

ТЕХНИКА®

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

№ 2 (26) май 2014

ISSN 1998-9318



- 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
- БАРНАУЛЬСКИЙ ВАГОНРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, ОАО
- БАРНАУЛЬСКИЙ ЗАВОД АСБЕСТОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ОАО
- БЕЛОРУССКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА, ГО
- ВАГОНРЕМОНТНАЯ 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 ИМЕНИ В. М. БУБНОВА, ООО
- ГНИЦ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ, ГП
- ДИЭЛЕКТРИК, ЗАО
- ДОЛГОПРУДНЕНСКОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ОАО
- ЕВРАЗХОЛДИНГ, ООО
- ЕПК-БРЕНКО ПОДШИПНИКОВАЯ КОМПАНИЯ, ООО
- ЖЕЛДОРРЕММАШ, 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.МОНЯТОВСКОГО, 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 ВАГОНРЕМОНТНАЯ КОМПАНИЯ, ООО
- НОВОКУЗНЕЦКИЙ ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД, ОАО
- НПК «УРАЛВАГОНЗАВОД» ИМЕНИ 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
- 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 ВАГОНРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД, ОАО
- РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ, ОАО
- САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (САМГУПС), ФГБОУ ВПО
- САРАНСКИЙ ВАГОНРЕМОНТНЫЙ 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 ВАГОНРЕМОНТНАЯ 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»
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
www.ipem.ru

Издается при поддержке



НП «Объединение производителей железнодорожной техники»
107996, Москва, Рижская площадь, д. 3
Тел.: +7 (499) 262-27-73,
Факс: +7 (499) 262-95-40
info@opzt.ru
www.opzt.ru



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.

Подписной индекс в Объединенном каталоге Пресса России: 41560

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
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.

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 | Группа Синара:
настоящее и будущее**



50 | Технология замены стрелочных переводов путеукладчиком DESEC Tracklayer



75 | БАМ – СИМВОЛ ЭПОХИ

Содержание

| ПРЯМАЯ РЕЧЬ |

Группа Синара: настоящее и будущее. 4

| СОБЫТИЯ |

НП «ОПЖТ». Итоги и планы. 8

Выездной семинар НП «ОПЖТ» в Германии 12

Кадры для машиностроения: вчера, сегодня, завтра. . 14

Международная конференция НП «ОПЖТ» и FIF. . 16

| АНОНС |

Лучшее качество подвижного состава и сложных технических систем. Ежегодный конкурс 17

| МНЕНИЕ |

О. Н. Назаров. Нужна ли нам в России железнодорожная наука? 18

В. А. Рыжов. О подготовке инженеров в современных условиях 19

| ТРЕНДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: I квартал 2014 года. 20

| АНАЛИТИКА |

Г. Г. Лосев. Анализ технических решений по повышению устойчивости рельсовых опор бесстыкового пути 26

В. А. Явна, А. А. Кругликов, З. Б. Хакиев, В. Л. Шаповалов, М. В. Окост, А. В. Морозов. Оценка динамического воздействия подвижного состава на объекты железнодорожной инфраструктуры 33

В. А. Матюшин. Система технического регулирования в области железнодорожного транспорта России 36

| СТАТИСТИКА | 42

| КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

М. А. Пермяков, В. А. Субботин. Технология замены стрелочных переводов путеукладчиком DESEC Tracklayer. 50

А. В. Киреев, Н. М. Кожемяка, С. С. Судаков. Инновационный электропривод для транспорта на базе реактивных индукторных электрических машин 56

Д. Н. Лосев. Готовность вагоноремонтных предприятий к обслуживанию инновационных вагонов 60

С. В. Сорокин, И. В. Сорокина, А. В. Язенин. Прогнозирование неисправностей оборудования с использованием нейронных сетей и нечеткого вывода . . . 64

| ИСТОРИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ |

Е. В. Матвеева, Ю. И. Филатов. БАМ – символ эпохи 75

| ЮБИЛЕИ | 84

| АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА | . . . 86

«Синара»: настоящее и будущее

Группа Синара с каждым годом увеличивает свою долю на рынках тягового и мотор-вагонного подвижного состава России. За 5 лет, с 2009 по 2013 год, по объему выпущенной продукции доля компании на рынке тяги в России выросла в полтора раза (до 26,3%). О новых разработках компании и ее планах – в интервью с генеральным директором Группы Синара Михаилом Ходоровским.



Михаил Яковлевич, как продвигается работа по созданию электропоездов «Ласточка» на предприятии «Уральские локомотивы»?

В 2013 году на заводе в рекордно короткие сроки было завершено строительство нового производственного комплекса по выпуску скоростных электропоездов. Он объединяет самое современное технологическое оборудование ведущих мировых производителей: установки для сварки крупногабаритных алюминиевых деталей, механообработки, окраски и сборки пассажирских поездов. Технологическим новшеством предприятия является применение в качестве основного конструкционного материала кузова электропоездов высокоточных пустотелых экструдированных алюминиевых профилей, прошедших обработку на высокую твердость.

Уже в текущем году в планах «Уральских локомотивов» – выпуск девяти пятивагонных скоростных электропоездов «Ласточка» и проведение их сертификационных испытаний. Что касается локализации производства компонентов электропоезда в России, то мы движемся хорошими темпами в этом направлении: на сегодня уровень локализации достиг 55%. К 2017 году этот показатель превысит 80%.

Например, мы продолжаем взаимодействие с Каменск-Уральским металлургическим заводом в части поставок экструдированного алюминиевого профиля, из которого изготавливается кузов вагона электропоезда. Такой профиль в России не выпускался, и в настоящее время достигнуто соглашение о том, что до конца текущего года завод должен поставить пробную партию, чтобы оценить качество. Так что совместная работа идет.

А какова программа по электровозам в 2014 году?

В части выпуска грузовых электровозов постоянного тока «Синара» (серия 2ЭС6) и «Гранит» (серия 2ЭС10) «Уральские локомотивы» увеличили производство до 152 машин в год. В настоящее время ведется дооснащение завода, в результате которого мощность предприятия вырастет до 170 двухсекционных локомотивов в год.

В прошлом году был создан опытный образец электровоза переменного тока с асинхронным тяговым приводом (серия 2ЭС7). В апреле завершен важный этап его сертификационных испытаний на экспериментальном кольце в Щербинке. Далее 2ЭС7 отправляется на скоростной испытательный полигон, где будут проверены динамико-прочностные качества локомотива. Во второй половине года электровозу предстоит пройти эксплуатационные испытания на одной из магистралей РЖД, электрифицированной переменным током.

Каковы долгосрочные и среднесрочные планы по «Уральским локомотивам»? На какие объемы производства планируете выйти и возможно ли освоение новых направлений?

Ключевые планы «Уральских локомотивов» сейчас связаны с производством «Ласточек». Нам необходимо убедиться, что все внесенные нашими инженерами новшества реализованы так, как и было запланировано. Изменений было довольно много. Внешний вид состава сохранился, но специалисты завода внесли в зависимости от узлов 20-40% изменений в конструкцию электропоезда, разработанную компанией Siemens для Олимпиады-2014. Уральская «Ласточка» будет работать на постоянном токе, и в целом это более мощная машина, которая способна при частых остановках быстрее набирать скорость. Электропоезд

адаптирован к российским климатическим условиям – может работать в условиях морского климата и при температуре от -40 °С до +40 °С. Из-за сложных российских топографических условий были предъявлены повышенные требования к системам автотормозного и тягового оборудования. Изменена компоновка зон входа/выхода в вагонах поезда: они рассчитаны на российские посадочные платформы (высота 200, 1 100 и 1 300 мм).

Параллельно с освоением базовой модели «Ласточки» и выполнением текущего заказа для РЖД (поставка до 2020 года 1 200 вагонов) предприятие работает над созданием новых модификаций электропоездов. В настоящее время РЖД сформировали запрос на междугородные составы с плечом оборота до 200 км. «Ласточка» потенциально может быть основой и других вариантов скоростного электропоезда: межрегионального с плечом оборота до 600 км и формата, который мы условно назвали «евразийский экспресс», с вагонами разной классности для поездов до 1 000 км.

Эти модификации разрабатываются конструкторской службой завода. Если они будут востребованы заказчиком, мы сможем наладить и такое производство. Однако переход к новой продукции осуществляется после того, как есть убежденность в состоятельности предыдущего проекта, поэтому об иных направлениях можно будет говорить не ранее 2015 года.

Над какими новыми проектами работает Людиновский тепловозостроительный завод?

Думаю, правильно начать с ретроспективы. В последние годы мы активно занимались проектированием инновационной продукции, которая сейчас переходит на ЛТЗ в стадию производства. Это процесс трудоемкий, и он заставляет перестраивать всю систему работы предприятия. Но с точки зрения долгосрочных целей расширение спектра выпускаемой техники, повышение ее инновационности несомненно увеличивают конкурентоспособность предприятия. С 2010 года разработаны и представлены рынку несколько видов нового тягового подвижного состава: гибридный локомотив ТЭМ9Н, магистрально-вывозной тепловоз ТЭ8 и двухдизельный ТЭМ14.

Также в минувшем году был создан, пожалуй, самый мощный локомотив – газотурбовоз, который работает на сжиженном природном газе. Главными преимуществами этой машины являются большая мощность и экономичность. Локомотив мы начали делать по заказу РЖД, сейчас газотурбовоз проходит испытания. Это очень сложный проект, поскольку нужно было создать инновационную машину в рамках действующего производства. В течение 5-7 лет можно будет вести речь о выпуске нескольких десятков газотурбовозов. Преимущественно они будут использоваться в северных регионах для грузовых поездов повышенной длины и массы.

Кроме того, существует долгосрочная программа по модернизации оборудования ЛТЗ и перестройки всего технологического производства. Сейчас эта программа находится в стадии реализации и требует серьезных инвестиций.

Продукция завода полностью ориентирована на РЖД?

В минувшем году до 90% продукции Людиновского тепловозостроительного завода поставлялось РЖД, в 2014 году это соотношение поменялось. В портфеле заказов появились заказы от крупных добывающих предприятий газового сектора и металлургических заводов, их доля на сегодня составила примерно 40%. Но при этом речь не идет о сокращении объема производства для РЖД.

Как развивается сервисное направление компании?

В настоящий момент производственную базу «СТМ-Сервис» составляют: сервисное депо «Свердловск», 12 сервисных центров и 30 сервисных участков, которые по договору с РЖД обеспечивают полное сервисное обслуживание около 1 820 конструктивных единиц (электропоездов и тепловозов), работающих на Западно-Сибирской, Свердловской, Южно-Уральской, Куйбышевской и Северной дорогах.

Недавно «СТМ-Сервис» выиграла конкурс и 30 апреля подписала договор с РЖД по полному сервисному обслуживанию еще порядка 5 000 конструктивных единиц локомотивов различных серий: грузовых магис-

тральных электровозов постоянного и переменного тока, маневровых и магистральных тепловозов, пассажирских электровозов и тепловозов и электропоездов. В результате производственная база компании увеличится на 23 локомотивных депо и 50 производственных участков.

Расскажите, пожалуйста, о программе создания новых дизелей и дизель-генераторов на Уральском дизель-моторном заводе. На какой стадии сейчас находится проект?

В рамках государственного контракта с Минпромторгом РФ разрабатываются мощные высокооборотные дизели от 1000-3000 кВт. Подготовлены девять технических проектов дизельных двигателей и семь технических проектов дизель-генераторов, которые будут применяться в тепловозо- и судостроении, производстве автомобильной карьерной техники, малой энергетике.

В апреле был успешно завершён очередной этап работ по государственному контракту: на УДМЗ создана новая экспериментально-исследовательская база. На специализированных стендах будут проводиться предварительные приемочные и сертификационные испытания нового семейства двигателей ДМ-185. Также завод уже приступил к производству первых опытных образцов двигателей и к концу 2014 года проведет их стендовые испытания.

В прошлом году в портфеле компании появилось направление легкорельсового транспорта. Почему СТМ выбрала в качестве партнера испанскую группу CAF и на каком этапе развития находится сейчас ваше совместное предприятие?

После серьезной дискуссии и анализа ситуации на соответствующих рынках, имея большой опыт взаимодействия с зарубежными партнерами и понимая, как проводится трансфер технологий, было принято решение о развитии производства легкорельсового транспорта. Запланирован высокий уровень локализации, который позволит нам задействовать как собственный потенциал, так и включить в этот процесс других российских контрагентов.

Подчеркну еще раз, что было бы неправильно игнорировать мировой опыт и пы-

таться изобретать велосипед там, где этого делать не надо. Обсуждая проблемы развития легкорельсового транспорта, мы ознакомились с лучшими наработками ведущих мировых компаний в этой области. Испанская компания CAF работает на рынке давно и успешно, имея огромный опыт создания оригинальных систем общественного транспорта: трамваев, вагонов метро. Их продукция востребована и продается на пяти континентах. В свою очередь, испанские коллеги тоже были чрезвычайно заинтересованы в нашем сотрудничестве. Итогом переговоров стала организация совместного предприятия «Городские транспортные решения». В очень короткие сроки был создан прототип вагона метро. Он был представлен в январе этого года на ВВЦ в Москве, при этом мы выступили инициатором общественного обсуждения, в котором приняли участие несколько тысяч москвичей и гостей столицы, специалисты в сфере городского транспорта и представители машиностроительной отрасли. В Екатеринбурге этот прототип вагона метро можно будет увидеть на международной промышленной выставке «Иннопром», которая пройдет в июле. А если говорить об оперативных задачах, самыми важными, безусловно, являются участие в конкурсе на поставку вагонов для Московского метрополитена и организация производства в России.

Не так давно была завершена сделка по приобретению Калужского завода путевых машин и гидроприводов. Что это дает СТМ?

Действительно, сделка завершена в марте текущего года. Включение завода «Калугапутьмаш» в структуру СТМ будет способствовать расширению технологических компетенций холдинга в сфере производства специальной путевой железнодорожной техники. СТМ уже разработала среднесрочную стратегию развития предприятия, согласно которой должен быть увеличен в два раза выпуск продукции завода. Кроме того, одна из ключевых задач – это создание синергетического эффекта от сотрудничества ЛТЗ и завода «Калугапутьмаш». 

Беседовал Сергей Белов

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

ТЕХНИКА®
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Организатор:

РЕСТЭКЪ БРУКС

Тел.: (812) 320-80-94, 303-88-62

Факс: (812) 320-80-90

E-mail: exporail@restec.ru



exporail.ru

НП «ОПЖТ». Итоги и планы

21 февраля 2014 года в Москве под председательством президента НП «ОПЖТ» Валентина Гапановича состоялось Общее собрание Партнерства, на котором были подведены итоги работы в 2013 году и намечены планы на 2014-й. В мероприятии приняли участие представители федеральных органов власти и 145 организаций, 93 из которых входят в состав Партнерства.

С основным докладом о проделанной НП «ОПЖТ» работе выступил Валентин Гапанович. Итоги финансово-хозяйственной деятельности Партнерства, обсуждение программы стандартизации, проблемы перехода на новую систему технического регулирования, прием новых предприятий в состав Партнерства и вручение сертификатов IRIS – все это нашло отражение в повестке дня Общего собрания.

На 1 января 2014 года в Партнерство входило 159 предприятий и организаций, связанных с производством и эксплуатацией подвижного состава. Товароборот продукции транспортного машиностроения, выпущенной предприятиями-членами НП «ОПЖТ» в 2013 году, составил 380 млрд руб.

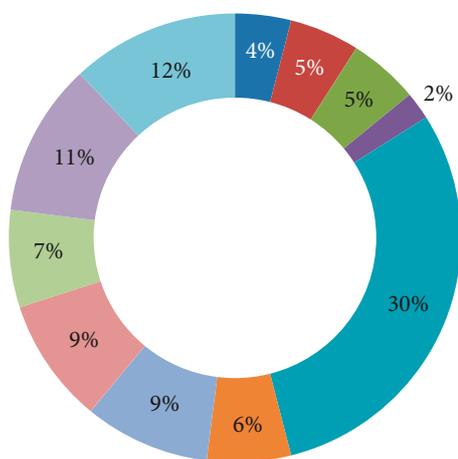
В своем выступлении Валентин Гапанович выделил предприятия, активно осуществляющие развитие своего технического производства. Например, показателен опыт компании «Уральские локомотивы», где сегодня происходит локализация производства ЭС1 «Ласточка». «Мы можем гордиться тем, что больше нигде в мире нет такого предприятия», – отметил президент Партнерства.

Валентин Гапанович также сделал акцент на успешной эксплуатации «Ласточки» во время зимней Олимпиады в Сочи. Так, график

исполненного движения по перевозке пассажиров за период проведения Олимпиады составил 99,35%. Данные показатели сравнимы с Японской компанией «Синкансен». Ежедневно осуществлялось 412 рейсов, которые перевозили от 180 до 318 тыс. пассажиров.

Другим примером успешного технологического развития железнодорожного машиностроения является Тихвинский вагоностроительный завод, на котором создано высокотехнологичное производство полного цикла и выпускается 4 модели грузовых вагонов новой конструкции на базе инновационной тележки Barber. Достойная производственная площадка и на предприятии «Пензадизельмаш»: на ней происходит сборка дизелей нового поколения, турбокомпрессоров, а также комплектующих для дизельстроительных заводов.

Однако для отечественного транспортного машиностроения первостепенной задачей остается вопрос стандартизации, которая позволит обеспечить выполнение технических регламентов Таможенного союза. Работа по данному направлению была начата в конце 2012 года, активно шла в прошедшем году и продолжится в текущем. За 2013 год данные вопросы 15 раз рассматривались на комитетах и мероприятиях Партнерства. В целом



Структура членов НП «ОПЖТ»





Представители предприятий-членов НП «ОПЖТ» на Общем собрании

для обеспечения регламентов Таможенного союза к 1 августа 2014 года должно быть разработано или актуализировано около 300 поддерживающих стандартов (ГОСТ и ГОСТ Р). «Главной задачей программы стандартизации Партнерства с 2012 по 2014 годы является разработка стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технических регламентов Таможенного союза. В соответствии с этой задачей в проекте плана по стандартизации на 2014 год предусмотрено выполнение свыше 60% таких работ», – отметил Валентин Гапанович

Владимир Матюшин, вице-президент НП «ОПЖТ», предупредил, что после вступления в силу технического регламента Таможенного союза многим предприятиям придется адаптироваться к новым непростым условиям работы.

Основные параметры, определяющие требования технических регламентов Таможенного союза:

- Выдача национальных сертификатов в области обязательного подтверждения соответствия нормам безопасности железнодорожного транспорта прекращается.
- Выданный сертификат на соответствие требованиям технических регламентов действителен на едином пространстве Таможенного союза.
- Действующие нормы по системе безопасности отменяются.

- Сертификаты могут выдавать только соответствующие органы, аккредитованные в области железнодорожного транспорта. Принимаются результаты испытаний только тех лабораторий, которые входят в утвержденный реестр Таможенного союза. Все испытательные центры равнозначны между собой.
- Испытания проводятся по методикам, установленным поддерживающими стандартами технических регламентов Таможенного союза (ГОСТами).
- Сертификаты будут выдаваться на 5 лет с обязательным занесением в единый реестр Таможенного союза.
- Сертификаты соответствия, выданные до 1 августа 2014 года, действительны до окончания срока действия, но не позднее 1 августа 2016 года.

Также Владимир Матюшин отметил, что в ходе выполнения программы стандартизации Партнерством в 2013 году были представлены и утверждены Росстандартом 2 ГОСТа. Помимо этого, в ТК-45 переданы 2 государственных стандарта (ГОСТ Р). В МТК 524 проходят обсуждение 8 межгосударственных стандартов (ГОСТ). Ведется разработка 25 межгосударственных стандартов.

Благодаря активной деятельности НП «ОПЖТ» и ОАО «РЖД» по внедрению требований стандарта IRIS на территории России и СНГ 61 предприятие (по состоянию на 13 мая 2014 года) уже привели свои системы менеджмента в полное соответствие с международ-



В. А. Гапанович

ной практикой, при этом 40 из них были сертифицированы в 2013 году.

В прошедшем году деятельность НП «ОПЖТ» стала заметнее и на международном пространстве. Так, были подписаны соглашения с Европейской ассоциацией производителей железнодорожной техники UNIFE, Швейцарской промышленной ассоциацией железных дорог SWISSRAIL, Ассоциацией железнодорожной промышленности Австрии BAHNINDUSTRIE. Кроме этого, разработан и принят совместный план взаимодействия на 2014 год с VDB (Объединение железнодорож-



В. А. Матюшин

ной промышленности Германии); состоялись переговоры о намерениях разработать и подписать соглашения о сотрудничестве с представителями объединений железнодорожной промышленности Великобритании и Италии.

Для знакомства с современными зарубежными разработками в области железнодорожного транспорта и повышения качества выпускаемой продукции было проведено 4 выездных семинара в Италии, США, Японии и Франции. 87 руководителей и специалистов предприятий смогли увидеть своими глазами производство и задать вопросы на интересующие их темы.

За прошедший год состоялось 3 совместных заседания с Союзом машиностроителей России, на которых были рассмотрены вопросы по разработке новых стандартов, внедрению системы IRIS, инструментов бережливого производства, проведены заседания комитетов по обсуждению государственной программы РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года». Партнерством были инициированы предложения по внесению изменений в федеральные законы «О железнодорожном транспорте в РФ», «О техническом регулировании».

В 2013 году прошли 2 выездные региональные конференции – в Самаре и Пензе, где обсуждались вопросы взаимодействия с инновационными предприятиями этих регионов. Сейчас Партнерство сотрудничает с 35 регионами страны, а также предприятиями Украины, Узбекистана и Беларуси.

Однако главной движущей силой Партнерства, по словам Валентина Гапановича, являются комитеты. Всего в прошлом году было проведено 43 заседания комитетов НП «ОПЖТ» различного профиля, половина из них – в условиях реального производства. Наиболее активные – комитет по грузовому вагоностроению (9 заседаний), комитет по локомотивостроению и комитет по нормативно-техническому обеспечению и стандартизации – по 7 заседаний.

На собрании Валентин Гапанович попросил председателей комитетов донести до всех участников информацию о том, что предприятиям необходимо делать финансовые вложения, которые будут использоваться для проведения испытаний. Ведь неправильно, чтобы кто-то один брал на себя всю финансовую нагрузку, а другие пользовались полу-

Новые члены НП «ОПЖТ»:

- АО «Национальная компания «Казахстан темир жолы»;
- ЗАО «МЫС»;
- ОАО «СГ-транс»;
- ООО «ТТМ»;
- ЧАО «ЛУГЦЕНТРОКУЗ им. С.С. Молятовского»;
- ООО «УК «Профит Центр Плюс»;
- ООО «Покровка Финанс»;
- ООО «Теплосервис».

За активную работу в Партнерстве награждены:

- Андрей Вепринцев, начальник отдела Центра технического аудита ОАО «РЖД»;
- Александр Ладыченко, начальник управления по развитию железнодорожной продукции ЗАО «ОМК»;
- Олег Трудов, начальник отдела Департамента технической политики ОАО «РЖД»;
- Константин Демин, генеральный конструктор ОАО «ТВСЗ»;
- Дмитрий Лосев, председатель подкомитета по вагоностроению НП «ОПЖТ»;
- Евгений Семенов, начальник отдела НПК «Уралвагонзавод».

За активную работу в Партнерстве награждены:

- ООО «ЕвразХолдинг»;
- ОАО «Алтайвагон»;
- ЗАО «Светлана-Оптоэлектроника»;
- ОАО «Оскольский подшипниковый завод ХАРП»;
- ООО «Трансвагонмаш».

Вручены сертификаты IRIS предприятиям:

- Товарковский филиал ОАО «Калужский завод «Ремпутьмаш»;
- ОАО «Калужский завод «Ремпутьмаш»;
- ОАО «НПК «Уралвагонзавод»;
- ЗАО «НПЦ ИНФОТРАНС»;
- ОАО «Оренбургский путеремонтный завод «Ремпутьмаш»;
- ЗАО «Производственная компания «Завод транспортного электрооборудования»;
- ОАО «Производственная фирма «КМТ» – Ломоносовский испытательный завод»;
- ОАО «Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В. Воровского».

ченными результатами. Так, он привел в пример «Алтайвагонзавод», который вложил в свой испытательный центр 300 млн руб. Дело в том, что мощности заводов России и Украины по производству грузовых вагонов составляют 160 тыс. в год, в то время как потребность до 2025 года – всего по 40 тыс. вагонов в год. Понятно, что в таких жестких условиях будут конкурентоспособными те, кто хочет развиваться и готов вкладывать в свое производство.

Решением Общего собрания в состав Партнерства вошли новые члены. Валентин Гапанович поздравил каждого, вручив свидетельство о членстве. Помимо этого, за активное участие в работе Партнерства в 2013 году были награждены компании и отмечены конкретные специалисты отрасли.

Были вручены сертификаты предприятиям, которые прошли сертификацию на соответствие международному стандарту железнодорожной промышленности IRIS.

За низкую активность и неуплату членских взносов было принято решение исключить

из членов Партнерства НПП «Трансинжиниринг» и ОАО «Экспериментальный завод».

Если говорить о планах Партнерства на 2014 год, то курс, взятый на инновационное развитие железнодорожного машиностроения, освоение серийного производства новых образцов подвижного состава, создание энергоэффективных локомотивов, надежных и безопасных вагонов, сохранится. «Среди основных стратегических направлений, по которым мы будем строить свою работу в ближайшей перспективе, – повышение роли НП «ОПЖТ» как системного интегратора и координатора деятельности предприятий, входящих в Партнерство; усиление кооперативных связей с регионами для использования их инновационного промышленного потенциала в развитии железнодорожного машиностроения; углубление международных связей с целью гармонизации технического законодательства и изучения опыта построения рационального производства зарубежными партнерами», – отметил Валентин Гапанович. 

