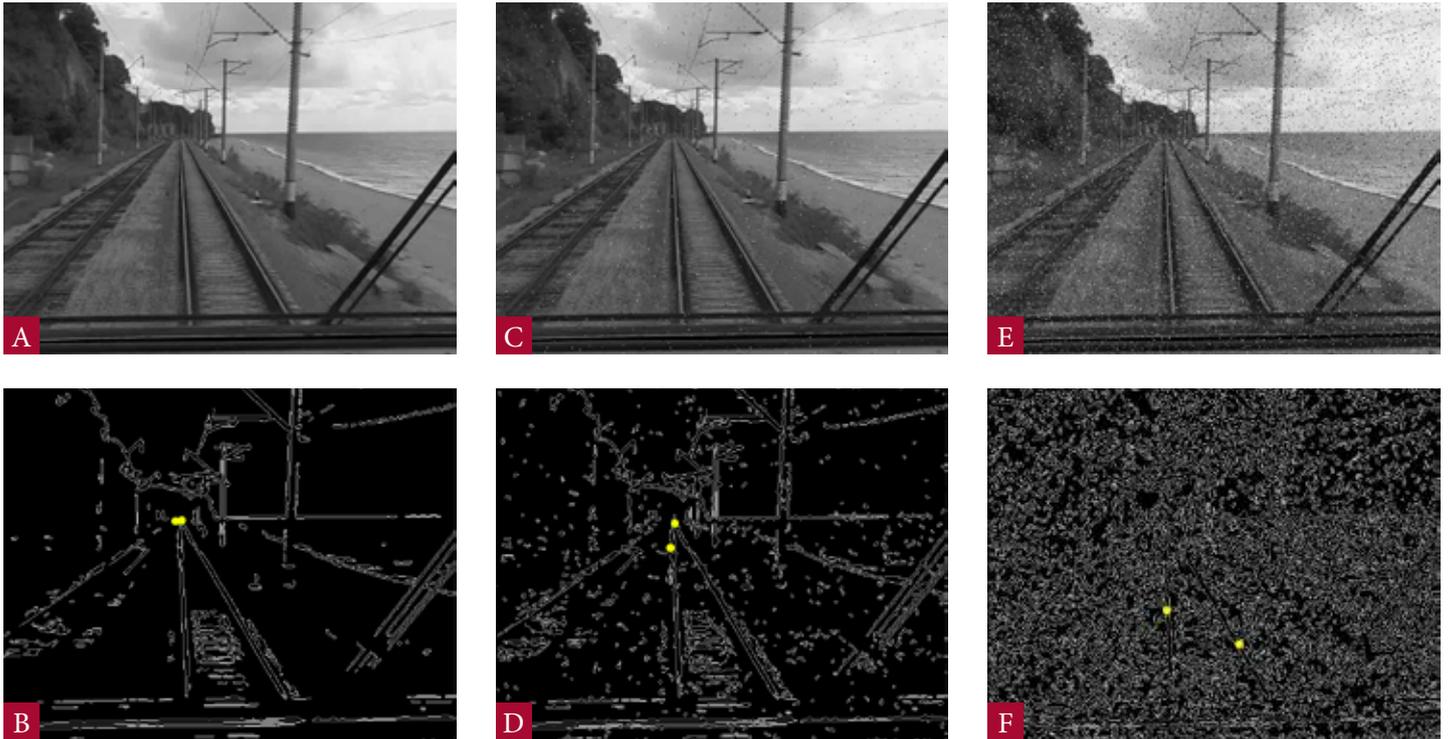


Рис. 5. А – эталонное изображение; С, Е – зашумленное изображение с  $\beta$  (сигнал/шум) = (5, 3) соответственно; В, D, F – выделение контура оператором Канни на эталонном и зашумленном изображении с  $\beta$  (сигнал/шум) = (5, 3), соответственно

работы комплексного алгоритма на эталонном изображении и изображениях с шумовыми воздействиями  $\beta$  (сигнал/шум) = (5, 3) отображены на рисунке 5.

По экспериментальным результатам определения целостности рельсовой колеи с помощью комплексного алгоритма можно видеть, что на рисунке 5 маркер (обозначаемый «желтой точкой») в случае В показывает отсутствие разрыва рельсовой цепи, а в случаях D и F указывает на явный разрыв. Это определяется визуальным наблюдением сведения на изображении координат маркера с координатой точки схода  $W$ .

Предлагаемый комплексный алгоритм может быть использован в разработанной системе видеонаблюдения с транспортного средства для видеоконтроля целостности рельсовой колеи. Положительный результат предложенной системы видеонаблюдения заключается в расширении функциональных возможностей устройства управления локомотивом за счет добавления возможности автоматического формирования предупреждения локомотивной бригаде о техническом нарушении рельсовой колеи на участке железнодорожного пути впереди

следования локомотива. Предложенное техническое решение основано на технологии технического зрения при использовании информации от спутниковой навигационной системы.