Выездной семинар НП «ОПЖТ» в Германии

В рамках взаимодействия между НП «ОПЖТ» и Объединением железнодорожной промышленности Германии (VDB) с 24 по 28 февраля на немецких предприятиях железнодорожной промышленности Knorr-Bremse и Siemens прошли обучающие семинары, организованные при поддержке ОАО «РЖД» и Knorr-Bremse.

Программа семинара включала в себя знакомство с локомотивостроительным заводом Siemens и посещение предприятия Knorr-Bremse, на котором осуществляется проектирование и разработка современных систем торможения и тормозных приборов, предназначенных для эксплуатации на железных дорогах по всему миру, в том числе и у нас.

Участие в семинаре приняли представители ОАО «РЖД» и ряда российских предприятий транспортного машиностроения – всего 22 участника.

На локомотивостроительном заводе Siemens участники семинара посетили производственные цеха, где осуществляется сборка городских трамваев, поездов метро и локомотивов.

Современные тенденции мирового рынка подвижного состава формируют потребность в интеграции систем поставщиков и производителей и направлены на снижение степени участия производителя в выпуске конечного продукта, концентрацию на основной компетенции, стремление на создание бережливых и гибких структур.

Для своей работы Siemens выстраивает долгосрочную политику взаимодействия с поставщиками, продукция, услуги и компетенции которых наилучшим образом отвечают их потребностям. Еще на этапах разработки они вместе закладывают базу для создания инновационного и пользующегося спросом продукта или проекта. Формирование тесного союза поставщика и производителя позволяет им на последующих этапах производства совместными усилиями улучшать процесс изготовления продукта.

В цехе, где осуществляется сборка локомотивов на платформе Vectron, участникам рассказали о его преимуществах. Главным является универсальность самой платформы, состоящей из одинаковых базовых компонентов. В зависимости от маршрутов и стран, где будут эксплуатироваться локомотивы, меняется их индивидуальная комплектация: электродвигатели, различные токоприемники, системы безопасности, дизели и т. д. По заявке заказчика может быть проведено переоснащение необходимым оборудованием. Данные локомотивы находят-



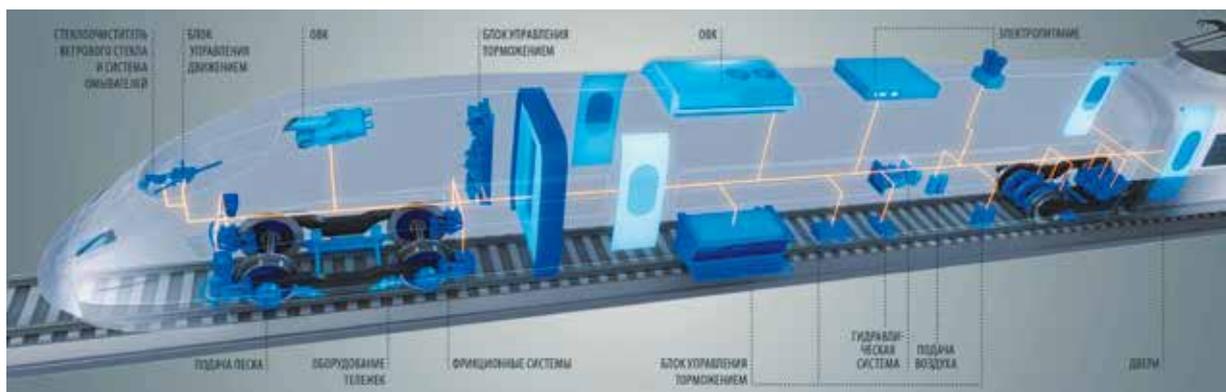
Локомотив Vectron

ся на принципиально новом уровне в отношении охраны окружающей среды. Так, например, уменьшение расхода энергоресурсов достигается на электровозах за счет рекуперации энергии в сеть, а на тепловозах – за счет применения современных дизельных двигателей. Выбросы двуоксида углерода на тепловозах Vectron значительно ниже, чем на существующих тепловозах.

В ходе посещения завода Knorr-Bremse участники познакомились с методами обеспечения надежности и эксплуатационной безопасности тормозных приборов при их проектировании и разработке; изучили стенд для испытания воздухораспределителей KAV60, предназначенных для эксплуатации на территории Российской Федерации и СНГ; выслушали доклады о системе управления качеством и безопасностью, системе менеджмента бизнеса, сертифицированной по стандарту IRIS.

К спектру продукции, выпускаемой Knorr-Bremse, помимо тормозных и бортовых систем для всех типов рельсового транспорта, относятся дверные системы, силовые электроаппараты, включая быстодействующие выключатели и преобразователи собственных нужд, а также климатические установки. Вся продукция может быть технически адаптирована для работы практически на любых железных дорогах по всему миру, обеспечивая ее поддержку не только на этапе поставки, но и в процессе всего жизненного цикла изделия.

На сегодняшний день актуальными разработками компании являются модульные системы управления торможением MBS, которые, наряду



Источник: Knorr-Bremse

Использование продукции Knorr-Bremse в подвижном составе



Воздухораспределитель KAV60



Источник: Knorr-Bremse

Безмасляный компрессор

Источник: Knorr-Bremse

с воздухораспределителем KAV60, рассчитаны на работу в широком диапазоне температур от -60°C до $+80^{\circ}\text{C}$ и являются безотказными и надежными в любых климатических условиях. Еще одним результатом инновационного подхода стали безмасляные компрессоры с низким уровнем вибрации и шума. Все это благоприятно отражается на окружающей среде и обеспечивает повышенный комфорт пассажирам.

Новая разработанная энергосберегающая система LEADER помогает машинисту выдерживать эксплуатационные графики, одновременно обеспечивая и экономию энергии. Так в процессе эксплуатации гарантированно достигается почти 15% экономия топлива.

Большую заинтересованность участники семинара проявили к докладу по системам управления тормозом. Как известно, оптимальный процесс торможения достигается, когда на всех осях или поворотных тележках поезда прикладывается индивидуальная сила торможения. При этом оно осуществляется машинистом путем приведения в действие одного единственного рычага. По этой причине в системы управления тормозом Knorr-Bremse включается набор дополнительных интеллектуальных функций:

- зависимое от нагрузки торможение нагруженных и незагруженных вагонов;
- антиблокировочная тормозная система (предохранение от скольжения);
- контроль внимательности машиниста локомотива (устройство безопасности);
- принудительное торможение с дистанционным управлением (локомотивная сигнализация, PenaltyBrake);
- экстренный тормоз для пассажиров;
- устройство, увеличивающее сцепление колеса с дорогой при проскальзывании колес (защита от буксования).

В настоящее время не важно, установлен ли на поезде тормоз механический, магниторельсовый, электродинамический тормоз-замедлитель или торможение осуществляется генератором за счет поворота привода. Система управления тормозом в любом случае обеспечивает оптимальную согласованность различных систем.

Знания, которыми руководители и специалисты компаний Knorr-Bremse и Siemens поделились с представителями российских предприятий по созданию и разработке новой продукции, организации производства, системе управления качеством, были важными и ценными для российской делегации. 

Кадры для машиностроения: вчера, сегодня, завтра

21 марта в Новочеркасске на площадке Южно-Российского государственного политехнического университета им. Н.И.Платова прошло расширенное выездное совещание, посвященное вопросу подготовки вузами инженерно-технических кадров для инновационного развития транспортного машиностроения в условиях глобальной конкуренции. Пул участников был своего рода лакмусовой бумажкой, которая показывала, насколько важна обозначенная тема совещания. На мероприятии, председателями которого были Владимир Гутенев, первый заместитель председателя комитета Государственной Думы по промышленности, первый вице-президент Союза Машиностроителей России, и Валентин Гапанович, президент НП «ОПЖТ», присутствовали представители экспертного совета при комитете Государственной Думы по промышленности, комитета по железнодорожному машиностроению Союза машиностроителей России, НП «ОПЖТ», ассоциации «Лига содействия оборонным предприятиям», вузов и машиностроительных предприятий страны.

Рабочий день был поделен на два смысловых блока. Сначала участники посетили ООО «ПК «НЭВЗ», где ознакомились с современным производством электровозов. Далее делегация переместилась в стены университета. Именно здесь каждый выступающий обозначил основные проблемы, связанные с повышением эффективности взаимодействия предприятий транспортного машиностроения с образовательными учреждениями железнодорожной отрасли.

Многие докладчики, так или иначе, акцентировали внимание на том, что перед Россией сегодня стоит задача сократить отставание от развитых стран и снизить зависимость от их дорогостоящих и не самых современных разработок. По словам Владимира Передерия, ректора ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова, это основная проблема России. Ведь сейчас мы – страна-пользователь, самостоятельно «подсевшая на сервисную иглу», поэтому нужно приложить все усилия для того, чтобы пере-

ти из этой категории в категорию страны-разработчика и производителя.

Сложившаяся ситуация в экономике напрямую сказывается на подготовке необходимых молодых инженеров: отсутствует восполнение ключевых для инновационного развития кадров – конструкторов и технологов. Причину можно обнаружить в старших классах, когда детей отговаривают сдавать физику, чтобы не снизить показатели школы. В связи с этим около 25% выпускников сдает ЕГЭ по физике, и, получается, только они могут поступать в технические вузы. Но и с поступившими будущими специалистами не все гладко. Нельзя подготовить инженера без хорошей практики. А ее нет, потому что отсутствует договоренность государства с предприятиями. И эту роль вынуждены брать на себя сами вузы. Если проанализировать высшие учебные заведения страны, то можно увидеть: ни одно из негосударственных образовательных учреждений не берет на себя ответственность по подготовке технических специалистов. Это и понятно, ведь за те деньги, которые они получают, невозможно создать лабораторную базу и обеспечить студентов необходимой практикой. При всем при этом государство требует инноваций!

Владимир Передерий справедливо подметил, что слово «инновация» для многих стало некой мантрой, бесконечное повторение которой будто бы запускает нужный процесс. На самом же деле – не запускает. «И важно, что в зале собрались представители органов власти, бизнеса, ученые и преподаватели», – подытожил ректор. Ведь только всем вместе можно сдвинуть данный вопрос с мертвой точки.



О непростою положении как студентов, так и предприятий, на которых они бы могли работать, говорил Александр Высочкин, заместитель главного конструктора ОАО «Тяжмехпресс». По его словам, сейчас число промышленных предприятий Воронежской области сократилось с 55 до 5. Освободившиеся площади отданы под склады или под торгово-развлекательные центры. И в данном случае Воронеж – частный случай общего положения дел. Что же касается студентов, то те, кто приходит из воронежских технических вузов, имеют проблемы с сопроматом. Эти примеры наглядно иллюстрируют состояние промышленного потенциала России.

О недостаточном качестве высшей школы, проблеме старения кадров (средний возраст – 60 лет), которая влечет за собой возможную потерю преемственности поколений, говорил Виталий Бердник, декан механического факультета ЮРГПУ. «Сейчас страна занимается «отверточной сборкой», в которой напрочь отсутствует творческая мысль. Больше в стране практически ничего не осталось. А ведь основа здоровой экономики – инжиниринг». Понятно, что в такой ситуации говорить о качественной замене уходящего поколения специалистов затруднительно. Кроме того, современный студент должен быть мобилен, иметь возможность получать зарубежный опыт. Так, у ЮРГПУ налажены контакты с Варшавским университетом, однако здесь возникает другая опасность – отток лучших студентов за рубеж. Для сокращения существующего процента оттока – 15-30% – необходимо иначе проводить духовно-нравственное воспитание, чтобы молодые специалисты использовали полученные знания для роста российской экономики.

Валерий Шматков, проректор ЮРГПУ по стратегическому развитию и директор инжиниринговой компании «Политех», отметил: «Русская инженерная школа всегда стояла на трех столпах: фундаментальное образование, соединение образования и инженерного дела и практическое применение инженерных знаний и навыков. Именно русская школа положила основу инжиниринга». Он указал, что в 2012 году общемировой рынок инжиниринга составил 530 млрд долл. До 2020 года эта сумма приблизится к 1 трлн долл. И сюда входит не только процесс создания и внедрения инновационного продукта, но и его эксплуатация, если потребуются – последующая модернизация и утилизация.

Очевидно, что только в проекте конкретных инноваций можно вырастить необходимого системного инженера. Для этого предпринимаются определенные попытки и в нашей стране. Например, совместно с ОАО «РЖД» создан проект по разработке нового вентильно-индукторного привода для компрессора электровоза ВЛ80. В ходе испытаний была доказана его энергетическая эффективность, которая выше по сравнению с асинхронным двигателем. При таком обучении образовательная цепочка прослеживается. На подобных инновационных проектах студент учится, а в дальнейшем сможет заниматься разработками и сам.

«Еще вчера готовить тех, кто должен работать завтра»

С. С. Подуст, директор Корпоративного Учебного Центра НЭВЗ

В заключении совещания Валентин Гапанович поднял вопрос, который вопреки всем законам логики не двигается с мертвой точки. Дело в том, что предприятия промышленности и бизнеса готовы бесплатно отдавать вузам подвижной состав, в частности локомотивы, для учебных целей. Однако российское законодательство не позволяет это делать, облагая каждую сторону налогами. «Но о каких налогах может идти речь, когда это проект социальный?» – задал вопрос президент НП «ОПЖТ». Владимир Гутенев ответил, что будет содействовать в разрешении данного вопроса.

В ходе совещания было принято решение обратиться в Министерство образования и науки РФ с рядом предложений, среди которых – совместная с государственными корпорациями проработка вопроса об организации производственной практики с реализацией конкретных проектов и последующим трудоустройством студентов на предприятиях. Также было предложено провести анализ материально-технологической базы образовательных учреждений инженерно-технического профиля и по итогам создать условия для обеспечения образовательной мобильности студентов. Помимо этого, участники решили подготовить предложения по развитию системы базовых кафедр высших учебных заведений на промышленных предприятиях и в научных организациях, увеличению количества центров, оснащенных современной лабораторной базой для подготовки специалистов. 

Международная конференция НП «ОПЖТ» и FIF

На протяжении двух дней – 23-24 апреля – в Париже проходила Международная конференция НП «ОПЖТ» и Французской ассоциации железнодорожной промышленности (FIF), посвященная вопросам франко-русского сотрудничества в сфере железнодорожного транспорта. Участие в ней приняли представители UNIFE, центра менеджмента IRIS, НП «ОПЖТ», РСПП, свыше 100 российских и европейских предприятий промышленности, научных институтов. Председатели – Владимир Якунин, Валентин Гапанович и президент FIF Луи Нэгр.

Роль промышленных ассоциаций и объединений в реформировании системы технического регулирования в Таможенном союзе, стратегия Европейского союза по перспективному совершенствованию системы технического регулирования, стандартизации и сертификации, перспективы промышленного и нормативно-правового сотрудничества между ЕС и Россией – вопросы, которые были рассмотрены на конференции. Особое внимание на ней было уделено обсуждению инноваций и стандартизации грузовых вагонов во Франции и странах ЕС.

Сегодня процессы в области создания технической нормативной базы развиваются в двух направлениях. Первое – формирование единого технического законодательства и стандартов на постсоветском пространстве в рамках Таможенного союза и Межгосударственного совета по стандартизации стран СНГ, стран пространства колеи 1520 мм. Второе – интеграция на международном уровне в области гармонизации технических регламентов и директив, а также технических стандартов России и ЕС.

Уже накопленный опыт взаимодействия европейской и российской промышленности в области технического регулирования говорит о необходимости создавать центры по обмену информацией, разработке и внедрению новых законодательных нормативных документов и стандартов на продукцию, а также их гармонизации в соответствии с международными документами.

В рамках конференции НП «ОПЖТ» (Валентин Гапанович) и UNIFE (Филипп Ситроен) подписали пятилетнее соглашение о взаимодействии, которое будет способствовать интеграции усилий по развитию более экологичного железнодорожного транспорта.

Согласно документу НП «ОПЖТ» и UNIFE будут реализовывать совместные проекты по обучению специалистов в железнодорожном секторе для подготовки российских предприятий к сертификации на требование стандарта IRIS. В целях повышения уровня его признания в России ас-

социации договорились контролировать процесс сертификации и совместно работать над развитием стандарта в рамках Консультативного совета IRIS. В конце года будет организована международная конференция.

Одна из договоренностей, которая была достигнута, – обеспечение друг друга списком последних публикаций стандартов российских и европейских железных дорог, а также документацией о стандартах, технических нормах и оценках соответствия, в том числе защищенных авторским правом.

Также все другие достигнутые в ходе обсуждений договоренности были закреплены подписанием резолюции по вопросам франко-русского сотрудничества предприятий промышленности в сфере развития железнодорожного транспорта и машиностроения между Валентином Гапановичем (НП «ОПЖТ») и Луи Нэгре (FIF).

По итогам конференции участники сформулировали для себя такие основные задачи, как организация эффективного сотрудничества российских и французских предприятий, содействие производственной кооперации малых и средних предприятий железнодорожных отраслей двух стран, участие экспертов технических комитетов по стандартизации России и Франции в разработке и экспертизе проектов технических стандартов, норм и правил. Кроме того, предполагается снизить технические барьеры в области обеспечения безопасности и качества продукции, а также проанализировать применяемые в Европейском и Таможенном союзах практики обязательного подтверждения соответствия продукции и разработать меры, направленные на усиление борьбы с оборотом контрафактной и фальсифицированной продукции.

Второй день был посвящен поездкам на производственные площадки французских предприятий железнодорожной промышленности. Российская делегация посетила завод по производству стрелок Vossloh Cogifer и международный экспертно-консультационный центр по тормозным системам компании Faiveley Transport. 

Лучшее качество подвижного состава и сложных технических систем. Ежегодный конкурс

В этом году ОАО «РЖД» в пятый раз проводит ежегодный конкурс на лучшее качество подвижного состава и сложных технических систем, который направлен на повышение степени соответствия продукции, используемой на сети железных дорог, современным техническим требованиям, снижение стоимости жизненного цикла в процессе эксплуатации, а также увеличение надежности и качества выпускаемых изделий. Критерии оценки складываются из таких показателей, как инновационность, надежность и безопасность.

Конкурс включает в себя три номинации:

- «Подвижной состав» (локомотивы, высокоскоростной подвижной состав, грузовые и пассажирские вагоны, моторвагонный и специальный железнодорожный подвижной состав);
- «Компоненты для подвижного состава и инфраструктуры» (комплекующие для локомотивов и высокоскоростного подвижного состава, вагонов и моторвагонного подвижного состава, специального железнодорожного подвижного состава, а также элементы пути, сигнализации и связи, автоматики и блокировки, электрификации и электрооборудования);
- «Системы диагностики и управления» (системы диагностики подвижного состава и инфраструктуры, системы управления и безопасности).

Оценку всех конкурсных материалов будет осуществлять экспертная комиссия, состоящая из руководителей и специалистов технических и эксплуатационных подразделений ОАО «РЖД». Базовым критерием при рассмотрении проектов участников является способность продукции удовлетворять установленным и перспективным требованиям компании.

Балльная оценка продукции складывается из следующих показателей:

- надежность (количество отказов в гарантийный период);
- ремонтпригодность продукта (RAMS);
- подтверждение заявленных показателей стоимости жизненного цикла продукта (LCC);
- взаимодействие с потребителем;
- работа производителя по постоянному улучшению качества;
- экспертная оценка инновационности продукта;
- соответствие производителя требованиям стандарта ISO, а также IRIS или наличие согласованной с ОАО «РЖД» программы внедрения стандарта на предприятии.

Особое внимание при оценке заявок будет уделено вопросу качества обратной связи производителя с потребителем: обеспечению оперативного устранения конструктивных и производственных недостатков, проведению корректирующих действий по предотвращению дальнейших событий по безопасности и надежности.

Предприятие может участвовать в конкурсе во всех номинациях, при этом продукция, заявленная для вхождения в одну номинацию, не может быть представлена в другой. В случае если по итогам оценки в рамках любой номинации несколько образцов конкурсной продукции набирают одинаковое количество баллов, приоритет отдается образцу, получившему большее количество баллов по критериям безопасности и надежности.

В докладах и презентациях участникам конкурса необходимо отразить:

- отсутствие нарушений безопасности;
- преимущества заявленной на конкурс продукции перед продукцией конкурентов (если таковой нет в России, то предоставить сравнительный анализ с зарубежными аналогами);
- стоимость жизненного цикла продукции по сравнению с аналогами;
- показатели надежности продукции: заявленные и фактические.

Также участники конкурса должны предоставить информацию о том, каким образом происходит отслеживание продукции в эксплуатации, как проводится работа с потребителем и работа по улучшению качества выпускаемой продукции.

Срок подачи заявок – до 1 сентября 2014 года.

Заявки на участие принимаются по адресу: 107174, Москва, ул. Новая Басманная, д. 2, Центр технического аудита – структурное подразделение ОАО «РЖД». Тел.: +7 (499) 260-81-23, +7 (499) 260-81-20; факс: +7 (499) 262-61-48. 

Нужна ли нам в России железнодорожная наука?



О. Н. Назаров,
кандидат
технических
наук

В марте Корейский исследовательский институт железнодорожного транспорта (KRRI) провел международный семинар «Инновации для транспорта будущего», на котором ученые из Кореи, Японии, Китая, России и других стран обсудили результаты научных исследований в области развития высокоскоростных и создания сверхвысокоскоростных рельсовых магистралей с максимальной скоростью движения до 600 км/ч.

Чем же занимаются наши восточные коллеги-ученые? В рамках этого национального проекта проводятся исследования по созданию бесконтактной системы электропитания, разрабатываются алгоритмы управления синхронными тяговыми двигателями с постоянными магнитами и линейными синхронными двигателями, изучаются свойства высокотемпературных сверхпроводников, кевларовых и углепластиковых несущих конструкций кузова, а также вопросы аэродинамики, снижения эмиссии шума и повышения эффективности крэш-систем подвижного состава. Кроме того, корейские ученые разрабатывают новые методы магнитной дефектоскопии колес с помощью матриц дифференциальных датчиков Холла, бесконтактной диагностики оборудования методами акустической голографии, инфракрасной термографии и многое другое. Институтский реферативный журнал 2012 года содержит информацию о 127 выполненных исследованиях.

За полученными научными результатами выстраивается очередь из промышленных предприятий и корпораций, готовых коммерциализировать разработки, то есть превращать научные знания в конкретные полезные продукты. Технически сложные исследования проводятся институтом совместно с промышленностью. Специальное оборудование для проведения исследований в рамках государственных проектов компаниям или вузам предоставляется бесплатно.

Бюджет Корейского института формируется государством, на 2014 год он составляет 135 млн долл. при численности персонала около 500 человек (из них 285 – научные сотрудники). Доходы от проданных промышленным предприятиям лицензий в 2013 году составили 75 млн долл. Каждые пять лет уче-

ные разрабатывают долгосрочную программу собственных исследований, направленную на решение национальных задач перспективного развития транспорта, сейчас реализуется программа Vision 2015. Хочу подчеркнуть, что речь идет именно о перспективном развитии железных дорог, а не сиюминутных задачах, для решения которых на транспорте существует собственный инженерный корпус.

Напоминает научную футурологию? Или это описание будущего? Нет, это – реальность. Из области футурологии здесь только то, что пассажиры поедут в поездах по рельсам со скоростью 600 км/ч по самым смелым прогнозам не раньше, чем через 10 лет. А необходимый для этого технологический задел создается уже сегодня. Похожие задачи решают в рамках национальных проектов также ученые из Японии и Китая.

Конечно, импонирует нацеленность на развитие науки. И то, что именно такая политика в области научных исследований позволяет получить поразительные результаты, можно легко убедиться, глядя на темпы развития высокоскоростных перевозок в азиатских странах. Всего за одно десятилетие Корея превратилась из потребителя зарубежных железнодорожных технологий в лидера, генератора их развития и всемирного экспортера. Подвижной состав, разработанный и изготовленный в Корею, сегодня можно встретить во всех частях света.

А как мы смотрим в будущее? Как готовимся к созданию национальной сети ВСМ? Какие задачи решают наши ученые? Так вот, докладываю, мы продолжаем заседать на НТС и обсуждать, нужна ли нам программа научных исследований, существует ли необходимость строительства испытательного полигона ВСМ, будем ли разрабатывать стандарты и своды правил с учетом вводимых в действие технических регламентов, а также занимаемся любимым делом – считаем деньги в чужих карманах.

И действительно, зачем нам вообще нужна эта железнодорожная наука с ее запросами и аппетитами? Пусть лучше дядя придет и все нам построит. Ведь настоящий русский любит только быструю езду, а долго запрягать – это из прошлого. ☹

О подготовке инженеров в современных условиях

Сорок четыре года конструкторской работы, 10 лет чтения лекций в институте и 13 лет работы в качестве председателя ГАК, думаю, дают мне моральное право высказаться о подготовке инженеров. Я не испытываю ностальгии по советским временам, однако объективность сравнительной оценки качества специалистов диктует необходимость исторического экскурса хотя бы на 30 лет назад.

Увы, современный выпускник вуза при неплохом владении компьютером по всем статьям проигрывает выпускнику 70-80-х годов прошлого века. Нынешних выпускников отличает слабая общетехническая подготовка, совершеннейшая неспособность к самостоятельной конструкторской работе, полное незнание такой профессии, как конструктор, отсутствие каких бы то ни было знаний о системе российских и международных стандартов, регламентирующих разработку и постановку продукции на производство, о международных достижениях в области дизелестроения, о специфике проектирования двигателей для ВМФ, АЭС и малой энергетики и т. д. Перечислять можно долго. Причин этого, на мой взгляд, несколько.