### Список использованной литературы

1. Технические указания по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути // МПС России. – М. : Транспорт, 2006. – 96 с.
2. Проблемы технического зрения в современных авиационных системах / Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов // Техническое зрение в системах управления мобильными объектами. – 2010, 2011. – С. 11–44.
3. Автоматическая система предотвращения столкновений локомотива, основанная на техническом зрении / Н.В. Ким, Ю.А. Иванов // Техника железных дорог. – 2013. – № 1 (21). – С. 67–70;
4. Шабири Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006. – С. 192, 207.
5. Вальд А. Последовательный анализ. – М. : Физматгиз, 1960. (R)

## Паровозная история механиков Черепановых



**Е. М. Ставцев,**  
заведующий музеем «Дом Черепановых»

В этом году исполняется 180 лет первому русскому паровозу, созданному в 1834 году на Нижнетагильском заводе механиками Черепановыми. Этот исторический факт многим известен и считается общепризнанным успехом русской технической мысли первой половины XIX века. Кажется на первый взгляд – что здесь сказать нового? Но, как показывает практика, если начинаешь вдаваться в подробности этого исторического факта, даже не события, а только факта, на поверхность всплывают откровенные стереотипы или вовсе ошибочные сведения, порождающие массу вопросов. На страницах исторической статьи я постараюсь ответить на ряд наиболее стандартных вопросов, касающихся создания первого паровоза в России и, быть может, развею мифы и заблуждения, которыми окутана эта занимательная история с братьями Черепановыми.

### Больше, чем братья

Вот и первая ошибка. Очень часто приходится слышать даже от образованных людей, что механики Черепановы были братьями. Возможно, здесь напрашивается аналогия с зарубежными изобретателями: братьями Монгольфьер, братьями Райт, братьями Люмьер и др. Изобретатели первого русского паровоза не были братьями. В России Бог троичу любит: Отца, Сына и Святого Духа. Ефим Алексеевич – отец, Мирон Ефимович – сын и в их случае у обоих был святой дух изобретательства.

Отец и сын Черепановы состояли в крепостной зависимости от крупных российских заводладельцев Демидовых. Одной из самых доходных демидовских вотчин на Урале являлся Нижнетагильский горнозаводской округ. Продукция заводов этого округа в виде высококачественного сортового железа и медных изделий пользовалась большим спросом на российских и европейских рынках в XVIII-XIX веках.

Заинтересованные в росте производства, обеспечивающего благосостояние своего



Дом Черепановых в Нижнем Тагиле, 1830-е годы



Макет первого паровоза Черепановых в усадьбе музея

знатного аристократического рода, Демидовы занимались подготовкой высококвалифицированных специалистов в различных отраслях горнозаводского дела. С этой целью наиболее талантливые крепостные мастера отправлялись на стажировки или в командировки на лучшие предприятия России и Западной Европы для ознакомления с передовым опытом и последними техническими достижениями. Среди таких крепостных мастеров были и Черепановы. Они неоднократно посещали заводы и рудники в Англии и Швеции, знакомились с передовыми технологиями, применяемыми на предприятиях Петербурга и Москвы.

Как крепостные мастера, живущие в далекой российской глубинке, смогли создать такую сложную машину, как паровоз? Дело в том, что Нижнетагильский округ Демидовых в XIX веке являлся не российской глубинкой, а одним из главных центров горнозаводской промышленности Российской империи, в котором трудились и творили замечательные мастера и большие специалисты, пусть даже состоящие в крепостной зависимости.



Ефим Черепанов



Мирон Черепанов

К слову сказать, Ефим Алексеевич Черепанов, пройдя с самых низов все ступени становления мастера, в 48 лет был назначен на должность главного механика всего Нижнетагильского округа, в который входило 9 заводов и большое количество рудников и приисков, соединенных в одну производственную цепочку. Мирон Ефимович Черепанов считался вторым механиком на заводах, то есть первым заместителем своего отца.