Практический развал машиностроения за период 1990-2000 годов привел к тому, что инженер стал человеком второго сорта. Следствие – катастрофическое падение престижа профессии.

Вторая причина – практически нищенское существование большинства вузов. Отсутствие современной экспериментальной базы вынудило сместить разработки в область компьютерного моделирования, однако без эксперимента оно малоэффективно. Из-за этого дистанция между заводским КБ и вузовской наукой, за редким исключением, велика. Например, с нашим КБ, единственным в России разрабатывающим среднеоборотные дизели для ВМФ, АЭС, локомотивов и малой энергетики, успешно сотрудничают только ученые МГТУ им. Баумана. Ученые других вузов за последние лет 20 у нас не появлялись даже на экскурсии со студентами.

Третья причина – престиж преподавателя вуза. Сегодня его попросту нет. Он сведен к нулю. В 70-е годы доцент кафедры получал зарплату выше, чем квалифицированный кон-

структор. Это обеспечивало вузы высококвалифицированными специалистами, прошедшими реальную хорошую конструкторскую школу. Сегодня даже о зарплате профессора говорить стыдно. Она ниже, чем у кассира магазина. Отсюда – отсутствие притока свежих молодых талантов (разве что в порядке исключения).

Четвертая причина – реформа образования, начиная со школьной. Такое ощущение, что при составлении общероссийского стандарта высшей школы орудовала банда бездарей, никогда не интересовавшихся мнением современной конструкторской школы. Введение бакалавриата в нашей стране для специализированных наукоемких производств означает постепенный развал уникальных конструкторских школ, поскольку для них общетехнической подготовки совершенно недостаточно. Нужны хорошие знания по специальным предметам. Магистры в этом случае не помогут – направление подготовки не то.

Давно назрел извечный вопрос: что делать?

Во-первых, срочно менять программы обучения. Школы должны готовить учеников для технических вузов по одним программам, для гуманитарных – по другим. Во-вторых, ликвидировать заочное обучение. Сегодня оно парадоксально и готовит неучей. Для студентов вечерних факультетов нужно ввести требование: работа по специальности (как это было раньше) и обучение 6 лет. В-третьих, ввести перечень профессий, для которых обязательно обучение до уровня дипломированного инженера со специализацией (например, инженер-конструктор по тепловым двигателям). Специализацию начинать с третьего курса с обязательной стажировкой в КБ и на производстве. Также категорически необходимо запретить связь количества студентов с количеством преподавателей. В-четвертых, нужна обязательная научная работа на кафедрах с привлечением студентов. Целесообразно, чтобы выпускающая кафедра была специализирована в определенных научных направлениях прикладного характера, имеющих практическую ценность за счет тесной связи с ведущими КБ. В-пятых, предприятиям, где требуются инженеры со специальной подготовкой, следует брать под патронаж кафедры соответствующего направления. §



В. А. Рыжов, главный конструктор ОАО «Коломенский завод», заслуженный конструктор РФ, лауреат премий АСАД и Правительства РФ в области науки и техники

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: I квартал 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 первого квартала 2014 года индекс ИПЕМ-производство показал отрицательную динамику, снизившись на -2,2% к соответствующему периоду прошлого года. Это худший квартальный результат с момента начала посткризисного восстановления, начавшегося в ноябре 2009 года. Снижение индекса ИПЕМ-спрос оказалось чуть менее ощутимым: -1,7%. (рис. 1).

Тренд со снятием сезонности показывает, что начало 2014 года ознаменовалось синхронным отрицательным движением индексов. Такое поведение индексов свидетельствует о замедлении экономической активности в 2014 году (рис. 2).

Значительный разрыв в движении индексов, который мы наблюдали во второй половине 2013 года, практически полностью нивелиро-

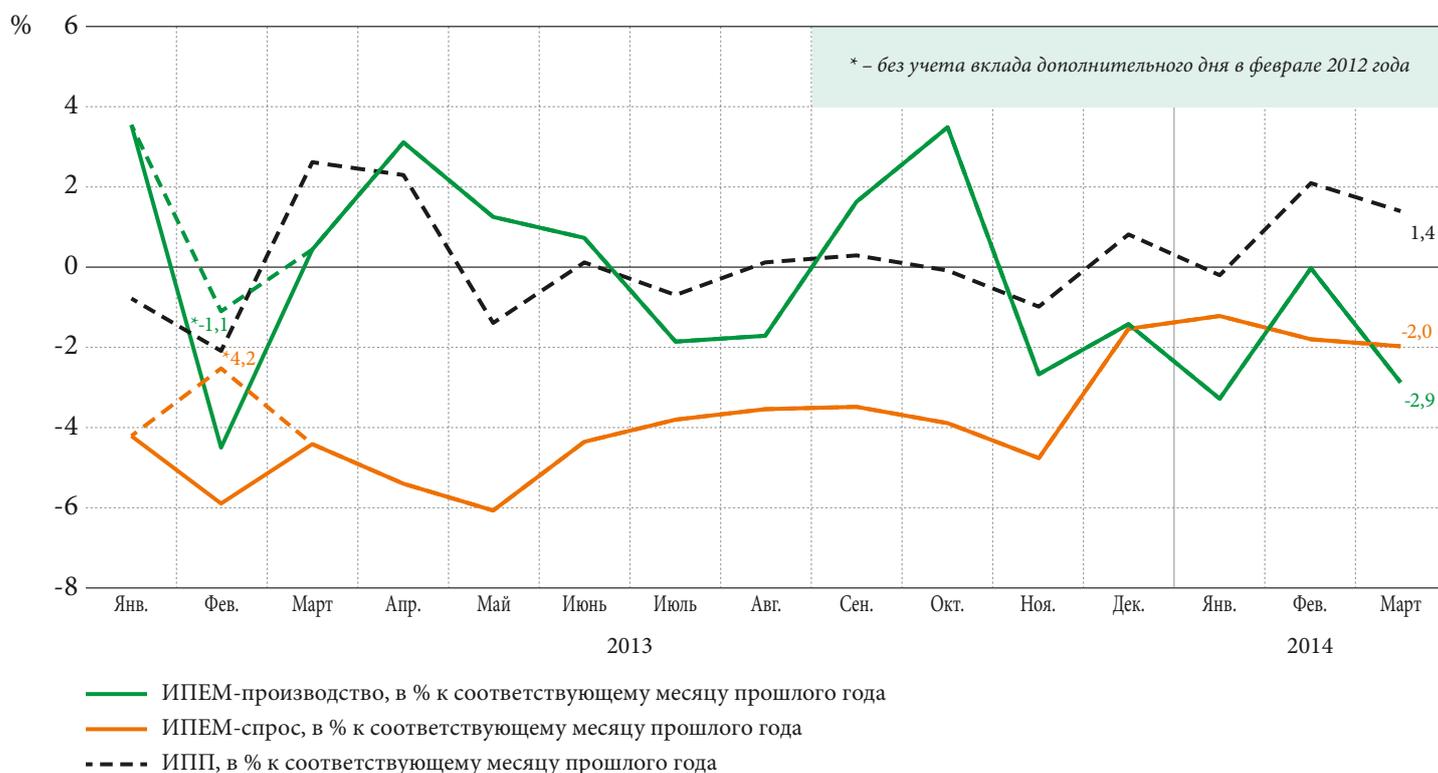


Рис. 1. Динамика индексов ИПЕМ в 2013-2014 годах (к соответствующему месяцу прошлого года)

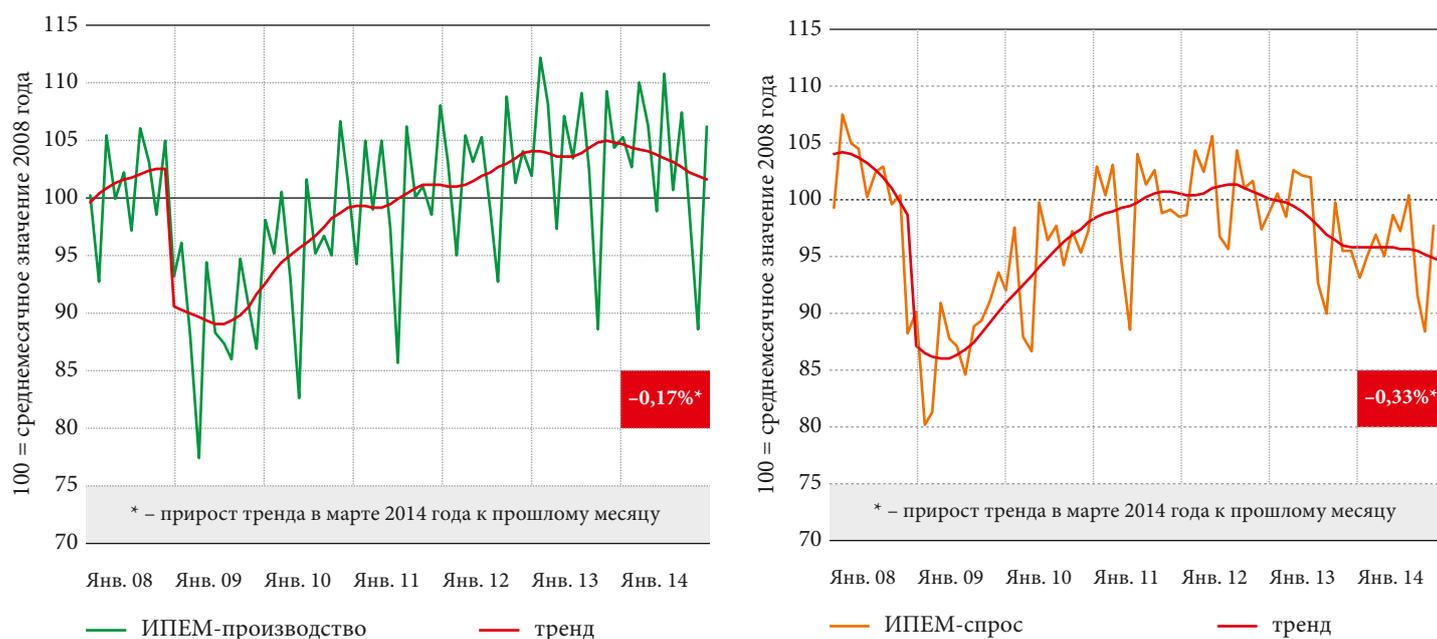


Рис. 2. Динамика индексов ИПЕМ в 2008-2014 годах (тренд со снятием сезонности)

вался к концу первого квартала 2014 года. Это свидетельствует о начале фазы стабильности

в промышленном секторе – отсутствии и заметного роста, и ярко выраженного падения.

Результаты расчета индексов в разрезе отраслевых групп

Значения индекса ИПЕМ-спрос в разрезе секторов за I квартал 2014 года по отношению к соответствующему периоду прошлого года:

- добывающие отрасли: -0,1%;
- низкотехнологичные отрасли: +7,1%;
- среднетехнологичные отрасли: -1,6%;
- высокотехнологичные отрасли: -20,5%.

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

- о ситуации в секторах ТЭК – подробнее в разделе «Основные тенденции: ТЭК»;
- спрос в секторе среднетехнологичных отраслей с началом 2014 года впервые за 2 года вышел на небольшой рост после стабильного понижательного тренда, наблюдавшегося в 2012-2013 годы. Во многом поддержку индексу оказывают возросший спрос на химические и минеральные удобрения (+11,2% за квартал), обеспеченный как экспортом (+16,4%), так и растущим спросом внутри страны (+2,8%). Это стало возможным благода-

ря стабильно высоким ценам на мировых продовольственных рынках и сопутствующему росту платежеспособного спроса. Стоит также отметить растущий внутренний спрос на цветные металлы (+18,2% за квартал);

- тренд развития высокотехнологичных отраслей – стабильно негативный со второй половины 2011 года. Падение наблюдается в секторе производства машин и оборудования, производства электрооборудования, электронного и оптического оборудования. Основная причина – снижение инвестиционной активности в экономике;
- низкотехнологичные отрасли демонстрируют начатый во второй половине 2012 года рост. Определяющими для общей динамики сектора являются позитивные результаты в производстве пищевых продуктов (включая напитки), табака, текстильных и швейных изделий, а также производстве кожи и обуви.

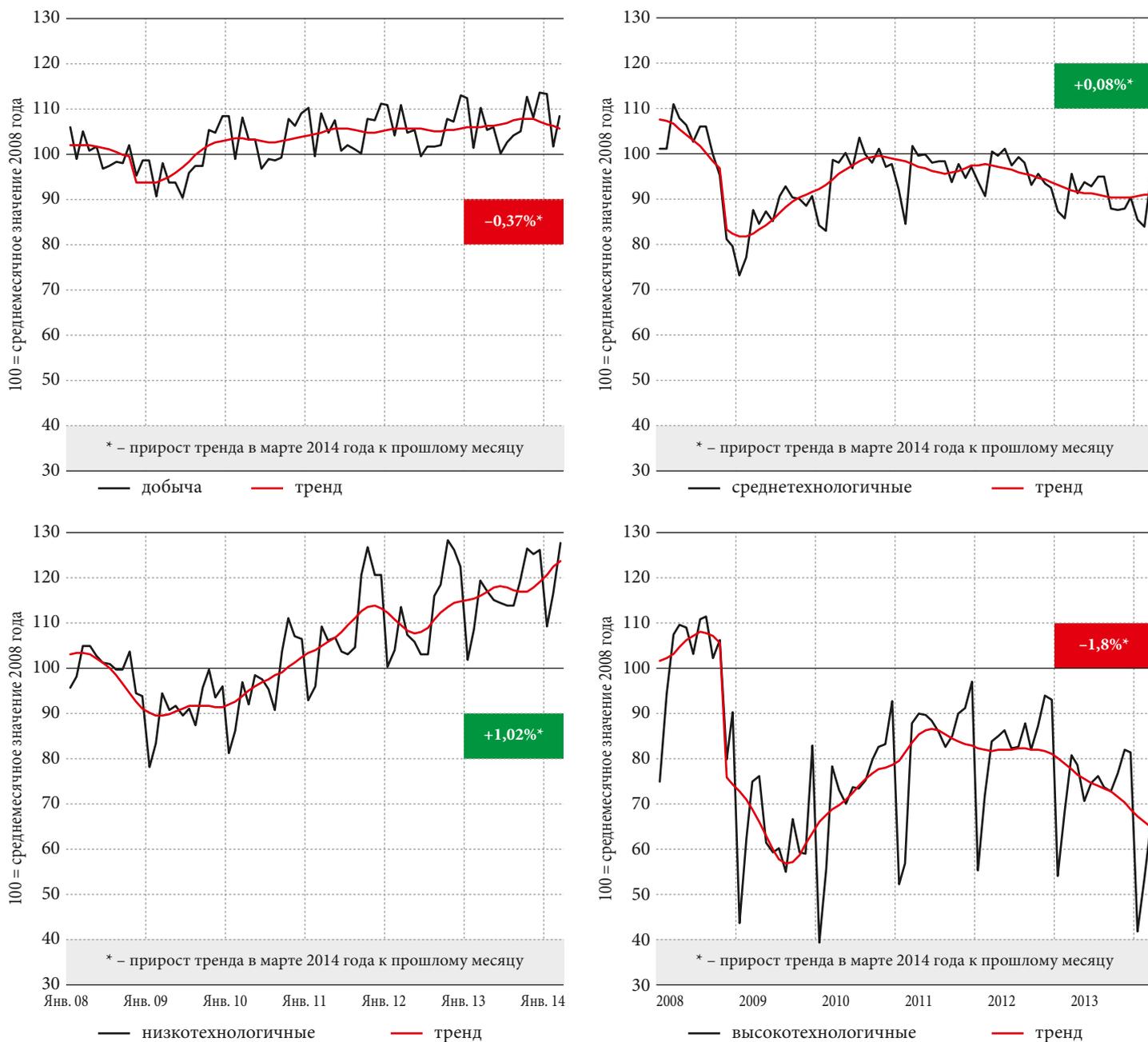


Рис. 3. Динамика индекса ИПЕМ-спрос по секторам в 2008-2014 годах (тренд со снятием сезонности)

Основные тенденции: ТЭК

Ключевым фактором, определяющим результаты промышленных индексов в России, традиционно является топливно-энергетический комплекс (рис. 4).

Общей для всех добывающих отраслей в I квартале 2014 года стала нисходящая дина-

мика индексов. И если для нефтяной отрасли темпы роста просто снизились (с 1,6% в январе до 1,2% в феврале и 0,9% в марте), то показатели добычи газа к концу I квартала ушли в заметный минус. Так, добыча газа продемонстрировала сопоставимые с прошлогодними

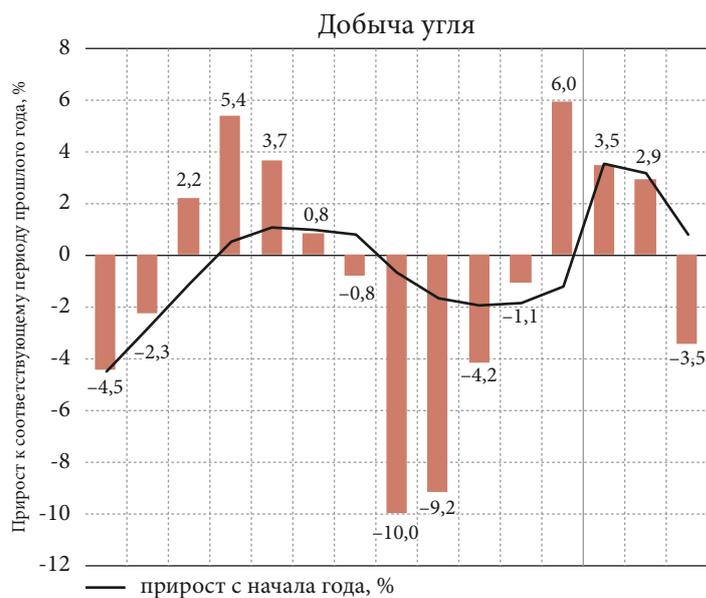
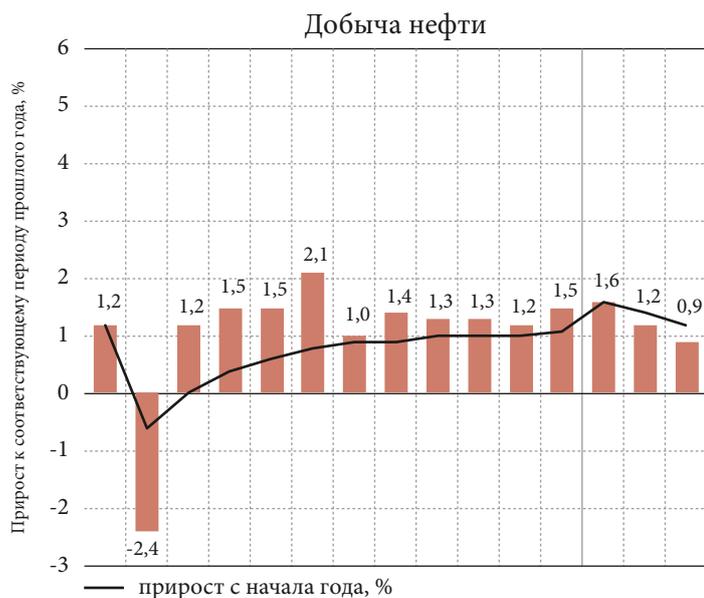


Рис. 4. Результаты работы ТЭК России в 2013-2014 годах
Источник: Минэнерго РФ, ОАО «Системный Оператор ЕЭС»

результаты в начале года, но уже в феврале рост прекратился, а в марте добыча упала сразу на 6%. Производство угля росло в январе и феврале, однако в марте падение составило 3,5%. Долгосрочные оценки преждевременны, но очевидно, что слабые результаты добывающих отраслей в марте непосредственно связаны с экономическими последствиями геополитических процессов на Украине.

В целом добыча нефти по итогам I квартала 2014 года выросла на 1,2%. Перспективы

роста нефтяной отрасли в России связаны с возможным ростом поставок в Республику Крым (объем потребления составляет более 0,5% от всего объема производства в России). Определенным фактором риска является рост рублевой выручки у компаний-экспортеров за счет ослабления курса рубля к основным валютам (рубль к доллару с начала 2014 года потерял 9,3%, к евро – 8,9%).

Добыча газа по итогам I квартала 2014 года упала на 1,8%, его внутреннее потребление

сократилось на 3,1%. Крупнейший российский производитель газа – ОАО «Газпром» – сократил производство на 3,4%. Упала и его доля в общей добыче газа – с 73,6% в I квартале 2013 года до 72,5% в I квартале 2014 года. Снижение спроса на газ связано в том числе с более высокой температурой наружного воздуха в первые три месяца 2014 года. Среди существенных факторов, оказывающих давление на спрос, являются принятый курс ЕС на снижение зависимости от российского газа и снижение платежеспособного спроса со стороны Украины. Несмотря на это, экспорт газа из России в январе-марте 2014 года вырос на 2,5%. 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 активизация переговоров с Китаем о поставках газа (долгосрочная перспектива). Средняя цена российского газа на границе с Германией снизилась на 5% с 300,33 евро/тыс. м³ в I квар-

тале 2013 года до 285,45 евро/тыс. м³ в I квартале 2014 года.

На внешнем рынке средние цены на энергетический уголь в I квартале 2014 года (FOB Newcastle/Port Kembla) продемонстрировали снижение на 17% к аналогичному периоду прошлого года, при этом ряд стран – прежде всего в АТР – продолжают активно наращивать долю угля в своем энергобалансе. На этом фоне российские производители продолжают увеличивать добычу угля по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (+0,8%). Рост происходит в основном за счет экспорта (+17,3%).

Важнейшим фактором при анализе среднеквартальных значений электропотребления в I квартале 2014 года является среднемесячная температура. На протяжении целого квартала дельта среднемесячных температур оказалась выше не только климатической нормы на 0,9 °С, но и на 1,6 °С выше уровня первого квартала прошлого года. В итоге электропотребление снизилось на 1,7% к первому кварталу прошлого года.

Факторы и перспективы развития: цветная металлургия и автопром

Погрузка цветных металлов на сети железных дорог за январь-март 2014 года упала на 10,5%, однако в марте темпы падения замедлились (-2% к марту 2013 года). Несмотря на сохранение низких мировых цен на алюминий (за январь-март 2014 в среднем около 1 709,32 долл./т, что на 14,6% ниже аналогичного периода прошлого года), поддержку отрасли могут оказать сохранение правил складирования на LME и снижение давления базовых издержек (электроэнергия) на алюминиевые предприятия за счет:

- изменения ряда правил ОРЭМ (вывод части мощности ГЭС с ОРЭМ (Братская ГЭС), либерализация мощности ГЭС);
- корректировки правил конкурентного отбора мощности (особенно в части получения статуса вынужденного генератора);
- снижения стоимости электроэнергии на 25-35% за счет отмены договоров «последней мили» в Красноярском крае, Иркутской области и многих других регионах России.

Продажи новых легковых автомобилей в России в январе-марте 2014 года снизились на 2%, и на этом фоне был приостановлен экспорт автомобилей АвтоВАЗа на Украину. Экспорт АвтоВАЗа на Украину составлял в разные годы от 0,4% до 1% от общего выпуска автомобилей в России. На фоне потери части рынка для некоторых автомобильных предприятий расходы на электроэнергию могут, напротив, вырасти, но не за счет роста цен, а за счет изменения правил оплаты: вероятна отмена одноставочного тарифа на передачу электроэнергии для предприятий, подключенных напрямую к электростанциям, и переход на раздельную оплату мощности и электроэнергии (рост затрат на электроэнергию до 25-30% в зависимости от региона). Скорее негативным фактором в долгосрочной перспективе остается возможное ослабление требований по локализации, что приведет к замедлению роста в производстве автокомпонентов. §

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

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

Организатор



Генеральный информационный
партнер:

ТЕХНИКА[®]
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Поддержка



Анализ технических решений по повышению устойчивости рельсовых опор бесстыкового пути



Г. Г. Лосев,
член секции новаторов НП «Кировский ЦНТИ-РИИЦ»

Использование бесстыкового пути с каждым годом продолжает расширяться. В его конструкции применяются железобетонные шпалы. В России первые подобные опытные рельсовые опоры не из дерева или металла были изготовлены в 1903 году. Для облегчения их веса и возможности крепления они имели сквозное цилиндрическое отверстие. На протяжении нескольких десятилетий эта конструкция претерпела существенные изменения, но результаты использования неизменно оказывались неудовлетворительными из-за низкой надежности и долговечности.

Применение метода предварительного напряжения бетона при изготовлении рельсовых опор обеспечило принципиальное улучшение качества. Надежность и долговечность значительно возросли. Массовая укладка отечественных железобетонных шпал началась в 1959 году. Многолетний опыт эксплуатации рельсовых опор брускового типа с предварительно напряженной проволочной арматурой показал их бесспорные преимущества перед деревянными. Железобетонные шпалы имеют переменное поперечное сечение с относительно малой жесткостью в средней части по сравнению с подрельсовыми участками. Это позволяет уменьшить изгибающие моменты в центральной зоне шпал, которая испытывает максимальные нагрузки. В 50-е годы прошлого века для исключения наиболее опасного из вариантов контакта с щебнем, а именно опирания на него шпалы своей средней частью, на этом участке рельсовой опоры специально сделали выемку глубиной 10 мм. Высота центральной зоны была уменьшена со 145 мм до 135 мм. Создание зазора между средней зоной подошвы рельсовой опоры и щебнем уменьшило напряжения конструкции. Для снижения давления на балласт ширина подошвы шпал у торцов была увеличена до 305 мм. В средней же части этот размер меньше и равен 255 мм. Максимальная высо-

та в подрельсовой зоне существенно выше, чем в центре шпалы, и составляет 229 мм. Эти изменения конструкции позволили сделать рельсовую опору высоконадежной и обеспечивающей работоспособность между капитальными ремонтами пути. В дальнейшем габариты железобетонных шпал претерпели очень незначительные изменения.