## Первые в мире или в России?

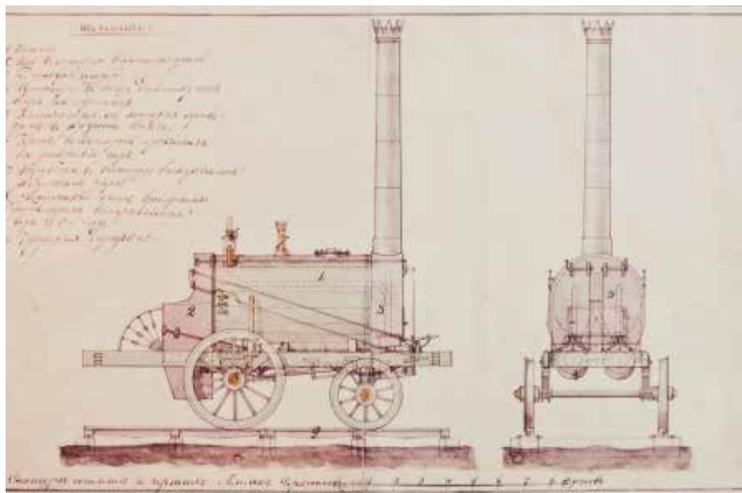
После того как вопрос с Черепановыми решен, можно вплотную заняться вопросом создания их главного детища – первого паровоза. Здесь тоже встречаются ошибочные представления и даже заблуждения. Ефим и Мирон Черепановы не изобрели паровоз – они впервые построили его в России в 1834 году. Изобретение паровоза остается за англичанами. Первый в мире паровоз был построен в 1803 году английским горным инженером Ричардом Треветиком. Однако его стальное чудовище, катающееся по стальным рельсам, больше распугивало народ, нежели приносило ему пользу. Поэтому понадобилось более 20 лет, чтобы паровоз стал действительно той машиной, которая двигает не только вагоны с пассажирами, но и технический прогресс.

Ко времени командировки Мирона Черепанова в Англию в 1833 году паровозы и железные дороги для жителей Туманного Альбиона были уже привычным делом. Паровозы, изготовленные на заводе Джорджа Стефенсона, занимались транспортировкой не

только грузов, но и перевозили людей между городами. Такого нельзя было увидеть нигде в мире (если не считать США, где с 1829 года



Джордж Стефенсон



Чертеж первого паровоза, 1834 год



Модель второго русского паровоза (1835 год) в музее «Дом Черепановых»

развернулось массовое железнодорожное строительство). Вдохновленный «пароходными дилижансами», Мирон Черепанов после возвращения из Англии в декабре 1833 года приступает к созданию своего паровоза. В конце августа 1834 года он при активном участии своего отца Ефима Алексеевича заканчивает постройку первого паровоза и первой рельсовой дороги в России длиной 400 сажень (854 м), проложенной специально для испытания. Не пройдет и года, как Черепановы построят второй паровоз, более мощный, чем первый. Да! Механики Черепановы создали два паровоза, а не один! Они действовали подобно любым изобретателям, двигаясь от простых экспериментов к практическим результатам и серьезным открытиям.

Но в чем же заключалась значимость их открытия и их деятельности, если первенство изобретения принадлежит не им? Более того, невольно возникают мысли о заимствовании чужой идеи, если даже не о промышленном шпионаже.

Черепановы являлись специалистами широкого профиля. Они отлично разбирались в самых разных отраслях горнозаводского производства, но приоритетом в своей деятельности считали внедрение взамен старым заводским водяным двигателям паровых машин, более удобных и прогрессивных. Свою первую паровую машину Ефим Черепанов построил в 1820 году, за год до своей поездки в Англию, где такие машины уже повсеместно использовались. Целью этой поездки было поручение Демидовых выяснить причину падения сбыта уральского железа. Ефим Черепанов

пришел к выводу, что такой причиной является техническая отсталость уральских заводов. Поэтому, вернувшись из Англии, он намечает обширную программу усовершенствований в области технического оснащения заводов и рудников Нижнетагильского округа. Им была сделана ставка на внедрение паровой энергетики.

В течение последующих десяти лет Ефимом Черепановым при участии своего сына было построено около десятка паровых машин разной мощности, внедренных в различных областях горнозаводского хозяйства: для приведения станков в движение, откачки грунтовых вод из рудников и шахт, нагнетания воздуха в доменные печи, промывания золота и платины на тагильских приисках, даже для мукомольного дела. Качество изготовления и применения паровых машин Ефима Черепанова было настолько высоким, что мастер удостоился императорской серебряной медали на Анненской ленте, а в 1833 году был освобожден от крепостной зависимости.



Золотниковый и рабочий цилиндры паровой машины

Мирон Черепанов, являясь первым помощником своего отца, не отставал от него. Более того, его мысли шли дальше использования статичных паровых двигателей. Мирон вынашивал идею парового сухопутного транспорта, так называемого «пароходного дилижанса», способного перевозить не только грузы на расстояние, но и пассажиров. Эта идея получила визуальное подтверждение в 1833 году в Англии, когда Мирон имел счастье видеть «сухопутные пароходы» в реальном их воплощении. Надо сказать, что такая встреча была чуть ли не случайной, потому что целью поездки

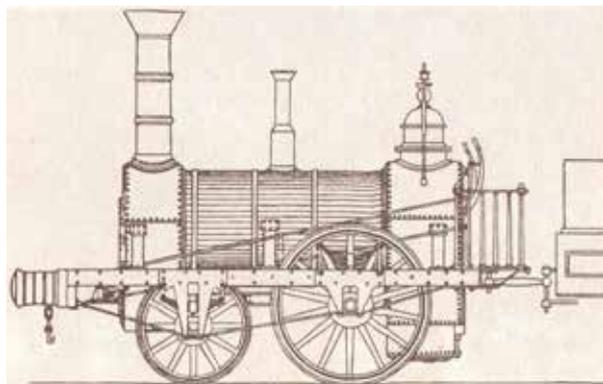
Мирона Черепанова в Англию было изучение различных отраслей металлургического производства и горнодобывающей промышленности. Рельсовый транспорт с паровой тягой не был предусмотрен планом его стажировки, да и сами англичане не спешили раскрывать секреты всех своих технических новинок. Как устроена эта машина изнутри, уральский мастер прекрасно знал и без англичан. Долгожданное свидание Мирона с паровозом состоялось, и ему было достаточно лишь видеть его образ, чтобы вдохновиться им и воплотить его в реальность на родной земле.

## Не хуже ваших!

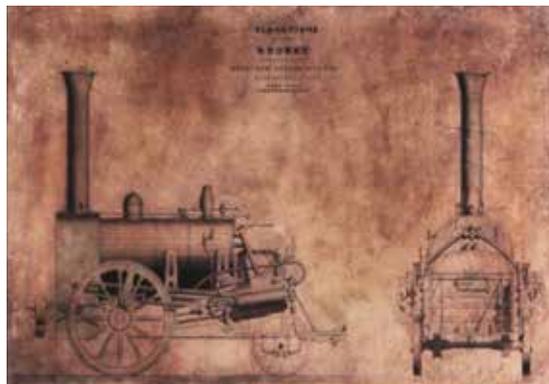
При внешнем рассмотрении первого и второго черепановских паровозов и паровозов Стефенсона того же периода («Ракета», 1829 год; «Самсон», 1831 год; «Планета», 1833 год) можно обнаружить некоторые сходства в их внешней отделке: разные диаметры колес, деревянную обшивку парового котла, трубу, увенчанную медной короной, ажурную решетку ограждения площадки для машиниста и др. Но это только некоторые внешние сходства, заимствованные у англичан. Если же рассмотреть технические характеристики черепановских паровозов с английскими, то здесь мы найдем больше различий, нежели общих признаков.

Для примера сравним первый паровоз Черепановых (1834 год) с самым известным паровозом Джорджа Стефенсона – «Ракета». В последнем впервые был использован многотрубный котел парораспределения, поэтому «Ракета» считается первым классическим паровозом, ставшим своеобразным образцом для дальнейшего мирового паровозостроения.

Итак, многотрубный котел парораспределения – это основа любого паровоза, который определяет жизнедеятельность и работоспособность всех остальных механизмов, потому что именно здесь, в котле, вырабатывается пар, заставляющий паровоз двигаться. Вода в котле нагревается быстрее и равномернее, превращаясь в пар, в зависимости от количества и расположения дымогарных или жаровых трубок, пронизывающих весь котел изнутри. Так вот, внимание! В «Ракете» насчитывалось 25 дымогарных трубок, а в паровозе Черепановых – 80! Английский паровоз не имел функции реверса, то есть заднего хода. Он разворачивался и обратно ехал передом. Черепановский паровоз мог двигаться задом! Вес первого русского паровоза составлял 150 пудов (2,4 т) и был в 2,5 раза меньше английского. Это также было выигрышным параметром в сравнении с тяжеловесными английскими паровозами, передвигающимися по более узкой колее (1435 мм). Рельсовая дорога, построенная



Паровоз «Планета», 1833 год, завод Стефенсона



Чертеж паровоза «Ракета», 1829 год



Разрез парового котла, дымогарные трубы паровоза середины XX века (такая же система использовалась и в первом паровозе Черепановых)

Черепановыми для испытания своего паровоза, была шире английской (1645 мм), что обеспечивало большую устойчивость на ней локомотивов и составов.

Все вышесказанное в то время являлось большим техническим достижением

### «Мечта сбывается и не сбывается...»

Но не будем забывать, что сделать изобретение – это только половина дела. Не менее важной задачей является реализация этого изобретения, его активное применение на практике, его польза для людей. С этим не только в России, но и в других странах были проблемы. Новое всегда пробивает себе дорогу с большим трудом. Говорят, что вполне доброжелательный и деликатный Джордж Стефенсон вынужден был воспользоваться услугами профессиональных боксеров, защищавших опытный пробег его первого паровоза от особо буйных противников технического прогресса.