Важной функцией рельсовых опор является способность оказывать сопротивление силам, вызывающим отклонение пути от проектного положения. То есть шпала должна хорошо фиксироваться в балласте и обладать значительным усилием сдвига. В противном случае есть опасность угона и выброса рельсошпальной решетки. Актуальность этих проблем резко возросла после перехода на бесстыковую конструкцию пути.

Имеются важные особенности в поведении рельсовой плети при повышении температуры. Возникающие в ней продольные силы могут достигать 160 тс. С учетом того, что шпальная решетка содержит два рельса, общее значение усилий возрастает до 320 тс. Кроме того, к продольным сжимающим рельсы температурным силам может добавиться усилие от экстренного торможения поезда величиной до 70 тс и боковая сила от колесных пар, достигающая на прямых участках пути значений 6 тс, а в кривых – 16 тс. Их действие опасно для устойчивости бесстыкового

железнодорожного пути. Для нейтрализации температурных сил необходима надежная фиксация шпал в верхнем слое балластной призмы.

Для обеспечения устойчивости бесстыковой конструкции пути нужно значительно повысить усилие сдвига существующих железобетонных шпал.

Для решения проблемы устойчивости рельсошпальной решетки можно отказаться от применения щебеночного балласта и перейти к пути на сплошном основании. Но это крайне дорогая конструкция, которая может быть востребована и применена только в редких и обоснованных случаях.

По мере возрастания осевых нагрузок, скоростей и грузонапряженности движения на зарубежных железных дорогах внедряются железобетонные шпалы с упругой подошвой, широкие и рамные. Самые перспективные из них – рамные, так как они наиболее эффективны для уменьшения вероятности угона и выброса пути. Рамная шпала состоит из двух обычных железобетонных шпал и двух продольных балок – лежней. На каждой сдвоенной шпале четыре комплекта рельсовых креплений. Такая конструкция повышает жесткость пути в горизонтальной плоскости, его стабильность в плане и устойчивость против выброса. Но существенное удорожание и значительное усложнение технологического процесса выправки пути, необходимость создания выправочных машин нового типа для подбивки лежневых шпал не позволит в ближайшее время рассчитывать на широкое применение рельсовых опор рамной конструкции.

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации железобетонных шпал показывает, что повысить их сопротивление сдвигу в балласте верхнего строения пути можно изменением массы, формы, конструкции. Для этого увеличивали их вес, устраивали сбоку выступы, делали рифления на глубину 10 мм на подошве, повышали шероховатость нижней поверхности, устанавливали металлические фартуки и наголовники на торцах, увеличивали по ширине подрельсовую часть шпал и заужали ее середину. Эффективность этих мер была невысокой. Увеличение сопротивления сдвига в балласте составляло 15-25%.

«Омоноличивание» щебня, приводящее к «склеиванию» щебенки в призме, позволяет поднять эффективность на 50-70%. Но значительное удорожание, вызванное первоначальными затратами при обработке верхней поверхности пути и необходимость ее повторять после каждого ремонта выправочными машинами, которые своими подбивочными органами нарушают целостность покрытия, делает реализацию этого метода чрезмерно затратной.

Из конструктивных решений последних лет, направленных на усиление фиксации шпалы в балласте, выделяются следующие:

- а) применение стержневой арматуры вместо проволочной;
- б) создание выступа в средней части подошвы шпалы;
- в) создание многочисленных зубьев на нижней поверхности шпалы;
- г) создание выступа в подрельсовой зоне шпалы.

Проанализируем возможности этих четырех изменений конструкции рельсовых опор.

Применение стержневой арматуры позволяет значительно уменьшить площадь поперечного сечения средней части шпалы, так как проволочная арматура, состоящая из нескольких десятков струн, требует для размещения большого объема. Уменьшение ширины средней зоны шпалы открывает возможность расширения ее торцевой части. Такое изменение конструкции положительно влияет на усилие сдвига. Ширина торцевой части опытной рельсовой опоры со стержневой арматурой на длине 780 мм была увеличена на 20 мм и достигла 320 мм. Эти изменения привели к определенному положительному эффекту. Но усилие сдвига по подошве шпалы по-прежнему определяется силами трения о щебень.

Найдем его значение с учетом коэффициента сцепления железобетонной шпалы в щебеночном балласте μ . В [1] дано значение $\mu = 1,2$. Массу рельсовой опоры примем $P_1 = 275$ кг. Вес двух отрезков рельсов Р65 длиной 0,54 м, что соответствует стандартной для прямого пути эюре 1840 шпал/км, составит $P_2 = 70,6$ кгс. Тогда усилие F_1 сдвига по подошве шпалы равно: $F_1 = \mu \times (P_1 + P_2) = 1,2 \times 345,6 = 414,72$ кгс. Известно, что F_1 со-

ставляет 50-60% от общего сопротивления F_2 перемещению в балласте рельсовой опоры. Следовательно, расчетное значение усилия сдвига шпалы F_2 составит 690-830 кгс.

Другое предлагаемое изменение конструкции железобетонной шпалы, а именно введение в средней части ее нижней поверхности выступа высотой 28 мм и длиной примерно 700 мм, позволяет увеличить сопротивление сдвигу шпалы. Сделаем оценку эффективности этого технического решения. Если принять, что верх середины рельсовой опоры полностью засыпан щебнем, то величина ее заглубления составит 150 мм. Очевидно, что создание выступа увеличивает площадь поперечного сечения тела шпалы. Следовательно, к усилию сдвига балласта торцом рельсовой опоры необходимо добавить и усилие сдвига балласта за счет выступа. Его значение при равных значениях ширины со шпалой определяется отношением высоты выступа к стандартной величине заглубления рельсовой опоры в балласт. Таким образом, ожидаемое увеличение усилия поперечному сдвигу пути шпалой с выступом 28 мм и заглублении рельсовой опоры в балласт на 150 мм составит: $(28 / 150) \times 100 = 18,7\%$.

В книге [1] приведена формула по определению усилия сдвига P_c рельсошпальной решетки. В соответствии с ней P_c увеличивается в квадратичной зависимости от величины заглубления. Приняв это обстоятельство, в конечном итоге получим, что для шпалы, заглубленной на 150 мм и с выступом в средней части 28 мм, увеличение усилия поперечному сдвигу может составить 40%. Наличие выступа средней части рельсовой опоры требует при укладке рельсошпальной решетки на балластную призму верхнего строения пути создания ответного углубления, соответствующего по размерам высоте и длине выступа.

Сделать это на щебне фракции 25-60 мм, зерна которого по габаритам значительно превышают нужную величину углубления в 28 мм на поверхности балластной призмы, а тем более и на криволинейном участке пути, крайне затруднительно. Это приведет и к удорожанию строительства балластной призмы. Кроме того, наличие выступа предопределя-

ет нежелательное и способствующее появлению дефектов опирания шпалы на щебень своей средней частью. Это означает существенное увеличение растягивающих напряжений, повышение вероятности появления трещин в верхней части центральной зоны рельсовой опоры и приведет к снижению ее долговечности, надежности, потребует значительного усиления, удорожания арматуры, воспринимающей увеличившиеся изгибающие моменты.

Перспективным направлением по значительному увеличению усилия сдвига является создание многочисленных выступов на нижней поверхности шпалы за счет вбетонирования в нее крупных зерен щебня, которые превращают стандартную рельсовую опору в так называемую «зубатую» шпалу [2]. В ней значение усилия сдвига по подошве определяется в основном не силой трения, а усилием, необходимым для «прорезания» зубьями верхнего слоя балластной призмы, утрамбованного до прочности асфальта. Зубья могут иметь коническую форму высотой 25-100 мм, диаметр основания 25-60 мм и располагаться в основном на подошве рельсовой опоры, например в шахматном порядке.

С технологической точки зрения наиболее рационально получение зубьев методом твердения бетона непосредственно при изготовлении шпалы [3, 4]. Реализация этого решения не представляет значительных технических трудностей.

Можно использовать предлагаемое изменение конструкции не только при изготовлении новых изделий, но и для модернизации шпал, бывших в употреблении. Конструкция доработанной и модернизированной старогодной рельсовой опоры, снабженной зубатыми выступами, показана на рисунках 1-2.

Сделаем оценочный расчет увеличения усилия сдвига в балласте «зубатой» шпалы. Известно, что несущая способность уплотненного действием поездной нагрузки щебня верхнего слоя балластной призмы составляет приблизительно $15 \text{ кг/см}^2 - 25 \text{ кг/см}^2$. Площадь продольного сечения зубьев шпалы, изображенной на рисунках 1-2, составляет около 800 см^2 . В этом случае усилие фиксации рельсовой опоры в уплотненном балласте увеличится по крайней мере с обычных 600-

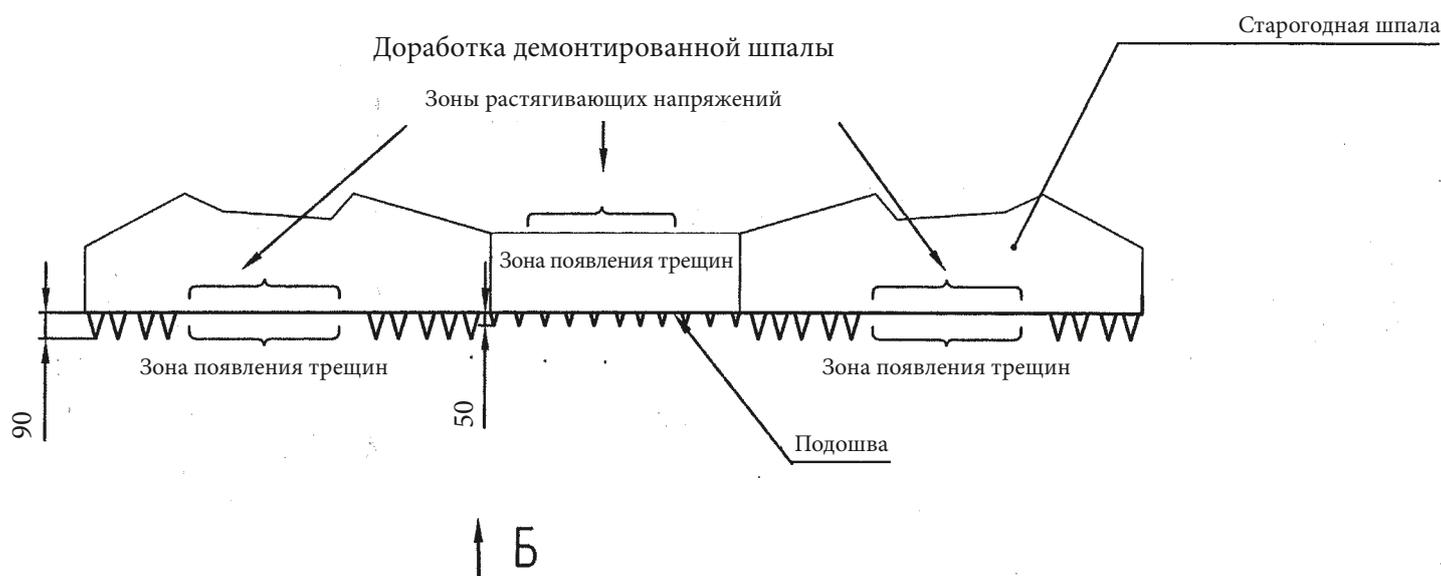


Рис. 1. Передний вид «зубатой» шпалы

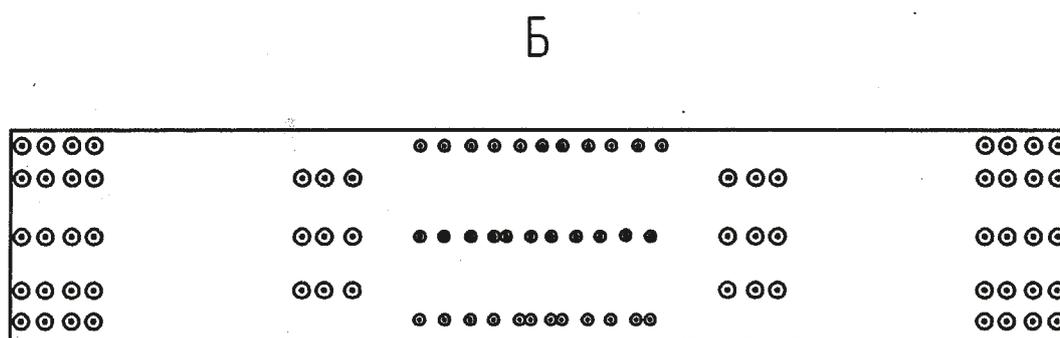


Рис. 2. Вид на подошву «зубатой» шпалы

800 кгс до $F = 15 \times 800 = 12\,000$ кгс и превысит аналогичный показатель стандартной шпалы в 10-15 раз.

Такое значительное повышение сопротивления перемещению шпалы в верхнем слое балластной призмы объясняется тем, что вновь сформированные шипы выполняют ту же функцию, что и корни дерева или зубья борозны.

Из научных исследований известно, что при проходе состава непосредственно перед локомотивом между тележками каждого вагона и за последней колесной парой поезда появляются участки обратного прогиба рельсошпальной решетки. Часть рельсовых опор немного приподнимается, подо-

швы теряют контакт с балластом и шпала перестает давить вниз. Трение по нижней поверхности исчезает, и усилие сдвига резко падает. Количество рельсовых опор с ослабленной на 50% фиксацией в балластной призме составляет около половины всех шпал, расположенных под поездом. Возникающее при движении состава снижение устойчивости пути способствует наступлению выброса.

Большим достоинством «зубатой» шпалы является отсутствие потери контакта с щебнем на участках обратного прогиба и сохранение неизменным фиксирующей способности всеми рельсовыми опорами при проходе поезда.



Рис. 3. Расположение впадин и уплотненных зон балласта под подошвой шпалы

Еще одно конструктивно простое и оригинальное техническое решение заключается в том, что каждая подрельсовая зона подошвы шпалы имеет выступ, на котором могут быть размещены и зубцы. Это позволяет существенно повысить усилие сдвига. Кроме того, исключаются или значительно уменьшаются растягивающие кромочные напряжения по верху средней части и по подошве в подрельсовой зоне, значительно повышаются надежность и долговечность шпалы.

На рисунке 3 показан продольный разрез по стандартной рельсовой опоре, включая и верхнюю часть балластной призмы. Показано расположение впадин Б1...Б3 со слабоуплотненным щебнем и плотных бугров А1...А4, оставшихся после работы подбоек путевых машин. Рассмотрим этот процесс при работе путевых машин, например типа ВПР и Dromatic, имеющих подбивочные блоки с вертикально расположенными подбойками. При рабочем цикле лопатки подбоек опускаются в щебень под нижнюю поверхность шпалы и, двигаясь к рельсовой опоре, начинают обжимать балласт. Очевидно, что перемещение и уплотнение щебенки происходит только в участках, прилегающих к подрельсовой зоне подошвы. Середина шпалы остается не подбитой. Это и нужно. Иначе произойдет опасное опирание шпалы на балласт центральной частью, возникнет максимальный изгибающий момент, и тогда не избежать

появления трещин в верхней средней части рельсовой опоры. В этом случае наибольшие напряжения возникают потому, что плечо L действия сил P_1 и P_2 от колесной пары поезда получается максимально возможным и приблизительно равным $L = 0,8$ м. L – расстояние от продольной оси железнодорожного пути до середины головки рельса. Суммарное значение $P_1 + P_2 = P$ определяется допустимой статической нагрузкой на колесную пару, динамической составляющей от веса вагона, волнообразным износом рельсов, ударным действием ползунов колесных пар, влиянием рельсовых стыков и составляет около 40 тс. Огромное усилие и максимально возможное плечо его действия предопределяет появление опасных напряжений в конструкции железобетонной шпалы при ее упоре в балласт своей средней частью.

Необходимо отметить, что и подрельсовая зона шпалы в своей средней части, а именно по подошве, также испытывает растягивающие напряжения. Объясняется это тем, что лопатки подбоек путевых машин конструктивно не заходят внутрь подрельсовой зоны, а могут располагаться только справа и слева от нее. Из-за этого при подъёмке пути и обжиме балласта рабочими органами подбивочного блока щебенки перемещаются из шпального ящика под подошву рельсовой опоры только в зоне расположения лопаток подбоек, то есть с торца до подрельсовой зоны и между

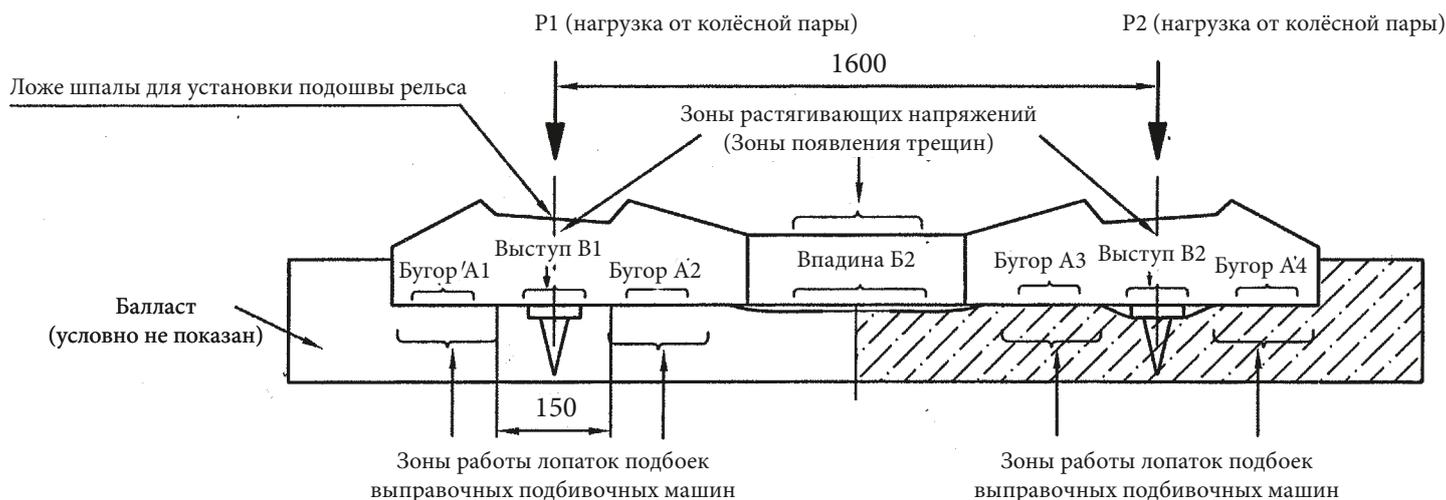


Рис. 4. Шпала с зубатыми выступами в подрельсовых зонах

подрельсовой зоной и средней частью шпалы. Следствием указанных факторов является то, что рельсовая опора фактически опирается на четыре бугра А1...А4 плотно подбитого щебня. В подрельсовых же зонах, под средней частью шпалы, образуются впадины В1...В3, где балласта недостаточно и он слабоуплотнен.

Причем углубления В1 и В3 расположены симметрично относительно действия сил Р1 и Р2. Очевидно, что нагрузка на шпалу от колесных пар величиной до 40 тс будет изгибать рельсовую опору вниз в зону впадин В1 и В3. Именно в них вначале и образуются растягивающие напряжения. При проходе вагонов под действием поездной нагрузки бугры сминаются, рельсошпальная решетка осаживается и глубина впадин уменьшается. Именно поэтому с течением времени впадина В2 постепенно заполняется щебенками и шпала начинает опираться своей серединой на балласт. Возникающий изгибающий момент достигает максимального значения.

На рисунке 4 показан продольный разрез новой шпалы, включая и верхнюю часть балластной призмы. Показано расположение впадины В2 со слабоуплотненным щебнем и бугров А1...А4 с хорошо подбитым рабочими органами путевых машин балластом.

Для исключения опасных напряжений в подрельсовой зоне и в средней части шпалы предназначены выступы В1, В2. Размещение их на подошве является отличительным признаком нового изделия. Благодаря выступам незатекание, непопадание щебенки в под-

рельсовые зоны при подбивке пути не приводит к появлению изгибающих моментов. Объясняется это тем, что шпала опирается на балласт выступами В1 и В2, а впадины В1 и В3 исчезли, самоликвидировались. В1 и В2 расположены по центру подрельсовых зон и, следовательно, соосно с направлением действия сил Р1 и Р2. Так как плечо действия сил Р1 и Р2 становится равным нулю, то и изгибающие моменты в подрельсовых зонах исчезают. В свою очередь, подьемка пути при выправке приводит к появлению зазора В2 между балластом и подошвой средней части шпалы. Очевидно, что наличие В2 означает отсутствие изгибающего момента по верхней поверхности центральной части рельсовой опоры.

Таким образом, введение выступов В1 и В2 на подошве, симметрично и соосно расположенных относительно оси действия сил Р1 и Р2, позволяет теоретически полностью исключить появление опасных напряжений в любой зоне шпалы новой конструкции. На рисунке 4 показано, что рельсовая опора лежит на четырех буграх А1...А4. Просадки стандартных шпал происходят под действием нагрузки от колесных пар поезда из-за сминания А1...А4 и расползания щебенки в подрельсовую зону, где балласт отсутствует или не уплотнен. В рельсовых опорах новой конструкции выравнивание и уменьшение высоты бугров А1...А4 затруднено наличием выступов В1 и В2. Следовательно, достоинством «зубатой» шпалы с выступами в подрельсо-

вых зонах является повышение качества подбивки балласта и стабильности проектного положения железнодорожного пути.

Можно использовать техническое решение по размещению на подошве выступов В1 и В2 не только при изготовлении новых рельсовых опор, но и для модернизации шпал, бывших в употреблении. В последнем варианте дополнительным преимуществом является самозалечивание мелких трещин в теле старогодней шпалы при заливке ее нижней поверхности высокопрочным бетоном для создания выступов. Модернизация не только увеличит в несколько раз усилие сдвига бывшей в эксплуатации рельсовой опоры, но и позволит использовать ее на главных железнодорожных путях.

На практике рационально выбрать выступ по ширине, примерно равный размеру подошвы наиболее применяемого рельса Р65, то есть 150 мм. Длину выступа лучше выполнить равной ширине стандартной шпалы, то есть 300 мм. Высоту принять равной средней величине подъёмки при текущем содержании пути, то есть 50 мм. Зубцы предпочтительно размещать на нижней поверхности выступа. В этом варианте облегчается заглубление шпалы в балласт при ее первоначальной укладке в путь и при установке в проектное положение во время работы путевой выправочно-подбивочной машины.

Целесообразно использовать предлагаемое техническое решение совместно с изобретением [5], которое предполагает принудительное осаживание пути вертикальной силой 35-100 тс во время рабочего цикла выправки. Это позволит полностью вдавить выступы на подошве шпалы в балласт верхнего строения железнодорожного пути, исключить появление впадин В1, В3 и гарантированно обеспечить такое дополнительное уплотнение щебня, которое способно выдержать максимальную поездную нагрузку.

Проектное положение рельсов сохраняет теоретически неизменным вне зависимости от пропущенного тоннажа. Объясняется это тем, что щебень при выправке путевой машиной, работающей по принципу [5], сжат под выступом и под подошвой шпалы с такой силой, что способен без просадки воспринимать максимально возможную нагрузку от колесной пары поезда, равную 40 тс. Это

означает достижение идеального качества уплотнения балласта железнодорожного пути. Надо отметить, что достижение этого эффекта происходит по [5] без снижения производительности путевой машины при работе ее в штатном режиме. Таким образом, отпадает необходимость использования динамического стабилизатора пути (ДСП), повышается производительность труда.

Известно, что ДСП обеспечивает уплотнение балласта всего на 20-30% от требуемого. Этого недостаточно для высокого качества подбивки. Кроме того, ухудшается точность установки рельсов в проектное положение, достигнутое перед этим работой выправочно-подбивочно-рихтовочной машины.

Научные исследования показали, что некоторое повышение стабилизации балласта при работе ДСП объясняется повышением площади опирания шпалы, так как при ее вибрации происходит разравнивание бугров А1... А4. Дополнительного же уплотнения и сжатия щебенки верхнего строения пути практически не происходит.

Применение выступов в подрельсовой зоне, так же как и в «зубатом» аналоге, позволяет значительно увеличить усилие фиксации шпал в балластной призме, оказать эффективное противодействие сжимающим температурным силам, исключить возможность выброса и угона пути, организовать безаварийное движение поездов на высокоскоростных магистралях, повторно использовать старогодней шпалы после их доработки не только на малодеятельных, но и на главных железнодорожных путях.

Список использованной литературы

1. Новые путевые машины / Под редакцией Ю. П. Сырейщикова. – М. : Транспорт, 1984. – 192 с.
2. Патент RU 2422575 «Шпала».
3. Патент RU 2499860 «Шпала».
4. Патент RU 2504610 «Железобетонная шпала».
5. Патент RU 2378444 «Способ подбивки и стабилизации рельсового пути, шпалоподбивочная машина для его осуществления». 