Черепановы столкнулись с проблемой более серьезной, в которой даже боксеры не помогли бы – с российской государственной системой крепостного права.

Ефим Черепанов, испытав на себе все тяготы крепостной кабалы и заводской работы, в своей деятельности стремился «неослабно заводить машины для пользы заводов и облегчения сил трудящихся». Этим же правилом продиктовано создание первого паровоза. «Сухопутный пароход» предназначался исключительно для заводских работ, для грузовых перевозок. То есть первый черепановский паровоз был рожден для тяжелой

в развитии железнодорожного транспорта и подтверждает тот факт, что Черепановы, будучи первоклассными механиками, прекрасно разбирающимися в устройстве паровых двигателей, совершенно самостоятельно подошли к созданию своего паровоза. Даже такие развитые в промышленном отношении страны, как Соединенные Штаты Америки, Франция, Бельгия, Австрия, закупили все железнодорожное оборудование, включая паровозы, рельсы и уголь, в Англии. Россия, благодаря Черепановым, стала первой страной в мире, построившей свой собственный национальный паровоз без непосредственного участия английских специалистов.

В этом и заключается значимость деятельности Ефима и Мирона Черепановых, своим самоотверженным трудом и природным гением показавших высокий уровень русской технической мысли.

горнозаводской работы, хотя и строился как экспериментальный, больше предназначенный для показа. Второй паровоз, 1835 года постройки, выглядел внушительнее и создавался как горнозаводская машина для транспортировки тяжелых грузов.

Даже первая экспериментальная рельсовая дорога в 400 саженей имела практическую направленность. Она соединяла Выйский медеплавильный завод с небольшим медным рудником (Полевской рудник). По этой линии перевозили медную руду на завод. Грузоподъемность первого паровоза составляла 200 пудов (3,2 т). Второй паровоз грузоподъемностью в 1000 пудов (16 т) должен был обслуживать линию длиной 3,5 км, соединяющую все тот же Выйский завод с главным Меднорудянский рудником. До появления первых паровозов эти работы осуществлялись с помощью лошадей гужевым транспортом.

Существование первой в России экспериментальной железной дороги никогда и никем не оспаривалось. Этому посвящена была статья в «Горном журнале» № 5 за 1835 год. В ней говорилось: «Сухопутный пароход, ими [Черепановыми] устроенный, ходит в обе стороны по нарочно приготовленным на длине 400 саженей колесопроводам (рельсам) и



Кабинет крепостного инженера, собирательный образ, XIX век

возит более 200 пудов тяжести со скоростью от 12 до 15 верст в час».

Иначе обстояло дело со второй, более длинной дорогой, соединяющей Медный рудник с Выйским заводом. Этой дороги не было вообще! Многие исследователи сходятся на том, что она существовала только в проекте. До сих пор не обнаружено ни одного документа, подтверждающего существование этой рудовозной дороги. Нет ни одной сметы, составленной для ее строительства. Нет описаний самих работ по ее сооружению. Увы, эта дорога существовала только в мыслях Черепановых, которым так и не дали развиваться. Слишком много хлопот заводским властям доставляли идеи Черепановых. Постройка первого паровоза обошлась заводской контроле более чем в 4,5 тыс. руб. – сумма немаленькая по тем временам.

Как бы ни проектировали трассу дороги, на ее пути должны были встретиться дома местных жителей, их огороды и т. д. За снос или уничтожение их нужно было выплачивать компенсацию. К таким расходам заводладельцы не были готовы.

И еще одна немаловажная причина того, почему идеи Черепановых остались нереализованными – это материал, из которого изготавливались рельсы. Рельсы, или, как их называли раньше, «колесопродовы», для экспериментальной дороги были изготовлены

из ваграночного чугуна, материала хрупкого и недолговечного, поэтому для второй рудовозной дороги, предназначенной для более интенсивной эксплуатации, требовались исключительно железные рельсы. По расценкам середины 1830-х годов пуд чугуна стоил 1 руб., а пуд полосового прокатного железа – 3 руб. 20 коп. Заводское начальство и без того считало «затею» Черепановых слишком расточительной, к тому же нужно было устраивать рельсопрокатные станы для одной этой линии. Даже десятилетие спустя заводладельцы не хотели налаживать рельсопрокатное производство на заводах.

При введении новшества возникла стандартная ситуация. Никто из «власть имеющих» не желал тратиться на развитие долгосрочных прибыльных проектов, которые были подозрительными и неизвестно к чему могли привести. Поэтому все остается по-старому с предпочтением к хорошо проверенным, пусть даже отсталым формам работы, но зато исправно приносящим сиюминутную прибыль. Такие проблемы по внедрению новых прогрессивных идей испытывали и Черепановы, и Стефенсон. Вот только, в отличие от своего английского коллеги, владевшего собственной фабрикой, уральские мастера оказались в еще более затруднительном положении, определяемым своим социальным статусом: Мирон Черепанов со своей семьей еще состоял в крепостной зависимости, а его отец Ефим Алексеевич, хоть и получил вольную, продолжал трудиться на частновладельческих предприятиях заводладельцев Демидовых. Поэтому понятие свободы Черепановы и Стефенсон понимали по-разному.

Имея личную свободу и находясь в более прогрессивном обществе, у Джорджа Стефенсона было больше шансов на победу, которую он все-таки одержал, добившись строительства железных дорог по всей стране и запустив собственное паровозостроительное производство. Черепановым же в условиях российского крепостного права, зависящим от капризов барина, оставалось только мечтать и верить, что будущее окажется более благосклонным к сынам своего Отечества, вступившим на тернистый и благородный путь изобретательства. А на своем веку им пришлось узнать о строительстве первой в России железной дороги – Царскосельской – без участия их и их детища – первого в нашей стране паровоза. §

**Анализ технических решений по расширению диапазона регулирования тормозной силы в зависимости от загрузки вагона**

Шелейко Татьяна Владимировна, к.т.н., старший научный сотрудник, Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

**Контактная информация:** 39621, Украина, Полтавская область, Кременчуг, ул. И. Приходько, 33, ГП «УкрНИИВ», тел.: +38 (05366) 6-21-94, +38 (098) 267-73-62, e-mail: tanjashel@mail.ru

**Аннотация:** В статье представлены результаты анализа существующих сегодня технических решений по расширению диапазона регулирования тормозной силы авторежимами серии 265А. Дано теоретическое обоснование для создания авторежима с применением в его конструкции комбинации конструктивных решений.

**Ключевые слова:** авторежим, тормозная сила, давление, тормозной цилиндр, реле давления, шток демпферного поршня, расчетный коэффициент силы нажатия тормозных колодок.

**Состояние парка локомотивов промышленных предприятий: причины и следствия**

Пеканов Андрей Александрович, начальник отдела маркетинга ЗАО «Трансмашхолдинг»

**Контактная информация:** 127055, Россия, Москва, ул. Бутырский Вал, д. 26, стр. 1, тел.: +7 (495) 660-89-50, e-mail: info@tmholding.ru

**Аннотация:** В настоящее время на промышленных предприятиях часто эксплуатируются маневровые тепловозы с превышенным нормативным сроком службы. Системное видение технических требований и нормативных условий разнятся у разных служб даже в рамках одного предприятия. В статье анализируются последствия продленного срока службы локомотива, поиск решений острого вопроса участниками рынка.

**Ключевые слова:** маневровые тепловозы, промышленность, нехватка локомотивов, объем списания тепловозов, механизмы замены, отработавшие локомотивы.

**Модернизация контактных подвесок КС-200 на основе моделирования их взаимодействия с токоприемниками**

Кудряшов Евгений Владимирович, к.т.н., заместитель главного инженера по НИОКР ЗАО «Универсал – контактные сети»

**Контактная информация:** 199178, Россия, Санкт-Петербург, 3-я линия В.О., д. 62/А, тел.: +7 (812) 323-16-16, +7 (812) 323-60-68, e-mail: kev@uks.ru

**Аннотация:** Рассмотрено применение математической модели взаимодействия токоприемников и контактной подвески с целью определения максимально допустимых скоростей движения поездов и совершенствования конструкций подвески. Приведены результаты для контактных подвесок КС-200 постоянного тока при 2-х, 3-х и 4-х токоприемниках.

**Analysis of existing technical solutions on extension of the braking force range control depending on the wagon loading**

Tatiana Sheleiko, Ph.D. in Engineering, Senior Staff Scientist, State Enterprise «State Research Center of Railway Transport of Ukraine»

**Contact information:** Prikhodko st., 33, Kremenchug, Ukraine, 39621, tel.: +38 (05366) 6-21-94, +38 (098) 267-73-62, e-mail: tanjashel@mail.ru

**Abstract:** Results of the analysis of existing technical solutions on extension of the braking force range control by automatic mode adjuster series 265A are submitted. The theoretical substantiation for creation of automatic mode adjuster with application of the constructive solutions combination in its design is given.

**Keywords:** automatic mode adjuster, braking force, pressure, brake cylinder, pressure relay, damper piston rod, design brake shoes pressing force coefficient.

**Status of the locomotive fleet at industrial enterprises: Cause and effect**

Andrey Pekanov, Head of Marketing JSC Transmashholding

**Contact information:** Butyrsky Val St., 26/1 Moscow, Russia 127055, tel: +7 (495) 660-89-50, e-mail: info@tmholding.ru

**Abstract:** At present manufacturing enterprises often operate shunting diesel locomotives over their standard service life. Different divisions even within one enterprise have various consistent understanding of technical requirements and standard conditions. The article analyses consequences of that service life extension and search for critical problem solution by market players.