Оценка динамического воздействия подвижного состава на объекты железнодорожной инфраструктуры

В. А. Явна,

д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Физика» РГУПС

А. А. Кругликов,

к.т.н., ассистент кафедры «Путь и путевое хозяйство» РГУПС

З. Б. Хакиев,

к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика» РГУПС

В. Л. Шаповалов,

к.т.н., доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» РГУПС

М. В. Окост,

к.т.н., доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» РГУПС

А. В. Морозов,

к.т.н., доцент кафедры «Физика» РГУПС

Современные условия эксплуатации железных дорог характеризуются ростом воздействия подвижного состава на путь, что связано с повышением грузонапряженности железнодорожных линий и скоростей движения подвижного состава, а также увеличением массы и длины поездов [1, 2]. Очевидно, что данные факторы оказывают отрицательное влияние на состояние объектов железнодорожной инфраструктуры и приводят к деформациям земляного полотна. В связи с этим весьма актуальной задачей является своевременное выявление деформирующихся участков пути, а также разработка методов учета динамического воздействия подвижного состава на стабильность пути и всех его элементов, включая насыпи.

Традиционно при расчете коэффициента устойчивости насыпи динамические нагрузки эффективно учитываются путем увеличения статических нагрузок. В статическую расчетную схему включается некоторая приведенная внешняя нагрузка [3]. Такой подход хорошо зарекомендовал себя за многие годы эксплуатации искусственных сооружений. Вместе с тем рост скоростей движения и нагрузок на конструкцию пути, наметившийся в последние годы, требует более детального изучения взаимодействия подвижного состава и железнодорожного пути.

Новизна данной работы заключается в разработке метода анализа состояний и определения устойчивости земляного полотна при динамическом воздействии подвижного состава с учетом влажности грунтов насыпи.

Экспериментальные исследования выполнены на высокой насыпи, расположенной на 46 км ПК 7-9 участка Лихая – Морозовская Северо-Кавказской железной дороги.

Исследование влияния динамического воздействия подвижного состава на состояние насыпи осуществлено виброакустическим методом, который широко применяется для решения задач профилирования грунтовых слоев, поиска и оконтуривания деформаций,

переувлажненных и разуплотненных областей земляного полотна [4-6]. Кроме этого, данный метод позволяет оценивать влияние динамической нагрузки, возникающей в момент прохождения подвижного состава [7, 8].

В работе оценка динамического воздействия подвижного состава на высокую насыпь выполнена решением плоской динамической задачи.

Для учета влияния упруго-диссипативных свойств насыпи при решении поставленной задачи использовано приближение Релея [9]. Кроме того, сделано предположение о том, что воздействие подвижного состава на насыпь можно представить в виде суммы статической и динамической нагрузок:

$$P = P_{ст} + kP_{дин}(v) \quad (1)$$

где $P_{ст}$ – статическая нагрузка, принятая равной 90 кПа;

k – нормировочный множитель, определяемый в процессе расчетов;

$P_{дин}(v)$ – динамическая нагрузка, нормированная на единицу в точке абсолютного экстремума;

v – частота колебаний.

Форма динамической нагрузки подбиралась из лучшего согласия средневзвешенных частот теоретического и экспериментального спектров виброскоростей:

$$v_{cp} = \frac{\int vA(v)dv}{\int A(v)dv} \quad (2)$$

Для расчета нормировочного множителя его величина изменялась так, чтобы совпали средние значения модулей экспериментальной и теоретической виброскоростей в некоторой точке на поверхности насыпи, выбранной при проведении эксперимента:

$$|V|_{cp} = \frac{\int t \cdot |V(t)| dt}{\Delta t} \quad (3)$$

где Δt – время прохождения локомотива грузового поезда в непосредственной близости от датчика виброскорости.

Результаты расчетов приведены на рисунке 1. Они позволяют определить динамическую нагрузку в точках абсолютного экстремума при влажности 29% и 17% соответственно величинами 230 кПа и 190 кПа. Полученное значение динамической составляющей нагрузки $kP_{дин}(v)$ более чем в 2 раза превышает статическую часть $P_{ст}$, что, в свою очередь, качественно согласуется с результатами натурных измерений, представленными в [10].

В рамках работы сравнение динамических нагрузок с нормативными данными ограниче-

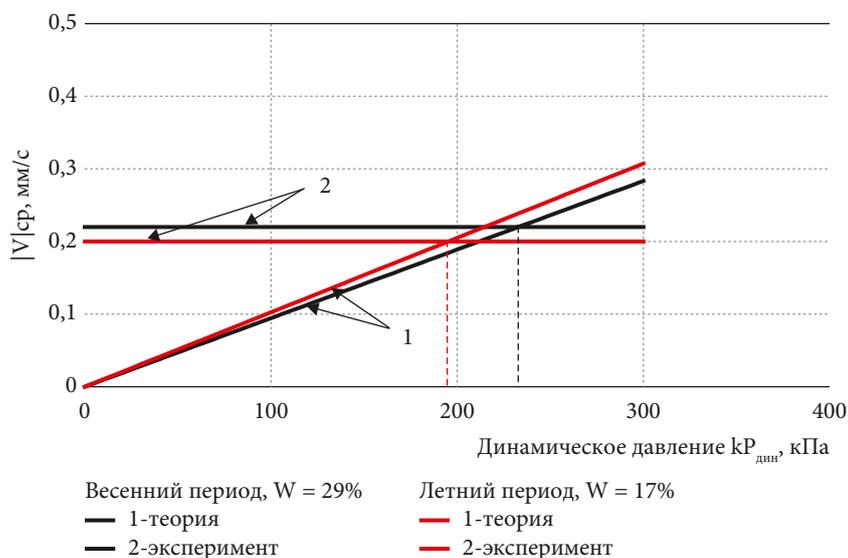


Рис. 1. Сравнение средних значений модулей экспериментальных и теоретических виброскоростей

но случаем определения коэффициента устойчивости с учетом скольжения только откосной части насыпи. Расчет мод собственных колебаний насыпи позволил предположить, что на устойчивое положение откосной части насыпи основное влияние оказывает область спектра виброскоростей с частотой меньше 10 Гц. Максимальная пиковая интенсивность спектра виброскоростей в этом диапазоне частот при влажности 29% примерно в два раза меньше, чем в точке абсолютного экстремума пикового значения и достигает значения $kP_{дин}(8Гц) = 130$ кПа. Оценка результатов исследований в засушливый период времени (влажность – 17%) приводит к значению динамической нагрузки, равной $kP_{дин}(8Гц) = 40$ кПа.

Таким образом, величина полной нагрузки, определенная по формуле (1), для весеннего периода времени составляет $P = 220$ кПа (влажность – 29%), а для летнего периода времени – $P = 130$ кПа (влажность – 17%).

Величина нагрузки, определенная с учетом динамического воздействия и особенностей строения рассматриваемой насыпи, согласно нормативным данным [11, 12], составляет 159 кПа, что хорошо согласуется с результатами данной работы, полученными для летнего периода времени (влажность – 17%). Вместе с тем при высыхании грунтов основное динамическое воздействие смещается в диапазон частот $\nu > 15$ Гц, что повышает риск возникновения других видов деформаций земляного полотна.

Разработанная методика определения динамических нагрузок от подвижного состава по результатам измерения виброскоростей и компьютерного моделирования распространения виброколебаний в теле насыпи позволяет определять:

- коэффициент устойчивости откосной зоны насыпи с учетом состояния земляного полотна;
- динамические нагрузки на частотах, превышающих 10 Гц, для использования методик расчета устойчивости других элементов конструкции и взаимодействующих с ней искусственных сооружений.

Математические алгоритмы мониторинга высоких насыпей построены на измерениях физических параметров грунтов и кинематических величин, характеризующих воздействие подвижного состава. Эта информация позволяет определить прочностные и диссипативные свойства конструкции насыпи [13], прогнози-

ровать интегральные и спектральные динамические нагрузки от подвижного состава, а также рассчитывать коэффициент устойчивости насыпи в зависимости от вида ее деформации [14].

В случае когда коэффициент устойчивости приближается к нижней границе установленного диапазона [15, 16], в алгоритмах предусмотрена возможность понижения динамических нагрузок за счет уменьшения скорости движения поездов вплоть до их полной остановки.

Предполагается, что представленный в данной работе подход к определению динамических нагрузок от подвижного состава по результатам измерения виброскоростей и компьютерного моделирования распространения виброколебаний в теле насыпи будет положен в основу дальнейших научных исследований влияния динамического воздействия подвижного состава на устойчивость насыпей при различных состояниях грунта земляного полотна. Кроме этого, предложенный подход позволил разработать алгоритмы управления скоростью движения поездов, при которых коэффициент устойчивости насыпи всегда остается в допуске нормативными документами интервале.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №11-08-13140-офи-м-2011-РЖД).

Список использованной литературы

1. Сайт компании ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://rzd.ru/static/public/rzd?STRUCTURE_ID=5115, свободный. – Загл. с экрана.
2. Серебряников И.В. Об усилении земляного полотна / И.В. Серебряников // Путь и путевое хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 34–36.
3. Расчеты и проектирование железнодорожного пути : учебное пособие для студентов вузов ж.-д. трансп. / Под ред. В.В. Виноградова, А.М. Никонова, Т.Г. Яковлевой и др. – М. : Маршрут 2003. – 486 с.
4. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства геофизических исследований» [Текст]. – Введ. 2001-01-01. – М. : Госстрой России, 2000.
5. Мирсалихов З.Э. Особенности распространения колебаний в земляном полотне железнодорожного пути, сооружаемого из лессовидных грунтов в республике Узбекистан в условиях скоростного движения поездов // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 3.
6. Суворова Т.В. Математическое моделирование деформации основания железнодорожного пути при встречном движении поездов / Т.В. Суворова, О.А. Беляк, С.А. Усошин // Вестник РГУПС. – 2011. – № 4. – С. 155–161.
7. Грицык В.И. Вибродинамическая диагностика пути / В.И. Грицык, М.В. Окост // Путь и путевое хозяйство. – 2009. – № 1. – С. 25–27.
8. Коншин Г.Г. Вибрации грунта земляного полотна / Г.Г. Коншин, А.П. Шмаков // Путь и путевое хозяйство. – 2011. – № 11. – С. 31–35.
9. Леонтьев Н.В. Применение системы ANSYS к решению задач модального и гармонического анализа [Текст]: учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». – Нижний Новгород, 2006. – 101 с.
10. Технология, механизация и автоматизация путевых работ / Под ред. Э.В. Воробьева, К.Н. Дьякова, В.Г. Максимова. – М. : Транспорт, 1996. – 375 с.
11. СП 32-104-98 «Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм» [Текст]. – Введ. 1999-01-01. – М. : Госстрой России, 1999.
12. Методические рекомендации по прогнозированию надежной работы железнодорожных насыпей в условиях интенсивной эксплуатации пути. – М. : МИИТ, 1990.
13. Пахомов С.И. Прогноз изменения физико-механических свойств пылевато-глинистых грунтов при их обводнении / С.И. Пахомов, А.Н. Силантьев, Ю.С. Зборовская // Сборник научных трудов «Сев-КавГТУ». – Серия «Естественнонаучная». – 2008. – № 4. С. 58–63.
14. Инструкция по содержанию земляного полотна железнодорожного пути ЦП-544/МПС России. – М. : Транспорт, 1998. – 189 с.
15. Технологический регламент диагностики и режимных наблюдений объектов земляного полотна для постоянной эксплуатации. ОАО «РЖД», МИИТ. – М. : НИИТКД, 2007. – 92 с.
16. Предложения по расчету устойчивости откосов высоких насыпей и глубоких выемок [Текст]. – М. : СоюздорНИИ, 1966. – 83 с. 

Система технического регулирования в области железнодорожного транспорта России



В. А. Матюшин,
к.т.н., профессор, вице-президент НП «ОПЖТ»

С переходом экономики России на рыночные отношения и реформой системы управления железнодорожной отраслью возникла проблема обеспечения безопасности железнодорожных технических средств. Для сохранения требуемого уровня безопасности в эксплуатации необходимо было перейти на другую систему контроля поставляемого оборудования взамен упраздняемой административной системы.

Предыстория сертификации

Существующие международные правила торговых отношений допускают введение обязательных к продукции требований, исключительно касающихся параметров, обеспечивающих безопасность эксплуатации. Поэтому, учитывая мировой опыт реализации этих принципов, в России в 1993 году был принят закон «О сертификации отдельных видов продукции и услуг». К сожалению, этот закон при его введении не мог распространяться на продукцию, поставляемую железнодорожному транспорту (для остальных видов транспорта продукция подлежала сертификации), так как в это время отсутствовал законодательный акт о введении обязательной сертификации. Проводимая в это время приватизация промышленных предприятий, подключение к рынку предприятий, не поставляющих ранее продукцию железнодорожного назначения и не имеющих опыта обеспечения ее безопасности, а также расширение импорта создавали тенденцию снижения безопасности на железнодорожном транспорте. Поэтому требования о введении обязательной сертификации были включены в федеральный закон «О федеральном железнодорожном транспорте» (принят в 1995 году).

В этой обстановке руководство ОАО «ВНИИЖТ» обратилось к руководству Министерства путей сообщения (МПС РФ) с обоснованием необходимости развернуть

работу по созданию системы сертификации на железнодорожном транспорте. В соответствии с решением руководства министерства ОАО «ВНИИЖТ» в течение 1995-1997 годов были разработаны организационные и процедурные системные документы, а также нормы безопасности для подвижного состава, его основных компонентов и на элементы инфраструктуры.

В 1997 году основные документы системы были утверждены МПС РФ и первым заместителем председателя Госстандарта, и система сертификации на федеральном железнодорожном транспорте была зарегистрирована Министерством юстиции РФ как автономная система сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (ССФЖТ). В ноябре 1997 года Министр путей сообщения подписал указание о создании системы сертификации и комплексного органа – Регистратора сертификации на Федеральном железнодорожном транспорте (РСФЖТ). В период с февраля по сентябрь 1998 года был сформирован и в сентябре прошел процедуру аккредитации орган по сертификации с областью компетенции, охватывающей все виды железнодорожной техники.

В период с 1998 по 2003 год продолжался процесс формирования нормативных документов и, соответственно, расширялся пере-

чень продукции, подлежащей обязательной сертификации до уровня, обеспечивающего безопасную работу транспорта. В это же время шла аккредитация испытательных центров, совершенствовались методики испытаний, по мере необходимости увеличивался состав экспертов Регистра сертификации до уровня, обеспечивающего потребность проведения работ по заявкам предприятий в установленные сроки.

С принятием Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (далее – Закон № 184-ФЗ) все работы по развитию системы и совершенствованию нормативной базы были приостановлены, так как статьей закона, определяющей переходной период, отраслевым федеральным органам запрещалась разработка новых обязательных к исполнению нормативных документов и внесение изменений в действующие. Также полной неудачей закончились попытки разработки технических регламентов прямого действия как единственной формы, содержащейся

в тексте закона. Лишь в 2007 году после четырехлетнего застоя в развитии системы обязательной оценки соответствия благодаря внесенным в федеральный закон изменениям работы были возобновлены.

В это же время был утвержден план разработки технических регламентов «О безопасности железнодорожного подвижного состава», «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта», «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта». Было решено, что регламенты должны содержать только существенные функциональные требования безопасности, конкретные же нормы безопасности и методы контроля включаются в межгосударственные стандарты, перечень которых утверждается комиссией в установленном порядке.

Годом позже была начата разработка технических регламентов Евразийского экономического союза, а с решением о создании Таможенного союза доработка проектов этих документов проводилась в качестве технических регламентов Союза.

Органы оценки соответствия и их задачи

Соглашение о единых принципах и правилах технического регулирования в Беларуси, Казахстане и России, принятое 18 ноября 2010 года, устанавливало, что для стран Таможенного союза вводится единая форма сертификатов и деклараций, документы выдаются национальными органами оценки соответствия и принимаются всеми странами. Продукция маркируется единым знаком соответствия и допускается в обращение на пространстве стран Союза.

Органы оценки соответствия – органы сертификации и испытательные лаборатории стран Союза – проходят аккредитацию в национальных системах. Национальный орган по аккредитации вносит в единый реестр наиболее компетентные организации из числа аккредитованных и являющихся юридическими лицами этой страны. Эти организации наделяются правом проводить испытания в соответствии с утвержденными методиками, приведенными в ГОСТах,

и выдавать сертификаты единого образца на продукцию, указанную в их области аккредитации.

Контроль за работой органов оценки соответствия проводят национальные органы по аккредитации в соответствии с национальным законодательством.

Надзор на этапе эксплуатации продукции, на которую в странах Таможенного союза введена обязательная оценка соответствия, проводят также национальные органы, уполномоченные на проведение этой работы.

Технические регламенты в области железнодорожного транспорта в Российской Федерации утверждены в 2010 году, а в 2011 году – аналогичные по содержанию документы Таможенного союза за номерами 001, 002, 003 со сроком введения регламентов – 2 августа 2014 года. До этого времени необходимо было разработать стандарты и своды правил, создать новую систему аккредитации и провести аккредитацию органов соответствия и

испытательных центров, подготовить документы, определяющие процедуры проведения работ, определить переходный период и его положения, провести подготовку специалистов, участвующих в процессе оценки ответственности.

Наиболее сложной и трудоемкой из вышперечисленных задач является разработка нормативных документов, обеспечивающих введение технических регламентов, которую надо было провести в течение трех лет, причем минимальный срок разработки и утверждения стандартов – полтора года, а количество документов – более 300. Решение этой задачи требовало мобилизации всех сил и средств. Единственной на пространстве стран Таможенного союза организацией, име-

ющей потенциальные возможности решить эту проблему, является ОАО «РЖД», поэтому руководство компании приняло решение возглавить процесс подготовки стандартов, взяв на себя основную нагрузку – более 75% документов. Позже к работе подключились организации Беларуси и Казахстана (6%), НП «ОПЖТ» (15%) и дирекция Совета по железнодорожному транспорту (4%).

Всего должно быть разработано 302 документа, из которых 16 – своды правил, 226 – стандарты, содержащие требования безопасности и 60, содержащие методы контроля. К маю утверждены или находятся на этой стадии 80% документов. Разработку остальных планируется завершить до введения регламентов 2 августа.

Порядок введения технических регламентов

В эти же годы проводились реформы систем аккредитации в странах Таможенного союза. В России с 2011 года действует единый национальный орган по аккредитации – Федеральная служба по аккредитации (Росаккредитация) – соответственно, в 2012 году прекратили существование автономные системы сертификации, проводившие аккредитацию органов оценки ответственности. В том числе прекратила работу и система сертификации на федеральном железнодорожном транспорте.

С июля этого года вступит в силу Федеральный закон «Об аккредитации в национальной системе аккредитации». Законом предусмотрен единый порядок осуществления аккредитации, определены права и обязанности участников, статус экспертов по аккредитации и технических экспертов, экспертных организаций, вводится инспекционный контроль за аккредитованными организациями. При Росаккредитации до конца года должна быть создана комиссия по апелляциям.

В национальной системе аккредитации введены единые требования к органам сертификации и испытательным лабораториям, основой которых являются международные стандарты. На наш взгляд, требования

к организациям, с учетом железнодорожной специфики, должны быть выше, особенно по уровню компетенции. Такие документы, созданные на основе международных и европейских документов, были утверждены еще в 2001 году: ПМГ 38 «Система сертификации на железнодорожном транспорте. Требования к органам по сертификации железнодорожной продукции и порядок их аккредитации» и ПМГ 39 «Система сертификации на железнодорожном транспорте. Требования к испытательным центрам (лабораториям) и порядок их аккредитации». На их основе были подготовлены и утверждены в 2003 году нормативные документы системы сертификации (ПССФЖТ 03 и 05).

В НП «ОПЖТ» в настоящее время подготовлены первые редакции актуализированных нормативных документов в виде модифицированных стандартов ISO/IEC 17065:2005, MOD и ISO/IEC 17025:2005, MOD, которые планируется утвердить к концу года. 14 апреля документы были размещены на сайте ООО «ЦТК» и НП «ОПЖТ» для общественного обсуждения. Учет этих документов как дополнительных требований к органам сертификации и исполнительным лабораториям позволит повысить уровень технической компетенции этих ор-

ганизаций, что, в свою очередь, увеличит достоверность результатов работ и степень доверия к ним.

Для реализации работ по сертификации в Таможенном союзе решением Комиссии ТС от 18.06.2010 № 319 утверждено положение «О порядке включения органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) в единый реестр органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза, а также его формирование и ведение». Критериями включения органов по сертификации и испытательных лабораторий являются регистрация организации в качестве юридического лица государства – члена Таможенного союза и наличие действующего аттестата аккредитации в национальной системе, выданного в соответствии с требованиями международных стандартов или национальных стандартов, гармонизированных с международными, отсутствие в течение срока действия аттестата аккредитации нарушений, повлекших за собой выпуск в обращение продукции, не соответствующей обязательным требованиям.

Для лабораторий также действует такой критерий, как аккредитация на техническую компетентность и независимость. Лаборатории включаются в национальную часть единого реестра при отсутствии на территории стороны испытательных лабораторий, аккредитованных на техническую компетентность и независимость в данной области аккредитации. Указанные лаборатории исключаются из национальной части единого реестра лабораторий в случае аккредитации на территории стороны лабораторий(ий) на техническую компетентность и независимость в данной области аккредитации.

По завершении процесса формирования единого реестра возникнет конкурентная среда, что положительно повлияет на снижение затрат на подтверждение соответствия у производителей. Производители получают возможность обращаться в любой орган по сертификации, включенный в реестр, а орган по сертификации может привлечь к испытаниям любую испытательную лабораторию из включенных в реестр, при наличии таких испытаний в области ее аккредитации.

Благодаря проделанной работе по подготовке к вводу в действие регламентов в области железнодорожной техники уже в апреле стало ясно, что ко 2 августа в России может быть аккредитовано необходимое для начала работы количество органов сертификации и испытательных лабораторий, утверждены практически все стандарты, содержащие требования безопасности ко всем объектам технического регулирования, своды правил и большинство стандартов, включающих в себя методы контроля. По методам контроля, разработка которых в виде стандартов не будет завершена ко 2 августа, достигнуты договоренности с департаментом технического регулирования Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) о возможности работы в переходный период по методам испытаний, оформленным в соответствии с действующим порядком и согласованным с национальным органом по техническому регулированию. Таким образом, подготовка к введению технических регламентов практически завершена и нет никаких препятствий для их введения.

Уместно отметить, что регламент по безопасности машин и оборудования, например, был введен при наличии около 60% стандартов, необходимых для проведения оценки соответствия.

Кроме того, любая задержка срока введения регламентов – это задержка перехода на систему обязательного подтверждения соответствия для Беларуси и Казахстана и дополнительные риски для России.

Отсутствие системы обязательной оценки соответствия в Беларуси и частично в Казахстане – это:

- возможность появления рисков, связанных с отсутствием обязательного полного контроля всех параметров безопасности технических средств, в том числе и поставляемых из других стран;
- осложнение процесса взаимных поставок и допуска к железнодорожной инфраструктуре других стран колеи 1520;
- необходимость проведения сертификации продукции, поставляемой в Россию, в Регистре сертификации на федеральном железнодорожном транспорте.

Риски. Параметры. Переходный период

Для России дополнительные риски возникают потому, что в период отсутствия действующих регламентов по железнодорожному транспорту будет применяться норма, установленная пунктом 3 статьи 25 Закона № 184-ФЗ: если в отношении впервые выпускаемой в обращение продукции отсутствуют или не могут быть применены документы в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента, и такая продукция относится к виду, типу продукции, подлежащей обязательной сертификации, изготовитель (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) вправе осуществить декларирование ее соответствия на основании собственных доказательств. При этом под впервые выпускаемой в обращение продукцией понимается та, которая ранее не находилась в обращении на территории РФ или которая ранее не выпускалась в обращение, свойства или характеристики которой были изменены (то есть продукция, ввозимая из третьих стран и отечественная продукция с измененными свойствами). Требования к компетентности органов, проводящих испытания,

отсутствуют (при введении технических регламентов признаются результаты испытаний только лабораторий, включенных в единый реестр ТС), регистрация декларации осуществляется в уведомительном порядке в органе по сертификации или в Росстандарте.

Из вышеизложенного следует, что переход на новую систему технического регулирования в установленный срок необходим и возможен для всех стран Таможенного союза. Постановлениями Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 № 710 и Коллегии Евразийской экономической комиссии от 02.12.2013 № 285 вводится двухлетний переходный период, который позволит несколько упростить этот процесс.

Основными параметрами, определяющими переход на новую систему, являются:

- Со 2 августа 2014 года прекращается выдача национальных сертификатов в области обязательного подтверждения соответствия.
- Сертификат единого образца, действующий на всей территории Таможенного союза, подтверждает соответствие принятым техническим регламентам. Действующие сегодня нормы безопасности не применяются.
- Сертификаты выдают только органы сертификации, включенные в единый реестр Таможенного союза. Результаты испытаний признаются только в случае проведения их в испытательных центрах, включенных в единый реестр. Сертификат на сложные изделия выдается по-прежнему при наличии сертификата (декларации) по комплектующим, подлежащим обязательной оценке соответствия.
- Испытания проводятся по методам, установленным в ГОСТах, проверяются требования пунктов ГОСТов, указанные в перечне стандартов, соблюдение которых обеспечивает соответствие требованиям регламентов.
- Сертификаты выдаются на 5 лет; сведения об этом включаются в единый реестр выданных документов.
- При нежелании заявителя выполнять требования стандартов или если инноваци-



Подписание Соглашения о сотрудничестве в области технического регулирования и метрологии между ОАО «Российские железные дороги», ГО «Белорусская железная дорога» и АО «Национальная компания «Казакстан Темір Жолы», 27.02.2014.

На фото (слева направо): Шубадеров В.Н., главный инженер ГО «Белорусская железная дорога», Толебаев С.К., главный инженер АО «Национальная компания «Казакстан Темір Жолы», Гапанович В.А., старший вице-президент ОАО «РЖД».

онная продукция, впервые вводимая в обращение, частично или полностью выполнена не по ГОСТ, должны быть проведены доказательства безопасности и соответствия требованиям регламента.

Переходной период устанавливает:

- Сертификаты, подтверждающие безопасность, выданные в национальных системах, признаются до окончания срока их действия, но не далее 1 августа 2016 года. Изделия маркируются знаком соответствия и сопровождаются копией документа о соответствии.
- Если на продукцию в какой-либо стране-участнице не проводилось обязательное подтверждение соответствия, то ее производство и ввод в обращение разрешен до 1 августа 2016 года, но она не маркируется знаком соответствия и не сопровождается документом. Практически это означает, что другие страны, где на эту продукцию действовало требование об обязательной сертификации, могут в соответствии с национальным законодательством не допускать ее в эксплуатацию.

На начальном этапе переходного периода у производителей железнодорожной техники России и у производителей других государств, поставляющих в Россию сертифицированную технику, могут возникать определенные затруднения при повторной сертификации серийной продукции и сертификации новой продукции, подготовленной к производству в 2014 году. Такая продукция проектировалась в соответствии с требованиями норм безопасности (НБ), и работа по сертификации этой продукции могла начаться еще в 2013 году или в начале текущего года, но по тем или иным причинам не будет закончена до 2 августа. В этом случае продукция, срок повторной сертификации которой наступит в конце года, и новая продукция, освоение производства которой намечено после 2 августа, должна быть сертифицирована уже на соответствие требованиям технических регламентов. Однако на 1 мая 2014 года в России нет ни одного аккредитованного органа по сертификации. Не получил

аттестат и единственный монопольный орган по сертификации (Регистр сертификации), поэтому подать заявку о прохождении сертификации некому. В этой обстановке необходимо принять меры по ускорению процесса аккредитации, в том числе и альтернативных органов по сертификации в России. Кроме того, для снятия дополнительных трудностей переходного периода, прежде всего для предприятий, завершающих сертификацию продукции в этом году после ввода в действие регламентов, необходимо реализовать предложения НП «ОПЖТ» и ОАО «РЖД», касающиеся возможности зачета органами по сертификации в 2014 году доказательств безопасности продукции по результатам испытаний, проведенных на соответствие нормам безопасности. Этот же подход предложено применить и при инспекционном контроле продукции, если сертификат на продукцию выдан на соответствие ее нормам безопасности и для продукции, на которую до 2 августа не будут утверждены стандарты, содержащие требования безопасности.

Эти предложения соответствуют положениям технического регламента для случая, когда сертификация проводится полностью или частично не по требованиям ГОСТов и орган вправе принимать по ней решения о зачете доказательств безопасности. Естественно, что если стандарты содержат дополнительные или предъявляют более жесткие требования к продукции, то для контроля соответствия по этим параметрам необходимо будет провести испытания.

Учитывая объем проделанной работы и набранные темпы работ в странах Таможенного союза, можно с уверенностью считать, что 2 августа технические регламенты будут введены в действие, по завершении переходного периода перестанут существовать технические и процедурные барьеры и свободное перемещение качественной и безопасной продукции железнодорожного назначения будет обеспечено. В странах Таможенного союза будет действовать эффективная и современная система технического регулирования. 

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

Технология замены стрелочных переводов путеукладчиком DESEC Tracklayer



М. А. Пермяков,
директор по продажам в России
и СНГ Kirow Ardelt GmbH



В. А. Субботин,
генеральный директор
ООО «НТП «Ресурс»

При постоянно возрастающем значении железнодорожного транспорта и увеличении скоростей движения большое внимание уделяется не только новому подвижному составу, но и состоянию железнодорожного пути. Правильность установки и качество технического обслуживания стрелочных переводов оказывает прямое влияние на обеспечение безопасного скоростного движения поездов. Для быстрой и качественной укладки и замены стрелочных переводов была разработана машина DESEC Tracklayer.

Предпосылки создания машины для замены стрелочных переводов DESEC Tracklayer

Укладка и замена стрелочного перевода требует специальной техники, гарантирующей высокую точность сборки. В зависимости от конкретных условий железной дороги и от имеющихся в распоряжении логистических решений были разработаны различные методы. Основные технологии, применяемые на территории железных дорог колеи 1520 мм, основываются на использовании укладочных кранов серии УК или машины для замены стрелочных переводов DESEC Tracklayer (рис. 1).



Рис. 1. Машина для замены стрелочных переводов DESEC Tracklayer

С учетом интенсивного пассажирского движения в рамках железнодорожной инфраструктуры современных густонаселенных городов предпочтительным вариантом является замена стрелочных переводов с использованием техники на рельсовом ходу. Тем не менее в сложных окружающих условиях вдали от черты городов, зачастую характеризующихся наличием однопутных линий, машину для замены стрелочных переводов приходится убирать с рельсового пути после завершения работ для того, чтобы пропустить поезда. На двухпутной линии в сельских и удаленных районах машина для замены стрелочных переводов должна обладать возможностью работать только на одном пути, в то время как другой остается свободным для движения поездов. Машина также должна уметь захватывать блоки стрелочных переводов с монтажной площадки, расположенной на участке рядом с железнодорожным полотном.

Точная работа стрелки после ее установки – существенная предпосылка для повышения ресурса эксплуатации и понижения дальнейших затрат на техническое обслуживание, поэтому важное значение отводится требованию по бережному обращению с рельсовым полотном и блоками стрелочных переводов, особенно во время их установки. Для

Табл. 1. Сравнение характеристик укладочного крана УК-25/28СП и путеукладчика DESEC Tracklayer TL70 KTZ

Параметр	DESEC Tracklayer TL 70 KTZ	Укладочный кран УК-25/28СП
Грузоподъемные характеристики		
Максимальная грузоподъемность, т	36	30
Максимальная длина укладываемого блока стрелочного перевода, м	36	25
Максимальная ширина укладываемого блока стрелочного перевода, м	5,5 (ширина между опорными ногами)	5,5
Максимальная высота подъема груза, м	2,85	2,6
Габаритные размеры		
Габарит в транспортном положении, ГОСТ 9238-83	1-Т	Тпр
Общая длина, мм в транспортном положении максимальная в рабочем положении	18 500 28 500	42 320
Ширина в транспортном положении, мм	3 460	3 430
Ширина в рабочем положении, мм	максимум 6 860	6 900
Высота в транспортном положении, мм	2 900	5 150
Масса крана с полным запасом воды, масла и топлива, т	54,0	130,0

сокращения времени перекрытия движения огромную роль играет возможность замены стрелочного перевода целиком в кратчайшие сроки и без демонтажа воздушного контактного провода.

Все эти требования и условия, характерные в том числе и для железных дорог колеи 1520 мм, подтолкнули коллектив инженеров к разработке принципиально новой машины. Так, еще в 1993 году в тесном сотрудничестве со службой пути финских железных дорог был создан путеукладчик DESEC Tracklayer TL 50 VR грузоподъемностью 27 т. Стоит отметить, что время (скорость) укладки стрелочного перевода складывается из ряда показателей: скорости подъема груза, скорости перемещения, возможности позиционирования груза, а также того, как укладывается стрелочный перевод – собранный сразу или разделенный на 2-3-4 звена. То есть выполняется весь комплекс операций по укладке 1-2 или 3-4 раза. При работе укладочным краном стрелочный перевод, как правило, разделяют на 3-4 звена. Использование

путеукладчика DESEC позволяет производить укладку одним элементом. Если это невозможно логистически, стрелочный перевод делится на 2 звена. То есть в любом случае экономится как минимум 1 «подход». О сокращении времени технологического окна можно судить по отзывам эксплуатирующих путеукладчик железных дорог. Так, для крана УК стандартное окно составляет 8 ч, на КТЖ замену стрелки машиной DESEC реализует в среднем за 4-6 ч. В октябре 2013 года был поставлен своеобразный рекорд: замена стрелочного перевода менее чем за 3 ч. Дальнейшее совершенствование машины до DESEC Tracklayer TL 70 позволило увеличить грузоподъемность в отдельных случаях до 40 т и размеры перемещаемого звена стрелочного перевода или рельсошпальной решетки с 28 м до 40 м. Эти параметры значительно превосходят аналогичные у традиционного укладочного крана УК-25/28СП, наглядное сравнение которого с эксплуатируемым с 2012 года на железных дорогах Казахстана DESEC Tracklayer TL 70 KTZ приведено в таблице 1.

Уникальные характеристики путеукладчика DESEC Tracklayer

Превосходство грузоподъемных характеристик машины для замены стрелочных переводов DESEC Tracklayer TL 70 в сравнении с укладочным краном УК-25/28СП при меньших габаритных размерах подтверждается также на практике эффективностью и безопасностью путеукладчика на гусеничном ходу. DESEC Tracklayer TL 70 позволяет производить замену стрелочного перевода типа Р65 марки 1/11 на железобетонных брусьях целиком за один раз, что не только сокращает время технологического окна до 6 ч, но и гарантирует высокое качество монтажа. Стрелочный перевод в сборе Р65 1/11 длиной примерно 33,5 м и весом около 38 т является не только самым тяжелым, но и самым широким и длинным (в сравнении с 1/9 и 1/6). Поскольку путеукладчик DESEC способен укладывать стрелочный перевод Р65 1/11 в сборе, то проблем с 1/9 и 1/6 не возникает. Более того, в Финляндии, напри-

мер, машина применялась на реконструкции пути для скоростного движения поездов «Аллегро», то есть работала с более тяжелым и габаритным переводом 1/18.

Путеукладчик представляет порталый кран на гусеничном ходу, который делает машину полностью независимой от наличия железнодорожного пути, то есть DESEC Tracklayer может быть применен при строительстве новых железных дорог, в том числе и предназначенных для скоростного и высокоскоростного движения. Так, в частности, при реализуемом сейчас проекте Rail Baltica путеукладчики DESEC активно используются не только для установки стрелочных переводов, но и звеньев рельсошпальной решетки.

Наличие дополнительных опорных ног делает машину мобильной и маневренной. Появляется возможность пошагового перемещения, переступания машины в сторону

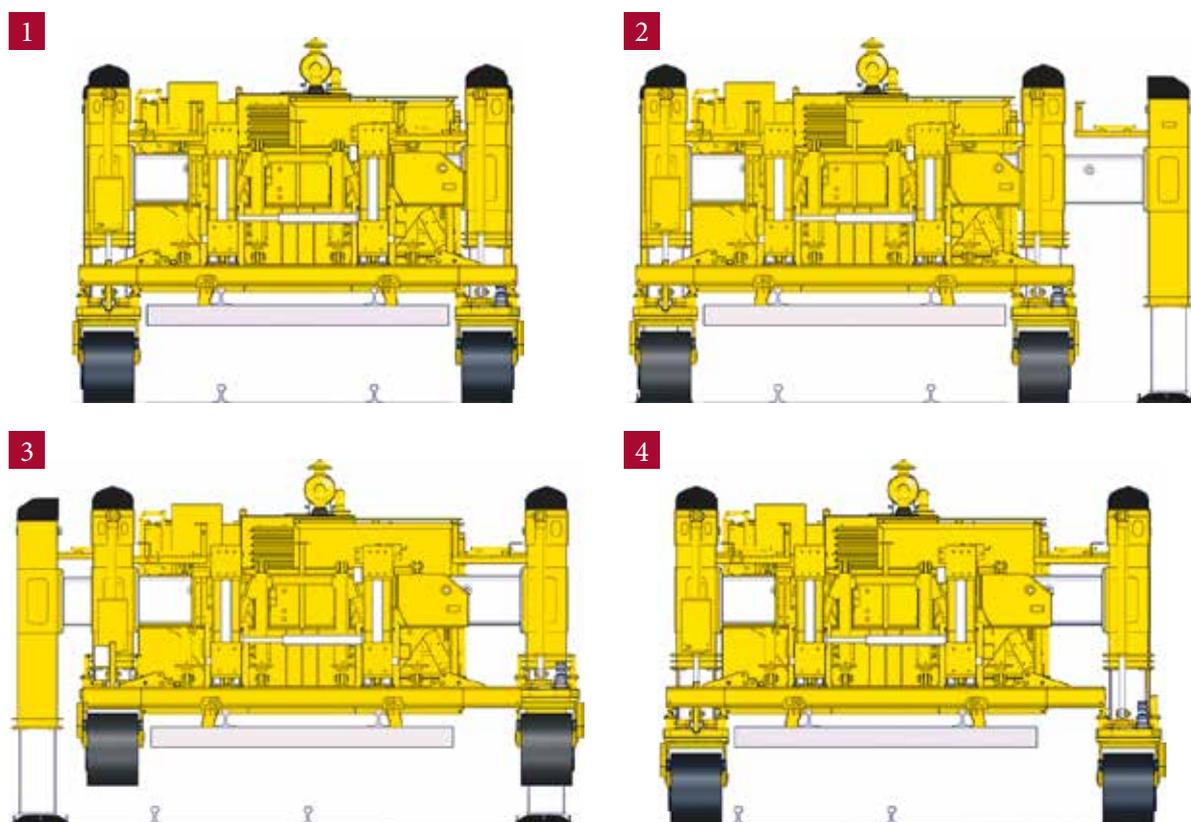


Рис. 2. Схема пошагового перемещения в сторону:

1 – исходное положение; 2 – выставление опорных ног; 3 – подъем гусеничных ног и сдвиг их в сторону; 4 – установка машины на гусеничные ноги

(рис. 2), изменения угла движения гусениц. Кроме того, гусеничный ходовой механизм машины DESEC Tracklayer способен поворачиваться во время движения на угол до 5° за счет специального шарнирного портала. Стоит отметить, что эти манипуляции путеукладчик может выполнять также с грузом без необходимости опускания его на неровный грунт. Таким образом, путеукладчик DESEC может забирать элементы стрелочного перевода с монтажных площадок, расположенных на обочине, в стороне от рельсового полотна или в случае доставки звеньев рельсошпальной решетки к строительной площадке автомобильным транспортом. Также эти свойства позволяют машине обходить или объезжать такие препятствия, как, например, столбы, устройства железнодорожной автоматики, неровности грунта либо за короткое время покинуть габарит соседнего пути для пропуска по нему состава.

При создании и дальнейшем совершенствовании путеукладчика большое внимание уделялось системе захвата и надежной фиксации груза (рис. 3). Машина оборудована 6-ю поперечными подъемными балками, на которых крепятся грузовые крюки, захватывающие звено пути под подошвой рельса. Подъемные балки, расположенные на расстоянии друг от друга от 4 до 6 м, обеспечивают равномерное распределение нагрузки и исключают провисание звена стрелочного перевода. На всех этапах перемещения звено пути надежно закреплено под рамой машины и бережно прижимается к резиновым упорам, исключая повреждение головок рельсов. Гусеничные порталы соединены с корпусом машины подвижными шарнирами. Таким образом, движение гусениц по неровной местности не приводит к изгибу рамы путеукладчика – элемент стрелочного перевода остается прямым без деформации или перекоса. Гарантируется неизменное состояние геометрии стрелочного перевода, что особенно важно при дальнейшем обеспечении безопасности движения поездов. Также бережно машина относится к уже существующему рельсовому полотну и баластной подушке благодаря гусеницам, покрытым резиновыми накладками. Низкое давление на грунт обеспечивается за счет большого пятна контакта гусениц с землей и



Рис. 3. Надежная фиксация стрелочного перевода под рамой машины DESEC Tracklayer при движении под углом 45°



Рис. 4. Управление машины с помощью дистанционного пульта одним оператором

исключает повреждение подготовленной балластной подушки или пути. Машина весит 54 т и способна поднимать и транспортировать стрелочный перевод весом до 40 т. Площадь следа гусеницы составляет $1,18 \text{ м}^2$. Ширина и длина гусениц, составляющая 500 мм и 2360 мм соответственно, позволяют транспортировку стрелочного перевода марки 1/11 в сборе весом примерно 38 т без превышения допустимого давления на грунт 2 кг/см^2 .

Управляется машина посредством дистанционного радиопульта (рис. 4). Оператор всегда может выбрать наиболее безопасное место с наилучшим обзором, а во время укладки звена стрелочного перевода находится непосредственно у места стыка. Тем самым обеспечивается не только высокий уровень безопасности труда, но и высокое качество и быстрота сборки стрелочного перевода. Одно звено стрелочного перевода укладывается менее чем за 30 минут в зависимости от удаленности места предварительного монтажа или хранения от строительной площадки. Для сравнения можно вспомнить кресло машиниста укладочного крана УК, расположенное на боковой раме крана, где оператор, подвергая свою жизнь опасности,

имеет весьма ограниченный угол обзора. Откидное сиденье машиниста укладочного крана трудно назвать защищенной кабиной. Оно определенно выходит за пределы габаритов подвижного состава, об обеспечении хорошего обзора за местом стыка также говорить не приходится.

К месту работ машина для замены стрелочных переводов DESEC Tracklayer перевозится на обычной платформе или на низкорамном трейлере. По прибытию на строительную площадку машина разгружает себя с вагона сама без привлечения дополнительного подъемного оборудования. Уже через 10 минут путеукладчик полностью готов к работе. Это экономит время и снижает эксплуатационные расходы.

Технологии замены и укладки стрелочного перевода

Машина для замены стрелочных переводов DESEC Tracklayer создавалась в тесном сотрудничестве с путейцами из Финляндии и уже более 20 лет успешно эксплуатируется на железных дорогах широкой колеи этой страны, Литвы, Украины и Казахстана. Для машины были разработаны технологии, учитывающие реальные особенности железнодорожной инфраструктуры и логистики пространства колеи 1520 мм. Наиболее распространенные среди них – работа вместе с платформой для перевозки стрелочных переводов в сборе и работа с полосы возле железнодорожного полотна.

В первом случае звенья стрелочного перевода подаются на специальных вагонах с наклонной платформой. Старый демонтиру-

емый стрелочный перевод может быть сразу загружен на другой комплект платформ или отложен в сторону. Эта наиболее эффективная технология представлена схематически на рисунке 5. Благодаря такому методу рельсошпальная решетка доставляется непосредственно на строительную площадку, где она легко разгружается и укладывается. Наклонные платформы могут размещаться вблизи от места проведения работ, чтобы свести до минимума пробег путеукладчика. Звенья решетки поднимаются DESEC Tracklayer с платформы, вагон убирается из-под машины, груз опускается. Путеукладчик перемещается с элементом стрелочного перевода к месту укладки, точно устанавливает звено и возвращается к платформе

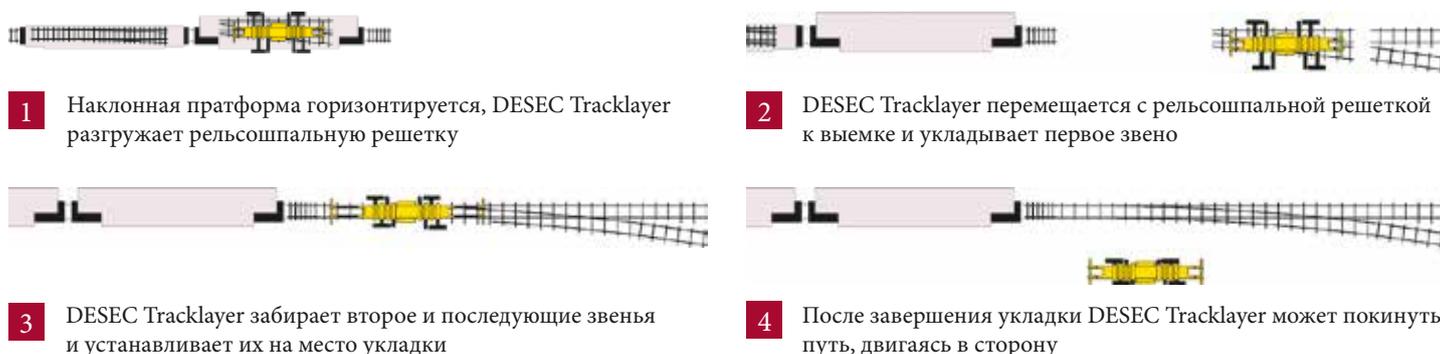


Рис. 5. Схема установки машиной стрелочного перевода, поставляемого на специальном вагоне

для разгрузки следующего блока. При выполнении этой операции требуется только один путь, происходит сокращение времени замены стрелочного перевода (рис. 6). Полностью отпадает необходимость в промежуточной разгрузке и хранении какого бы то ни было элемента стрелки. Стрелочный перевод транспортируется в сборе прямо от производителя к месту установки, тем самым гарантируется укладка и готовность к работе стрелочного перевода, прошедшего заводскую проверку качества.

DESEC Tracklayer имеет возможность работы в условиях, если предварительная сборка стрелочного перевода производится на монтажной площадке рядом с рельсовым полотном. Путьеукладчик передвигается по пересеченной местности и нуждается только в одном закрытом для движения пути. Поскольку гусеницы могут устанавливаться под углом до 90° по отношению к раме машины, путьеукладчик в состоянии передвигаться в любом направлении вне зависимости от рельсового полотна. Технологическая схема замены стрелочного перевода с площадкой предварительного монтажа или хранения представлена на рисунке 7.

К месту работ машина для замены стрелочных переводов перевозится на обычной платформе или на низкорамном трейлере. По прибытию на строительную площадку машина разгружает себя с вагона сама без привлечения дополнительного подъемного оборудования. Уже через 10 минут путьеукладчик



Рис. 6. Замена рельсошпальной решетки без ограничения движения поездов на соседнем пути

полностью готов к работе. Это экономит время и снижает эксплуатационные расходы.

Несмотря на свою инновационность, машина для замены стрелочных переводов DESEC Tracklayer уже успела хорошо зарекомендовать себя на практике. Так, 4 машины украинских железных дорог ежегодно проводят ремонт, включая средний, порядка 700 стрелочных переводов. Железнодорожное общество Швеции отмечает двукратное сокращение персонала, задействованного на строительной площадке, и больше чем на треть времени – «окна». Железнодорожники Южной Африки, заменившие за 9 лет 1150 стрелочных переводов, указывают на низкие эксплуатационные расходы и безаварийность путьеукладчика. Ⓢ

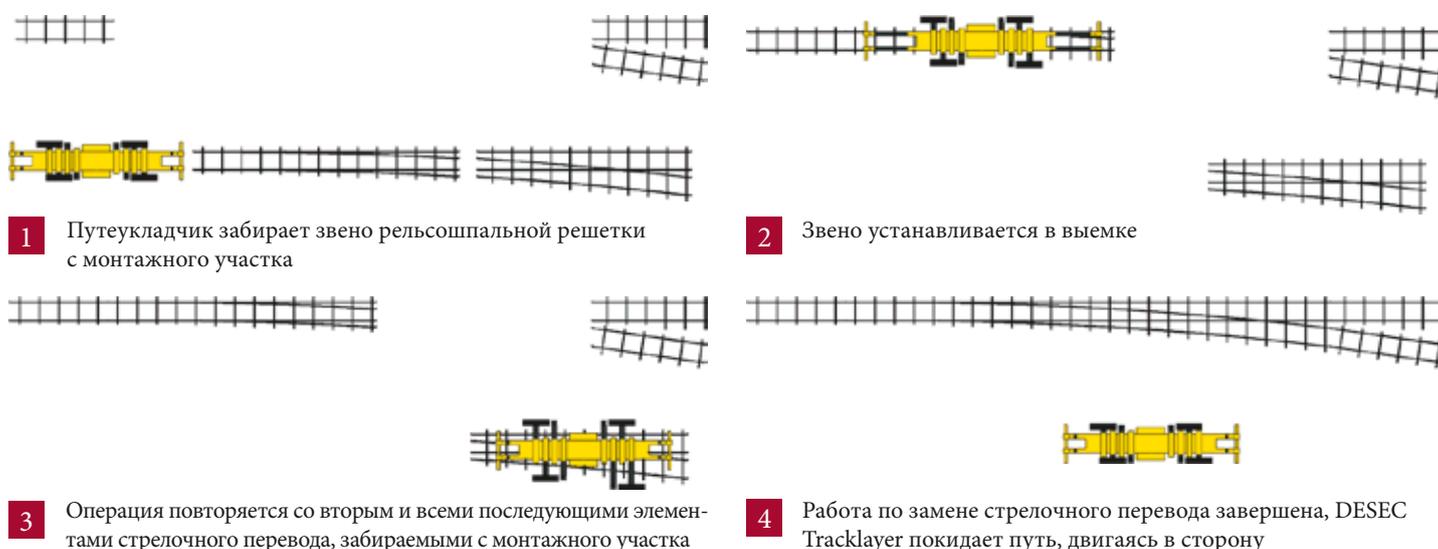


Рис. 7. Схема установки стрелочного перевода, забираемого путьеукладчиком с обочины

Инновационный электропривод для транспорта на базе реактивных индукторных электрических машин

А. В. Киреев,

к.т.н., генеральный директор ЗАО «НТЦ «ПРИВОД-Н»

Н. М. Кожемяка,

к.т.н., технический директор ЗАО «НТЦ «ПРИВОД-Н»

С. С. Судаков,

председатель совета директоров концерна «Перспективные электротрансмиссии»

Снижение стоимости жизненного цикла железнодорожного транспорта – стратегическая задача, решение которой позволит снизить долю транспортной составляющей в себестоимости товаров и услуг. Для транспорта, использующего электромеханический привод колесных пар, решение этой задачи может быть получено за счет применения на транспорте электроприводов на базе реактивных индукторных электрических машин. Замена традиционно применяемых коллекторных электроприводов позволяет значительно повысить надежность транспортных средств и эффективность управления ими.

В последние годы наряду с широко используемыми асинхронными и синхронными электрическими машинами с постоянными магнитами интенсивно развивается индукторный электропривод на базе реактивных индукторных электрических машин. Данный привод обладает целым рядом преимуществ, выгодно отличающих его от аналогов. Прежде всего, это более высокая надежность, обусловленная простотой конструкции двигателя: отсутствием обмоток на зубчатом роторе и простыми сосредоточенными катушками на статоре, не имеющими пересечений в лобовых частях. Эти конструктивные особенности электрической машины позволяют реализовать повышенное значение момента на валу, расширить диапазон частот вращения, повысить коэффициент полезного действия привода, уменьшить затраты на производство и обслуживание, что способствует существенному снижению стоимости жизненного цикла транспортных средств.