**Keywords:** shunting diesel locomotives, industry, lack of locomotives, scope of written off locomotives, replacement mechanisms, used-up locomotives.

**Modernization of KS-200 overhead contact lines based on simulation of pantographs – catenary interaction**

Evgeny Kudryashov, Deputy chief engineer for Research and Development, «Universal catenary systems» JSC, Candidate of technical sciences

**Contact information:** 62 A 3-rd Line, Vasilievskiy Ostrov, Saint-Petersburg, Russia, 199178, tel.: +7 (812) 323-16-16, +7 (812) 323-60-68, e-mail: kev@uks.ru

**Abstract:** The article describes the application of pantographs – catenary interaction mathematical model for the calculation of maximum permissible train velocity and development of catenary design. Results for d.c. KS-200 catenary and 2, 3, 4 pantographs are presented.

**Ключевые слова:** контактная сеть, контактная подвеска, токоприемник, токосъем, взаимодействие, моделирование, математическая модель, метод конечных элементов.

#### Двухэтажный электропоезд KISS для интермодальных перевозок

Шварц Дитмар, коммерческий директор проекта, Stadler Bussnang AG

**Контактная информация:** CH-9565, Швейцария, Буснанг; Эрнст-Штадлер, 1, тел.: + 41 (0) 71-626-31-71, e-mail: info@stadlerrail.com

**Аннотация:** Статья содержит технический обзор нового двухэтажного поезда модели ЭШ2 KISS RUS (АЭРО) производства Stadler Rail Group. Поезд спроектирован по заказу российского оператора ООО «Аэроэкспресс» для осуществления перевозок по маршруту Москва – аэропорты Домодедово, Шереметьево, Внуково. В статье представлены конкурсные требования заказчика и проведено частичное сравнение с моделью KISS европейского образца.

**Ключевые слова:** двухэтажный подвижной состав, Stadler Rail Group, Аэроэкспресс, алюминиевые конструкции, система безопасности, теплоизоляция.

#### Расчет параметров взорвавшихся остатков пропано-воздушной смеси вагона цистерны

Кривченко Александр Львович, доктор технических наук, Самарский государственный технический университет (СамГУПС)

Клюстер Иван Александрович, аспирант кафедры промышленной и пожарной безопасности СамГУПС

**Контактная информация:** 443100, Россия, Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244, тел.: +7 (902) 378-10-76, e-mail: defense@samgtu.ru  
443066, Россия, Самара, 1-й Безымянный пер., 18, тел. +7 (917) 031-98-06, e-mail: kljuster@mail.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы безопасности транспортировки и хранения пропано-воздушных смесей. Определена концентрация пропано-воздушной смеси в котле железнодорожной цистерны и спрогнозированы параметры детонации данного продукта. Показано, что эти параметры находятся на достаточно высоком уровне. Предложен метод снижения концентрации пропано-воздушной смеси.

**Ключевые слова:** железнодорожная цистерна, пропано-воздушные смеси, детонация, теплота взрыва, тротиловый эквивалент.

#### Система автоведения локомотивов

Тихонов Дмитрий Александрович, генеральный директор ООО «АВП Технология»

**Контактная информация:** 1111250, Россия, Москва, проезд Завода Серп и Молот, д. 6, корп. 1, тел.: +7 (495) 788-70-84, e-mail: info@avpt.ru

**Keywords:** overhead contact line, catenary, pantograph, current collection, interaction, simulation, mathematical model, finite element method.

#### Double decker KISS EMU for intermodal transportation services

Dietmar Schwarz, Commercial Project Manager, Stadler Bussnang AG

**Contact information:** Ernst-Stadler-Strasse 1, Bussnang, Switzerland, CH-9565. tel: + 41 (0) 71-626-31-71, e-mail: info@stadlerrail.com

**Abstract:** The article contains an overview of KISS Rus (AERO) technical characteristics. New double decker train was manufactured by Swiss company Stadler Rail Group specially for Aeroexpress Moscow city – Moscow airports route. It also presents the technical brief set by Aeroexpress and brief comparison with characteristics of European KISS model.

**Keywords:** double deck rolling stock, Stadler Rail Group, Aeroexpress, aluminum constructions, safety system, insulation.