Кроме того, магнитная независимость фазных контуров позволяет организовать индивидуальное энергоснабжение фазных обмоток двигателей однополярным током от тягового преобразователя, устойчивого к коротким замыканиям, снижая при этом потери в стали и обеспечивая живучесть привода при неисправности в цепи одной из фаз.

Проведенные практические разработки индукторных электроприводов для тяговых

систем показали, что это направление является областью потенциальных возможностей улучшения тягово-энергетических, эксплуатационных и экономических показателей электроподвижного состава. Так, например, разработан, изготовлен и испытан двигатель мощностью в часовом режиме 350 кВт для электропоезда [1]. Двигатель представляет собой трехфазную электрическую машину с явно выраженными полюсами, образованными зубцовой структурой статора и ротора. Он изготовлен в габарите асинхронного двигателя такой же мощности и с использованием ряда его деталей и узлов. На статорных зубцах расположены фазные обмотки. Катушки каждой фазы размещены по окружности статора во взаимно перпендикулярных направлениях и соединены попарно последовательно с выводением начала и конца каждой пары во внешнюю цепь гибкими кабелями. В конструкции двигателя применена концепция безкорпусного исполнения, позволяющая более полно использовать заданный объем под активные материалы и тем самым обеспечивать повышение удельной мощности машины. Испытания показали, что реактивный индукторный двигатель позволяет реализовать более высокий КПД, чем асинхронный двигатель такой же мощности, причем в широком диапазоне частот вращения и нагрузок.

В настоящее время налажено серийное изготовление комплекта тягового электро-

оборудования с реактивными индукторными машинами, состоящего из генератора мощностью 250 кВт, тягового двигателя мощностью 240 кВт, тягового преобразователя и системы управления для бульдозерно-рыхлительного агрегата ДЭТ-400 (тягового класса 25) производства ООО «ЧТЗ-УРАЛТРАК». Этот агрегат с электромеханической трансмиссией предназначен для выполнения широкого комплекса работ в строительстве, горнорудной, нефтяной, газовой, угольной и других отраслях промышленности для выполнения землеройных работ на грунтах I-IV категории, в том числе на мерзлых и разборно-скальных.

По существу, это первый в мире промышленный трактор с индукторным электроприводом переменного тока в трансмиссии, способный автоматически поддерживать загрузку двигателя в номинальном режиме, обеспечивая высокий КПД, высокую производительность и экономию топлива. Он

надежно работает в условиях повышенной влажности, аномальной жары летом и суровых зим на предприятиях Новороссийска, Сургута, Мурманска, Ямала и т. д.

Наряду с приводом электромеханической трансмиссии промышленного трактора в ЗАО «Научно-технический центр «ПРИВОД-Н» (Новочеркасск) разработан комплект тягового электротехнического оборудования для маневровых тепловозов с электрической передачей мощности [2]. Комплект состоит из тягового генератора ТРИГ-680, тяговых двигателей ТРИД-125, тяговых преобразователей БПС-400, БПС-680, микропроцессорной системы управления и диагностики БУТ. Общий вид тягового электрооборудования тепловоза показан на рисунке 1.

Следует отметить, что реактивные индукторные электрические машины обладают свойством электромагнитной редукции, заключающейся в том, что частота вращения

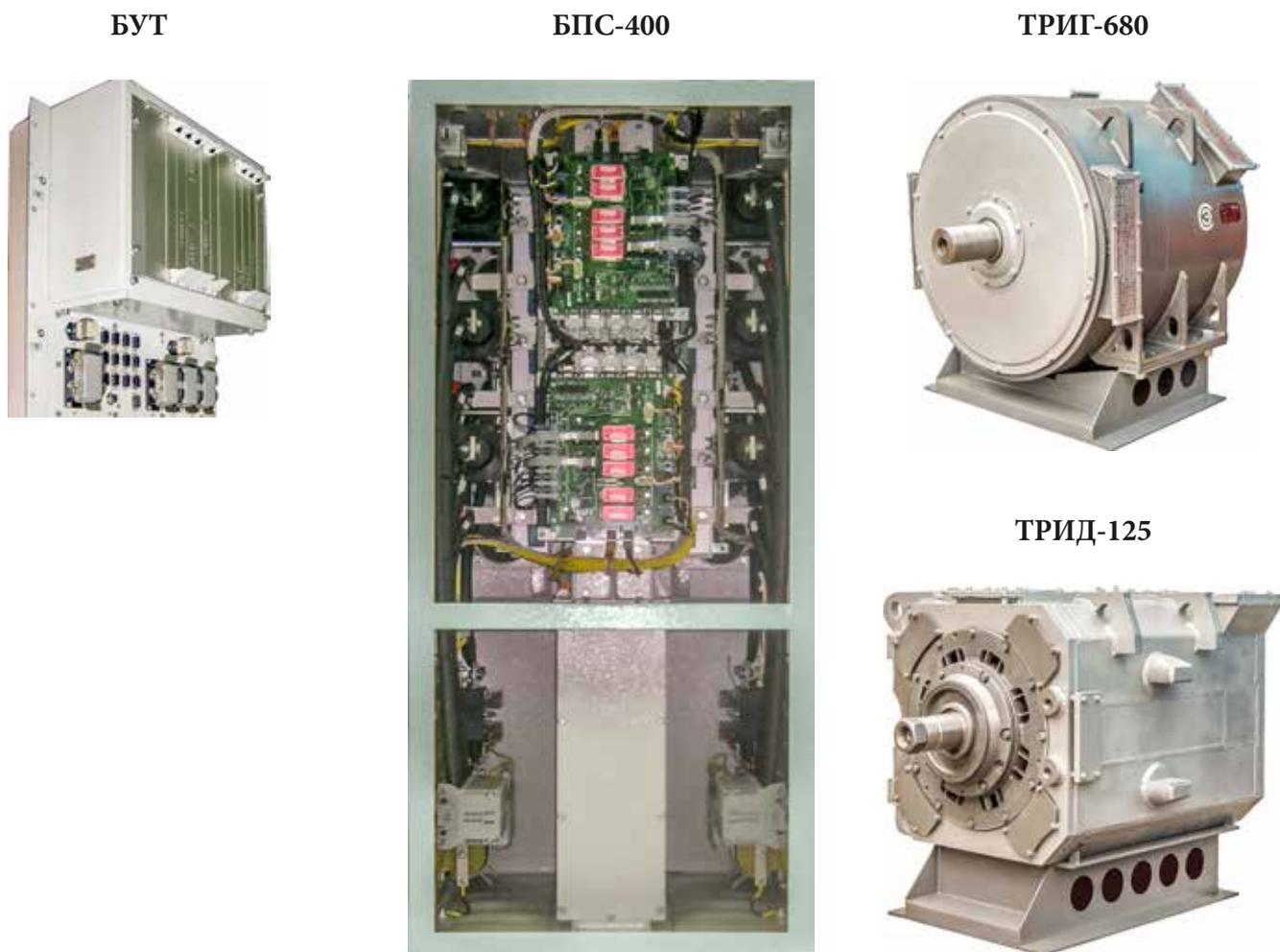


Рис. 1. Общий вид электрооборудования

вала задается путем выбора соотношения числа зубцов статора и ротора. Это свойство используется для создания тихоходных высокомоментных двигателей. В частности, с использованием этого свойства спроектирован тяговый двигатель ТРИД-125, который способен создать пусковой момент $M = 10\,300$ Нм и обеспечить длительно режим постоянства мощности $P = 200$ кВт в диапазоне частот вращения $n = 270 \dots 2\,400$ об/мин. Механическая характеристика двигателя приведена на рисунке 2.

Особенностью генератора ТРИГ-680 является способность поддерживать постоянным значение выходного напряжения в диапазоне частот вращения вала от 600 до 1800 об/мин. Номинальная мощность ТРИГ-680 реализуется в диапазоне частот вращения от 1500 до 1800 об/мин. Кроме того, генератор со-

вместно с преобразователем БПС-680 обеспечивает работу в двигательном режиме. Это свойство может быть использовано для запуска дизеля, а также для режима электрического торможения с рассеиванием энергии на системе охлаждения дизеля. Нагрузочная характеристика генератора ТРИГ-680 приведена на рисунке 3.

Разработка комплекта тягового электрооборудования актуальна в связи с высокой степенью износа парка маневровых тепловозов. Ставится задача разработки и поставки нового подвижного состава с инновационным электроприводом на пути ОАО «РЖД», а также модернизация локомотивов с продлением эксплуатационного ресурса и улучшением технико-экономических характеристик.

По данным ОАО «РЖД», в структуре парка маневровых тепловозов 87% приходится на

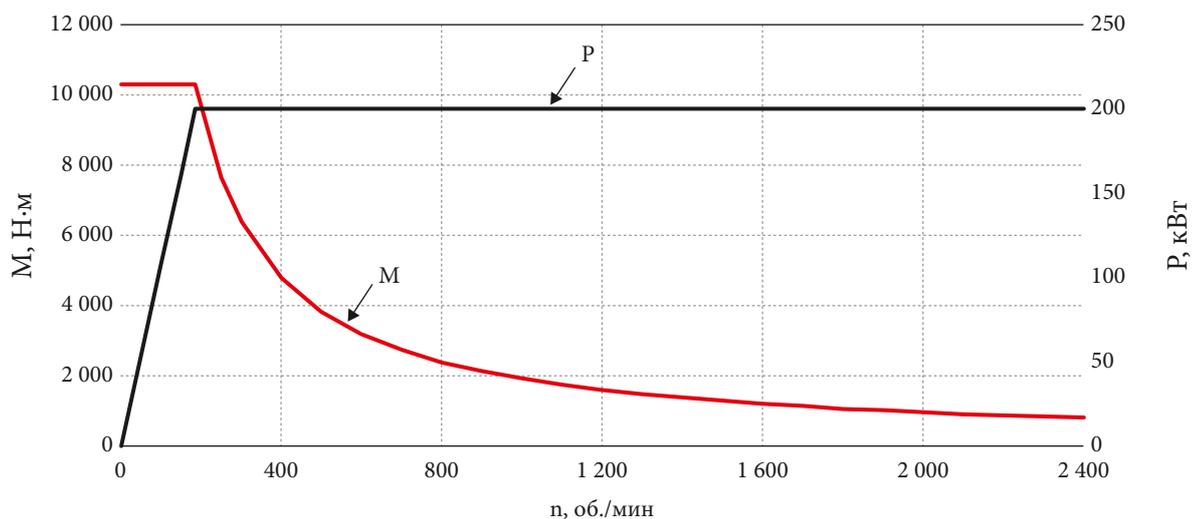


Рис. 2. Механическая характеристика ТРИД-125

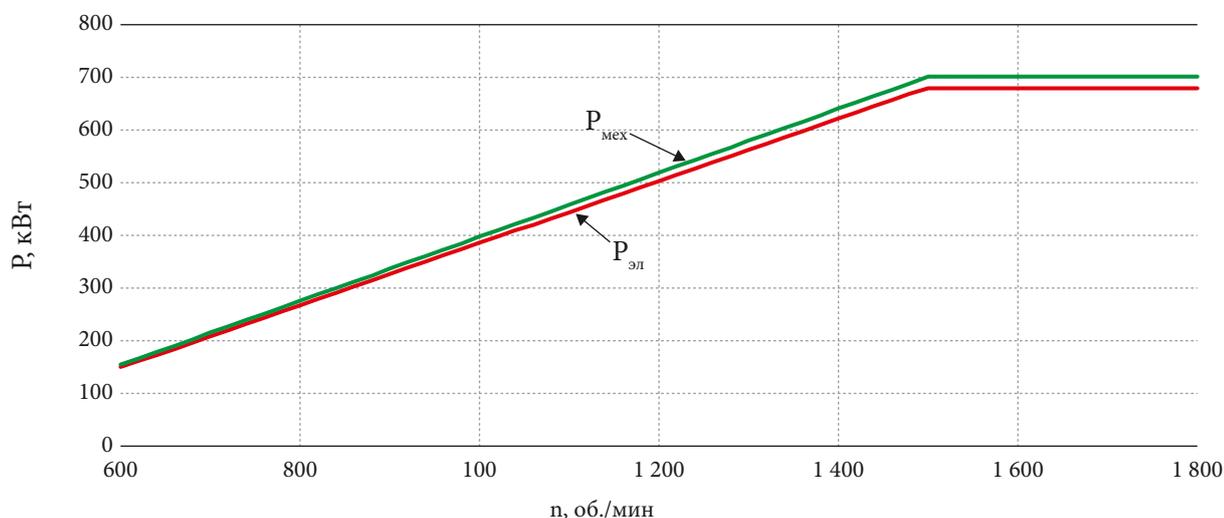


Рис. 3. Нагрузочная характеристика ТРИГ-680

Табл. 1. Сравнительные характеристики маневровых тепловозов

Показатель	ЧМЭЗ	ТЭМ9	ТЭМ18ДМ	ТЭМ33	ТЭМ35	ТЭМ-И 6-осный	ТЭМ-И 4-осный	ТЭМ-И гибридный
Осевая характеристика	30-30	20-20	30-30	30-30	30-30	30-30	20-20	20-20
Мощность по дизелю, кВт	1 000	882	882	2 × 571	571	2 × 522	680	250
Мощность по НЭ, кВт	–	–	–	–	500	–	–	400
Служебная масса, т	123	90	126	123	123	138	90	90
Сила тяги при трогании, кН	365	291	319	362	362	495	340	340
Сила тяги при продолжительном режиме, кН	230	217	206	226	226	350	235	235
Скорость при продолжительном режиме, км/ч	11,4	10,5	10,5	–	–	8,4	7,5	7,5
Тип передачи	DC-DC	AC-DC	DC-DC	AC-AC	AC-AC	AC-AC	AC-AC	AC-AC
Коэффициент использования мощности дизеля на тягу	0,71	0,72	0,68	–	–	0,78	0,72	–

тепловозы серий ЧМЭЗ различных модификаций и ТЭМ2. Износ тепловозов этих серий достигает 90%. В связи с ограниченными возможностями предприятий по закупкам новых маневровых тепловозов ключевым инструментом поддержания технического состояния парка является проведение комплексных мероприятий по капитальному ремонту с продлением срока эксплуатации техники, а также разработка модернизированных моделей на базе техники серии ЧМЭЗ и ТЭМ2.

Предварительная оценка показала, что оснащение тепловоза типа ТЭМ2 двумя современными дизелями и электрической передачей с тяговыми реактивными индукторными двигателями и реактивными индукторными генераторами позволит повысить тяговые свойства тепловоза: увеличить силу тяги при трогании с 390 до 450 кН, в продолжительном режиме работы – с 200 до 350 кН. Экономия топлива составит около 25%, в том числе за счет снижения расхода на холостом ходу – на 9%, более высокого среднеэксплуатационного КПД электропередачи – на 7%, работы дизеля в зоне низких удельных расходов топлива – на 7%, внедрения регулируемого привода вспомогательных машин – на 2%.

Комплект электрооборудования может быть интегрирован в экипажную часть любого маневрового тепловоза с электропередачей, эксплуатируемого на территории России. Причем это относится как к тепловозам, выпущенным во времена СССР (ТЭМ1, ТЭМ2, ЧМЭЗ и др.), так и к тепловозам, производимым в настоящее время (ТЭМ18, ТЭМ103, ТЭМ9, ТЭМ9Н, ТЭМ31, ТЭМ7, ТЭМ35, ТЭМ33 и др.). На базе

разработанного комплекта оборудования могут быть реализованы различные концепции построения силовой установки тепловоза: классическая однодизельная, многодизельная и гибридная. В таблице 1 приведено сопоставление характеристик существующих маневровых тепловозов с перспективными маневровыми тепловозами на базе разработанного индукторного электропривода.

Объектами внедрения индукторного тягового электропривода на железнодорожном транспорте наряду с маневровыми тепловозами могут быть магистральные тепловозы, моторвагонный подвижной состав, путеремонтные машины и промышленные электровозы.

Внедрение простой, надежной, энергоэффективной системы индукторного тягового электропривода позволит усилить конкурентные позиции отечественных производителей на рынке страны.

Список использованной литературы

1. Киреев А. В. Тяговый привод с индукторными двигателями / А. В. Киреев, Г. Н. Кононов, А. В. Лебедев, А. А. Кулишов // Вестник ВЭЛНИИ: науч. изд. / ОАО «ВЭЛНИИ». – 2007. – № 2 (54). – С. 14–23.
2. Киреев А. В. Энергосберегающая электрическая передача мощности маневрового тепловоза / Киреев А. В., Кожемяка Н. М., Кононов Г. Н. // IV Международная партнерская конференция EuroTrain «Современный подвижной состав: приоритеты, инновации, перспективы», 10–15 июня 2013 г., Ялта. – С. 86. 

Готовность вагоноремонтных предприятий к обслуживанию инновационных вагонов



Д. Н. Лосев,
заместитель генерального директора по техническому развитию
ООО «Объединенная вагонная компания» (ОВК)

С середины 2013 года Тихвинский вагоностроительный завод (ТВСЗ), входящий в ООО «ОВК», полностью перешел на производство инновационных грузовых вагонов на тележках модели 18-9810 с осевой нагрузкой 23,5 тс и модели 18-9855 с осевой нагрузкой 25 тс. Сегодня на «пространстве 1520» курсирует более 6 000 вагонов на таких тележках, и до конца 2014 года на сеть поступит еще около 11 000 единиц.

Прирост парка

Производство инновационного подвижного состава освоено в ЗАО «ТВСЗ», а также в настоящее время активно внедряется на ведущих вагоностроительных заводах России и СНГ: ОАО «Рославльский ВРЗ», ОАО «Алтайвагон», ОАО «Новокузнецкий вагоностроительный завод» и СЗАО «Могилевский вагоностроительный завод». Первые 200 вагонов на тележках с осевой нагрузкой 25 тс модели 18-9855, построенные этими заводами-партнерами, уже вышли в эксплуатацию.

В соответствии с планами «ОВК» по производству грузовых вагонов, в 2015 году намечен выпуск около 30 000 вагонов на тележках модели 18-9855 (25 тс). До конца 2020 года ожидается ежегодный прирост парка до 50 000 вагонов (рис. 1).

Исторически сложилось, что массовый выход в эксплуатацию нового продукта всегда сопровождался подготовкой эксплуатационных и вагоноремонтных предприятий, поэтому еще в 2012 году были учтены возможные риски экс-

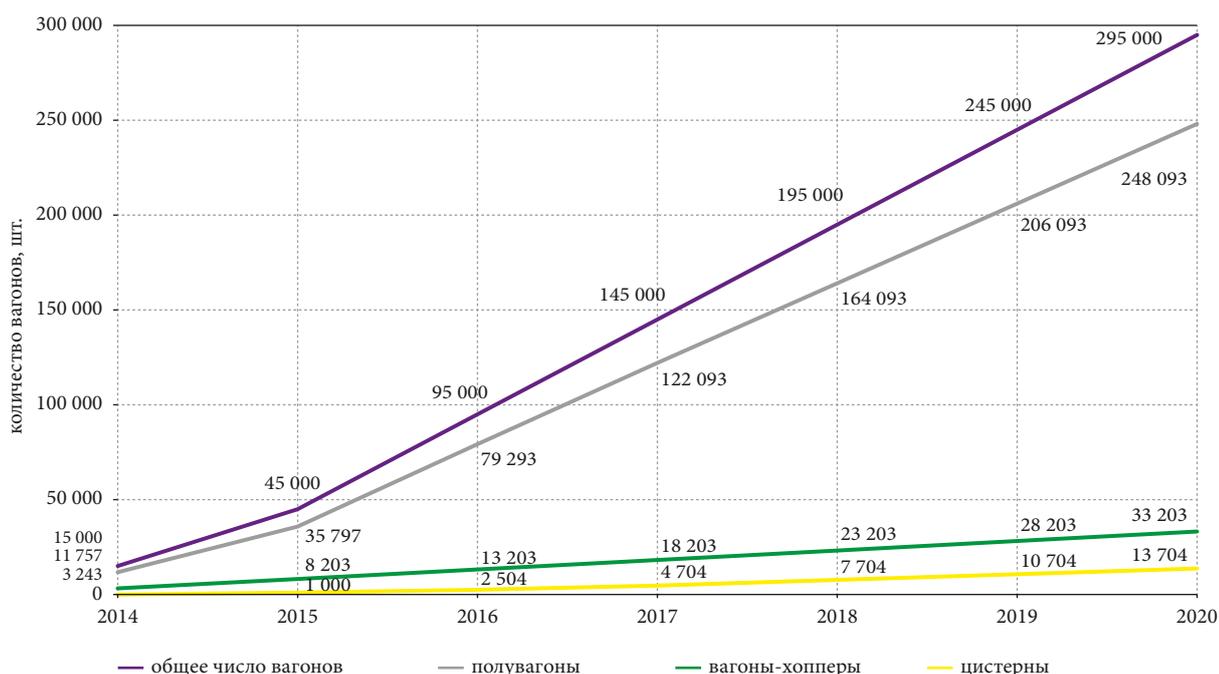


Рис. 1. Выпуск грузовых вагонов на тележках модели 18-9855 с осевой нагрузкой 25 тс в 2014-2020 годах

плуатации инновационной тележки и выработаны целевые меры по созданию полноценной сети сервисных центров гарантийного и послегарантийного обслуживания грузовых вагонов.

Отличающаяся по конструкции от серийных грузовых тележек модели 18-100, инновационная тележка моделей 18-9810 и 18-9855 имеет ряд технологических особенностей, в том числе позволяющих более качественно подходить к оценке ее технического состояния и исключить человеческий фактор. Основные узлы трения – износостойкие фрикционные клинья, скользуны и адапторы кассетных под-

шипников, которые имеют встроенные индикаторы износа и не требуют использования типовых измерительных инструментов осмотра вагона. Применяемые тормозные колодки «Фритекс» значительно сохраняют поверхность катания от истирания и образования эксплуатационных дефектов. Однако наличие в тележке высокотехнологичных конструктивных решений не исключает возможности возникновения ее отказов в эксплуатации, вслед за которыми обязательно последует ремонт с заменой или восстановлением ресурса неисправных узлов и деталей.

Создание сервисной сети по обслуживанию и ремонту инновационных вагонов

Развитие сервисного обслуживания инновационных вагонов на тележках моделей 18-9810 и 18-9855 ведется в три этапа: подготовка вагоноремонтных предприятий к проведению текущего отцепочного ремонта, ремонт деталей тележки и проведение плановых видов ремонта. Создаваемые в рамках сервисной сети специализированные центры поделены на четыре условные категории. Сервисный центр (СЦ) первой категории может выполнять весь комплекс работ, включая плановые виды ремонта (ДР, КР), второй – помимо хранения запасных частей и оказания услуги по текущему отцепочному ремонту, производить ремонт узлов и деталей тележки, третьей категории – оказывать услугу по хранению запасных частей, выполнять текущий отцепочный ремонт вагонов с заменой деталей, а СЦ четвертой категории может только хранить запасные части и по заявке доставлять их к месту ремонта вагонов.

Первые 11 сервисных центров третьей категории были образованы в середине 2013 года (рис. 2) на базе ремонтных вагонных депо ОАО «Вагонная ремонтная компания-2» (ВРК-2). С увеличением парка инновационных вагонов сеть сервисных центров этой категории постоянно расширялась. Сегодня на «пространстве 1520» уже создано 30 СЦ, в состав которых вошли вагоноремонтные предприятия: ОАО «Вагонная ремонтная компания-1», ЗАО «Уральская вагоноремонтная компания», ООО «Сибирская вагоноремонтная компания», ТОО «Камкор Вагон» (Казахстан) и ООО «Трансвагонмаш». Организация сервис-

ных центров третьей категории была первым этапом развития сервисной сети.

Сегодня «ОВК» приступила к реализации второго этапа – созданию сервисных центров второй категории, основная задача которых – освоить ремонт узлов и деталей инновационной тележки моделей 18-9810 и 18-9855, высвобождаемых при текущем отцепочном ремонте. Также необходимо пройти опытную процедуру авторизации тележечных участков на право ремонта новой продукции, необходимость которой была определена Планом мероприятий, направленных на совершенствование обеспе-

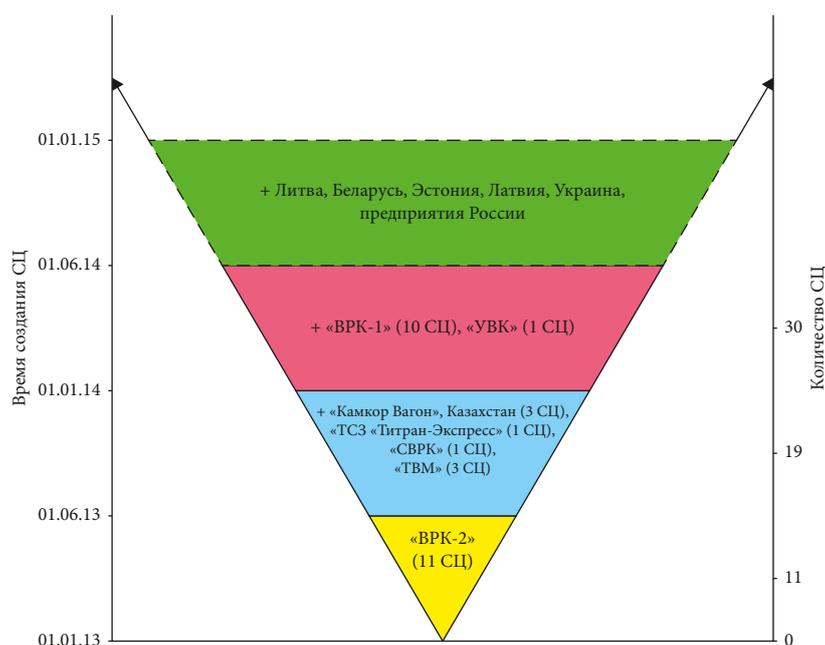


Рис. 2. Расширение сети сервисных центров

чения безопасности производства и эксплуатации железнодорожного подвижного состава¹.