#### Calculation of parameters exploded residual propane – air mixture tank wagon.

Aleksandr Krivchenko, Ph.D., professor, Samara State Technical University

Ivan Klyuster, post-graduate of Industrial and Fire Safety chair, Samara State Technical University

**Contact information:** 443100, Russia, Samara, ul. Molodogvardiis'ka, d 244, tel. +7 (902) 378-10-76, e-mail: defense@samgtu.ru  
443066, Russia, Samara, 1st Unnamed lane., 18, tel.: +7 (917) 031-98-06, e-mail: kljuster@mail.ru

**Abstract:** The article discusses the safety of transportation and storage of propane-air mixtures. The concentration of propane-air mixture in the boiler tank and the train predicted detonation parameters of the product. It is shown that these parameters are high enough. Proposed a method for reducing the concentration of propane-air mixture.

**Keywords:** railway tank, propane-air mixtures, detonation, the heat of explosion, TNT equivalent.

#### Automated control systems for railway transport

Dmitry Tihonov, CEO, AVP Technology, Llc.

**Contact information:** 6/1, Zavoda Serp i Molot alley, Moscow, Russia, 111250, tel.: +7 (495) 788-70-84, e-mail: info@avpt.ru

**Abstract:** Since 2000 automatic driving and registration systems are being installed at passenger and freight electric locomotives, since 2004 – at shunting and mainline diesel locomotives. The ar-

**Аннотация:** С 2000 года на сети железных дорог России стали устанавливать системы автоведения и регистрации на пассажирские и грузовые электровозы, с 2004-го – на маневровые и магистральные тепловозы. Статья посвящена особенностям системы, алгоритму ее работы, испытаниям и исследованиям, показывающим актуальность ее внедрения на железнодорожном транспорте.

**Ключевые слова:** автоведение, автопилот, автомашинист, регистрация, электровозы, электропоезда, локомотивы.

**Система видеонаблюдения с транспортного средства для контроля целостности рельсовой колеи**

Иванов Юрий Анатольевич, научный сотрудник отдела технологии компьютерного зрения ОАО «НИИАС»

**Контрактная информация:** 107996, Россия, Москва, Орликов пер., д. 5, тел.: +7 (926) 205-34-04, e-mail: yurii.a.ivanov@gmail.com

**Аннотация:** В статье рассматривается вопрос автоматического контроля целостности рельсовой колеи за счет предложенного метода совмещения видеоизображения с навигационной информацией от устройств, уже имеющихся на борту локомотива. Предложен комплексный алгоритм обнаружения целостности рельсовой колеи на пути следования локомотива, основанный на определении непрерывности рельса.

**Ключевые слова:** целостность рельсовой колеи, обработка видеоизображения, спутниковая навигационная система (СНС), цифровая карта местности (ЦКМ).

article is dedicated to system features, its operation algorithm, test and researches that proved the actuality of its implementation at the railway transport.

**Keywords:** autopilot, auto-driving, loco, automated, control, systems, railway, transport.

**Video surveillance system from the vehicle for control of integrity of a railway track**

Yuri Ivanov, Research officer, Computer Vision Technologies Department, NIIAS JSC

**Contact information:** 5, Orlikov lane, Moscow, 107996, tel.: +7 (926) 205-34-04, e-mail: yurii.a.ivanov@gmail.com

**Abstract:** The question of automatic control of integrity of a rail track at the expense of the offered method of combination of the video image with navigation information from the devices which are already available onboard the locomotive is considered. The complex algorithm of detection of integrity of a rail track along the line the locomotive, based on definition of a continuity of a rail is offered.

**Keywords:** railway track integrity, image processing, satellite navigation system, 3D map.

VII Международная выставка современной продукции, новых технологий и услуг железнодорожного транспорта

# exporail 2014

28 – 30 октября

ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР", Москва

При поддержке



## ВСЕ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ:

- Подвижной состав и комплектующие
- Технологии проектирования и строительства
- Железнодорожные пути и объекты инфраструктуры, станции и вокзалы
- Электрификация и электроснабжение дорог
- Обеспечение перевозок, оплата проезда и информационные системы
- Диспетчерская централизация и управление движением поездов
- Системы безопасности и сигнальное оборудование
- Лизинг, страхование, консалтинг

### ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- Специализированная конференция
- Дискуссионный клуб

Генеральный  
информационный партнер:



Официальный журнал выставки:

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

**ТЕХНИКА**<sup>®</sup>  
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Организатор:

**РЕСТАКБРУКС**

Тел.: (812) 320-80-94, 303-88-62

Факс: (812) 320-80-90

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



[exporail.ru](http://exporail.ru)



ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ



ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ  
ЭНЕРГЕТИКА

АНАЛИТИКА  
СТАТИСТИКА  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПРОГНОЗЫ  
ОБЗОРЫ

123104, Москва, ул. Малая Бронная, д. 2/7, стр. 1  
Телефон: +7 (495) 690-14-26; факс: +7 (495) 697-61-11  
[ipem@ipem.ru](mailto:ipem@ipem.ru), [www.ipem.ru](http://www.ipem.ru)