В мае 2016 года наступит срок проведения первого планового деповского ремонта инновационных грузовых вагонов ЗАО «ТВСЗ». В ходе опытного ремонта будет произведена актуализация ранее разработанной ремонтной документации и уточнен перечень используемого технологического оборудования и оснастки.

Заключительный этап развития сервисного обслуживания – это создание сервисных центров первой категории, готовых к проведению деповского и капитального ремонтов инновационных вагонов, массовое поступление которых ожидается в 2017 году. И здесь будет востребован весь накопленный опыт ремонта инновационных тележек за прошедший период.

При освоении ремонта тележки моделей 18-9810 и 18-9855 потребуются некоторые изменения в организации существующих производственных процессов. В первую очередь необходимо будет дооснастить сервисные центры измерительным инструментом для контроля геометрических параметров составного фрикционного клина, клинового кармана надрессорной балки, буксового

проема боковой рамы. Дополнительно необходимо освоить на действующем оборудовании технологию неразрушающего контроля колесных пар с осевой нагрузкой 25 тс, позволяющую дефектоскопировать ось с увеличенным диаметром и криволинейный профиль диска цельнокатаного колеса.

Одним из важных процессов станет освоение технологии удаления и приварки износоустойчивого цилиндрического кольца подпятника, а также износоустойчивой вставки кармана надрессорной балки. Данную операцию на Тихвинском вагоностроительном заводе выполняет специализированный роботизированный комплекс.

К началу производства ремонтных работ сервисным центрам на основе типовой ремонтной документации «ОВК» необходимо подготовить собственные технологические процессы. При этом «Объединенная вагонная компания» окажет необходимую помощь в их написании, обучении персонала технологии ремонта тележки (рис. 3, 4), а также предоставит перечень сертифицированных предприятий-поставщиков узлов и деталей тележек.



Рис. 3, 4. Отработка навыков технического обслуживания тележек моделей 18-9810 и 18-9855

Обеспечение железнодорожной сети колесными парами с кассетными подшипниками

Эксплуатация инновационных вагонов вновь обозначила одну из старых проблем организации обеспечения ПТО колесными парами. На протяжении многих лет основными причинами отцепок грузовых вагонов являют-

ся эксплуатационные неисправности колесных пар: износы гребней, ползуны, выщербины, а также случаи, связанные с нагревом кассетных подшипников. Несмотря на увеличение темпов внедрения на «пространстве 1520»

¹ Утвержден заместителем Председателя Правительства Российской Федерации А.В. Дворковичем (от 04.04.2013 № АД-П9-68пр).

кассетных подшипников, на вагоноремонтных предприятиях до сих пор отсутствует оборотный запас и технологическая оснастка для их напрессовки. В связи с этим быстро организовать на ПТО замену неисправной колесной пары с подшипниками кассетного типа сегодня практически невозможно.

Для исключения сверхнормативного простоя инновационных вагонов в эксплуатации «ОВК» по собственной инициативе производит замену колесных пар с эксплуатационными неисправностями новыми колесными парами, предназначенными для ремонта вагонов, отцепленных по технологическим причинам. Благодаря такому использованию сервисными центрами технологического резерва колесных

пар, среднее время простоя вагонов на тележке моделей 18-9810 и 18-9855 в текущем ремонте составляет 70 ч (67 ч – на станционных путях и 3 ч – в ремонте). Этот показатель не ухудшился по сравнению с обычными серийными вагонами на тележках модели 18-100.

Однако для решения вопросов, связанных с заменой колесных пар, одних только сервисных центров «ОВК» недостаточно. Грузовые вагоны на кассетных подшипниках кроме ЗАО «ТВСЗ» строят и другие предприятия. Оборотный запас колесных пар с подшипниками кассетного типа должен быть на всех ПТО, и организовать это под силу только ОАО «РЖД» совместно с собственниками вагонов и вагоноремонтными предприятиями.

Экономия на протяжении жизненного цикла

Одним из ключевых показателей экономической эффективности на протяжении жизненного цикла грузового вагона являются расходы на проведение плановых видов ремонта.

На протяжении всего срока службы (32 года) инновационного полувагона на тележке модели 18-9810 предусмотрены пять деповских и один капитальный ремонт по достижении 18 лет. При этом первые деповские ремонты после постройки и после капитального ремонта проводятся через 6 лет или 500 000 км пробега, а оставшиеся три деповских ремонта – через 4 года или 350 000 км пробега.

Для сравнения: у типового полувагона на тележках модели 18-100 в период его срока службы (22 года) проводится восемь депов-

ских и один капитальный ремонт по достижении 11 лет (рис. 5).

Если же уравнивать сроки службы типового полувагона с полувагоном на инновационной тележке, то такая разница составит восемь деповских ремонтов, средняя стоимость каждого – 100 тыс. руб.

Подводя итоги за истекший период эксплуатации инновационных вагонов на тележках моделей 18-9810 и 18-9855, можно констатировать, что на всех маршрутах следования данного подвижного состава функционирует и развивается устойчивая система сервисного обслуживания. Принимаемые «ОВК» меры позволят собственникам инновационных вагонов и сервисным центрам своевременно подготовиться к началу их массового захода в плановый ремонт. Ⓢ

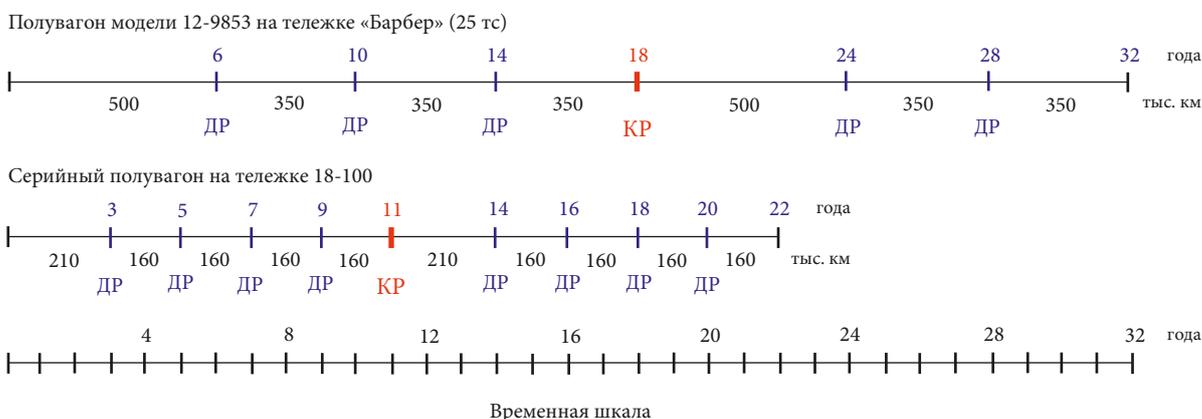


Рис. 5. Периодичность ремонта грузовых вагонов

Прогнозирование неисправностей оборудования с использованием нейронных сетей и нечеткого вывода

С. В. Сорокин,

к.ф.-м.н., доцент кафедры информационных технологий Тверского государственного университета (ТвГУ)

И. В. Сорокина,

аспирант кафедры информационных технологий ТвГУ

А. В. Язенин,

д.ф.-м.н., профессор, декан факультета прикладной математики и кибернетики ТвГУ

В работе [1] представлен алгоритм создания нейросетевой модели прогнозирования неисправности вагонного оборудования. Актуальность решения этой задачи обусловлена «Стратегией развития железнодорожного машиностроения до 2030 года» [2], в которой в качестве одной из целей ставится задача повышения безопасности железнодорожных перевозок. В рамках реализации положений Стратегии ОАО «РЖД» была поставлена задача создания комплексных систем диагностики, объединяющих средства анализа и прогнозирования технического состояния инфраструктуры подвижного состава. Одной из возможных причин возникновения аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте может являться неисправность вагонного оборудования. В данной статье рассматривается альтернативный метод заблаговременного выявления предаварийных ситуаций, основанный на использовании глубоких нейронных сетей и систем нечеткого вывода. Эта работа ведется в рамках создания модели централизованной интеллектуальной информационной системы диагностики и прогнозирования неисправностей вагонного электрооборудования¹, которая могла бы быть интегрирована с существующими системами управления на вагоне [3].

Системы диагностики и прогнозирования неисправностей на железнодорожном транспорте

Существующие подходы к решению задачи выявления и диагностики неисправностей можно разбить на две категории: методы, базирующиеся на использовании моделей, и методы, опирающиеся на анализ данных. В железнодорожном транспорте первый подход хорошо разработан применительно к диагностике систем подвески [4-6]. Первый метод подразумевает создание одной или нескольких математических моделей исследуемых подсистем, включая модели систем, работающих в нештатном режиме. Затем текущие показатели работы систем вагона идентифицируются как соответствующие одной из моделей. Реализация такого подхода требует существенных затрат для

создания моделей для каждой новой системы, в том числе, возможно, и для их модификации. Кроме того, представленные в литературе системы подразумевают установку на вагоне дополнительных датчиков (акселерометров и гироскопов).

Второй подход к задаче диагностики неисправностей базируется на анализе данных и выявлении паттернов, соответствующих штатным или аварийным режимам работы. Подобные системы могут основываться на различных методах анализа данных. В данном случае не требуется заблаговременное создание математических моделей систем вагона, возможен учет неочевидных взаимных влияний систем друг на друга.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты № 12-07-13117-офи_м_РЖД, № 13-07-13160-офи_м_РЖД.

Естественным выбором для задачи диагностики неисправностей является использование методов выявления новизны, обзор которых может быть найден в работе [7]. Методы этой группы основаны на построении распределения состояний системы, находящейся в исправном состоянии, и последующей оценке вероятности принадлежности текущего состояния к построенному распределению. Такие методы успешно применяются в ситуациях, когда зафиксированные примеры отказов редки или вовсе отсутствуют, как, например, в медицине при диагностике редких заболеваний. Однако они могут лишь констатировать факт неисправности, но не могут указать на его причину или конкретную подсистему, где возникла неисправность. В железнодорожной отрасли методы выявления новизны нашли применение в диагностике состояния мостов [8], включая один из длиннейших в мире подвесных мостов – Tsing Ma в Гонкоге [9].

В случае если система диагностики должна выявлять причину неисправности и соответствующие данные могут быть собраны, задача диагностики может решаться методами классификации. Такой подход часто используется в задаче анализа взаимодействия «колесо-рельс» с целью выявления дефектов как колесных пар, так и рельсов. Для анализа используются сигналы акселерометров и микрофонов, которые подвергаются спектральному [10] или вейвлет-анализу [11]. Коммерческая система такого типа RAIDARSS-3 эксплуатируется на рейсовых поездах скоростной железнодорожной магистрали Токайдо-синкансэн в Японии с 2009 года и обеспечивает выявление трещин, выбоин и рифления рельсов, измерение геометрии рельсового пути [12].

К этой же категории относятся системы, использующие методы интеллектуального анализа данных. В литературе описаны примеры успешного применения машин опорных векторов (SVM) [13], нечеткой логики [14], нейронных сетей и теории Демпстера-Шефера [15]. В работе [16] исследовалась задача диагностики рельсовых цепей. Созданная с использованием алгоритма ANFIS [17] система диагностики на основе электрических параметров оборудования рельсовой цепи классифицирует состояние оборудования как относящегося к классам «исправно», «ухуд-

шается» и «неисправно» с высоким уровнем точности.

Внедрение автоматизированных систем выявления и прогнозирования неисправностей позволяет одновременно снизить расходы на обслуживание железнодорожного транспорта и увеличить его безопасность. Раннее выявление поврежденных агрегатов дает возможность сократить их воздействие на другие механизмы вагона. Переход от ручного к автоматизированному контролю позволяет уменьшить число как незамеченных, так и ложных выявлений неисправностей, а также сократить сроки и стоимость технического обслуживания железнодорожных составов. В работе [18] экономическая выгода от использования автоматизированных систем диагностики и прогнозирования неисправностей при проведении технического обслуживания подвижного состава на железных дорогах США оценивается в 35 млн долл. в год.

Можно отметить, что большинство исследований и существующих систем направлено на анализ состояния рельсов, колесных пар и подвески железнодорожных вагонов. Это не удивительно, так как данные системы оказывают первостепенное влияние на безопасность железнодорожных перевозок. В таких системах ведется обработка сравнительно небольшого числа аналоговых сигналов высокой частоты, собранных с помощью дополнительных датчиков. Анализ данных осуществляется с использованием Фурье-или вейвлет-преобразований для начальной обработки данных.

Характер данных, доступных в современных системах управления электрооборудованием пассажирскими вагонами, существенно отличается. Число сигналов достигает нескольких сотен, большинство из них является бинарными и редко изменяется. В таких условиях применение методов спектрального анализа не является оправданным, поэтому прямой перенос имеющегося опыта на другие системы вагонов невозможен. Необходима разработка новых методов поиска и выявления признаков нештатных режимов работы оборудования. Верхние слои систем анализа данных, хорошо зарекомендовавшие себя как в железнодорожной, так и в других отраслях, такие как системы нечеткого вывода, могут быть оставлены.

Информационная система вагона

Современные пассажирские вагоны, выпускаемые в настоящее время ОАО «ТВЗ», комплектуются модульной информационной системой контроля, диагностики и управления (СКДУ). Эта система представляет собой распределенную сеть взаимодействующих устройств, обеспечивающих управление различными системами вагона.

Одной из входящих в состав СКДУ систем является контроллер управления электрооборудованием вагона (КУЭВ). В число функций КУЭВ входит прием дискретных и аналогово-цифровых сигналов обратной связи с вагонного оборудования, присвоение этим сигналам логических имен и фиксация соответствующих значений. Количество параметров, фиксируемых КУЭВ, варьируется от 147 до 237 в зависимости от модификации вагона. Большинство параметров являются бинарными.

Параметры КУЭВ

Значения параметров КУЭВ хранятся в структурах одного из двух типов:

- {V, S}, где V принадлежит множеству {ON, OFF}, а S принадлежит множеству {NORMAL, KZ, NA, FAULT};
- {N, S}, где N принадлежит множеству действительных чисел R, а S принадлежит множеству {NORMAL, KZ, NA, FAULT}.

В данной работе для анализа использовались параметры 1-го типа, которые могут принимать бинарные значения.

КУЭВ хранит данные об актуальных значениях своих переменных, данные периодически фиксируются в базе данных срезов значений параметров КУЭВ.

База данных срезов значений параметров КУЭВ

База данных содержит имена сигналов вагонного оборудования и их значения в определенные моменты времени (рис. 1).

На рисунке 1 имена параметров КУЭВ обозначены N_1, \dots, N_p . Моменты времени обозначены t_1, \dots, t_m . В момент времени t_i переменная с именем N_j будет иметь значение V_{ij} при $i \in \{1, \dots, m\}, j \in \{1, \dots, p\}$.

Под срезом системы в момент времени t_i понимается набор данных $[t_i, V_{i1}, \dots, V_{ip}]$.

При запуске СКДУ инициируется процесс, отвечающий за наполнение базы данных срезами с периодичностью 5 секунд.

Неисправности

СКДУ регистрирует неисправности, возникающие в устройствах вагона. Описание неисправности включает в себя ее код, при-

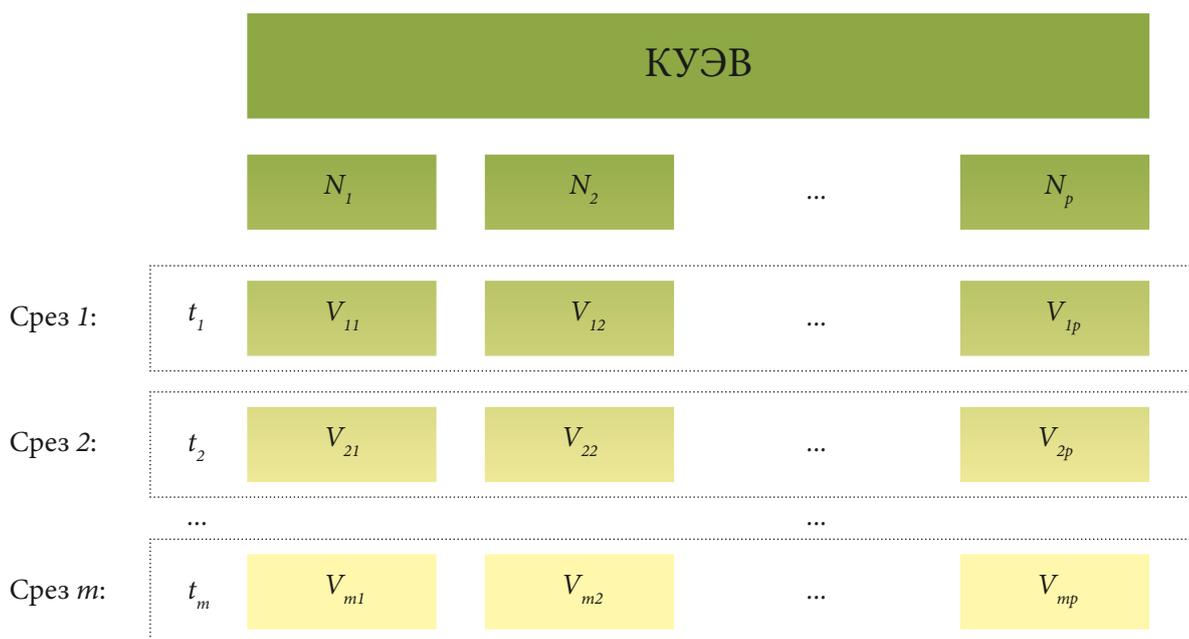


Рис. 1. База данных срезов значений параметров КУЭВ

оритет, системную дату и время возникновения, тип устройства.

Приоритет отражает степень важности неисправности. Используются 4 уровня приоритета, которые пронумерованы по возрастанию важности:

- неисправности с приоритетом 0 не влияют на ход эксплуатации оборудования. Например, «включен приточный вентилятор»;
- приоритет 1 имеют неисправности, которые могут повлиять на ход эксплуатации оборудования. Например, «питание кондиционера производится от АКБ»;

- приоритет 2 имеют неисправности, которые могут повлечь за собой невыполнение основных функций вагонного оборудования или потенциально привести к нештатным ситуациям на вагоне. Например, «бак накопителя заполнен на 95%»;
- неисправности с приоритетом 3 представляют непосредственную угрозу жизни и здоровью пассажиров. Например, «пожар в купе №2».

В рамках данной статьи под неисправностью понимается зафиксированное в определенный момент времени событие.

Алгоритм анализа данных

Ранее нами был разработан алгоритм анализа данных, предназначенный для создания нейросетевых моделей прогнозирования неисправностей вагонного оборудования [1]. Как показали проведенные эксперименты, одна из основных проблем, возникающих при прогнозировании неисправностей вагонного оборудования, – большой объем входных данных. Число параметров КУЭВ вагона, которые использовались для исследования, составляло 174. При этом необходимо анализировать их изменения в течение некоторого временного интервала. В работе [1] для прогноза использовался интервал в 30 мин. За это время СКДУ фиксирует 360 срезов, что в результате дает более 62 тыс. параметров.

В работе [1] для сокращения размерности входных данных использовался двухэтапный подход, при котором сначала с помощью алгоритмов построения деревьев регрессии [19] и случайных лесов [20] отбирались значимые параметры КУЭВ, а затем производился выбор их значений в определенные моменты времени с помощью генетического алгоритма. Такой метод позволил сократить число параметров для анализа с помощью нейронной сети до 5 тыс. Однако это значение все еще остается достаточно большим для получения хороших результатов с помощью классических нейронных сетей.

В последнее время большие успехи в анализе многомерных данных были получены с помощью глубоких нейронных сетей, слои которых обучаются как ограниченные маши-

ны Больцмана (Restricted Boltzman Machine, RBM). Эффективный алгоритм обучения RBM и создания на их основе глубоких нейронных сетей был предложен Хинтоном и Салахутдиновым в 2006 году [21] и с тех пор эффективно применяется для решения задач анализа изображений, текстовых данных, визуализации многомерных данных. Опыт практического применения подобных сетей показывает, что с их использованием можно существенно сократить размерность входных данных. Например, в работе [22] показано, что такая сеть может сокращать размерность различных многомерных массивов данных вплоть до двух измерений, при этом сохраняя исходные взаимосвязи между элементами. Можно надеяться, что применительно к анализу данных, поступающих с вагонного оборудования, такая сеть позволит отобразить информацию о параметрах КУЭВ в двумерную плоскость, области которой будут соответствовать различным режимам работы, в том числе предаварийным.

Для дальнейшего выявления областей, соответствующих предаварийным режимам работы, мы будем использовать системы нечеткого вывода и рассмотрим применимость различных алгоритмов нечеткого вывода для решения поставленной задачи.

Таким образом, предлагаемый алгоритм будет включать в себя следующие этапы анализа данных:

- выбор значимых параметров КУЭВ;
- формирование обучающей и контрольной выборки;

- сокращение размерности данных с помощью глубокой нейронной сети;
- анализ состояния системы машиной нечеткого вывода.

Этапы 1-2 совпадают с алгоритмом, рассмотренным в работе [1], поэтому здесь будут описаны кратко.

Выбор значимых параметров КУЭВ

На данном этапе осуществляется предварительный анализ, позволяющий исключить из дальнейшей обработки параметры, не несущие существенной информации для прогнозирования возникновения неисправности.

Оценка информативности параметров включает два шага:

- строятся деревья регрессии [19] для каждого набора данных, и все параметры, задействованные в узлах данных деревьев, считаются значимыми и оставляются для дальнейшего анализа;
- с помощью алгоритма построения случайных лесов [20] для каждого параметра оцениваются такие показатели, как среднее снижение точности (IncMSE) и среднее снижение коэффициента Gini (IncNodePurity). Для анализа оставляются параметры, у которых хотя бы один из этих показателей больше 0.

Формирование обучающей и контрольной выборок

Следующим этапом алгоритма является преобразование данных к виду, в котором их можно подать на входы нейронной сети. Для этого из срезов параметров системы формируются два вида блоков данных:

- первый – блоки срезов информационной системы, которые приведут через заданное пользователем время к возникновению неисправности;
- второй – блоки срезов информационной системы, которые не приведут через заданное пользователем время к возникновению неисправности.

При формировании блоков сначала выделяются те, которые приводят к возникновению неисправности. Затем случайным образом выбираются блоки (в таком же количестве), которые не приводят к неисправности. Параметры, входящие в каждый блок,

разворачиваются из последовательности срезов (рис. 1) в вектор.

Сокращение размерности данных с помощью глубокой нейронной сети

Известно, что обучение больших нейронных сетей с помощью классического алгоритма градиентного спуска наталкивается на значительные трудности. Это обусловлено проблемами затухания градиента по мере его распространения вглубь сети [23, 24] и «застреванием» в локальных минимумах [22]. Прорывом в обучении глубоких нейронных сетей стала статья [21], в которой был предложен алгоритм послойного обучения нейронных сетей в режиме без учителя с помощью ограниченных машин Больцмана (RBM). Данная машина – это ненаправленная вероятностная графическая модель, то есть случайное Марковское поле. В RBM чаще всего используются элементы с распределением Бернулли [25], в некоторых случаях – с экспоненциальным [26]. Структура RBM представляет собой полностью связанный двудольный граф, в котором одна группа узлов (видимые узлы v) моделирует данные, а другая группа (скрытые узлы h) – скрытые переменные.

Так как RBM – особый случай Марковского случайного поля, то совместное распределение по всем узлам является распределением Больцмана, которое описывается функцией энергии $E(h, v)$. Чаще всего в качестве такой функции используется линейная функция состояний видимых и скрытых узлов:

$$E(v, h) = -\sum_{i,j} W_{ij} v_i h_j - \sum_i b_i v_i - \sum_j c_j h_j,$$

где W_{ij} – вес ненаправленных связей между узлами v_i и h_j ,
 b_i – смещение узла v_i ,
 c_j – смещение узла h_j .

Заметим, что состояния видимых узлов являются независимыми при заданных состояниях скрытых узлов, и наоборот. Тогда, при условии использования линейной функции энергии, условные вероятности $P(v_i = 1|h)$ и $P(h_j = 1|v)$ определяются как

$$P(v_i = 1|h) = \frac{1}{1 + \exp\left(\sum_j W_{ij} h_j - b_i\right)},$$

$$P(h_j = 1|v) = \frac{1}{1 + \exp(\sum_i W_{ij} v_i - c_j)}$$

Задача обучения RBM состоит в определении таких весов и смещений и в том, что маргинальное распределение наблюдаемых узлов в модели (P_{model}) будет близко к наблюдаемому распределению (P_{data}). Для этого минимизируется расстояние Кульбака-Лейблера, градиент которого по весам W_{ij} определяется выражением:

$$\frac{\delta KL(P_{data} || P_{model})}{\delta W_{ij}} = E[v_i h_j]_{P_{data}} - E[v_i h_j]_{P_{model}},$$

где $E[\cdot]_{(P_{model})}$ – ожидаемое значение для модельного распределения,

$E[\cdot]_{(P_{data})}$ – ожидаемое значение для распределения данных.

Сложность обучения RBM обусловлена тем, что значение $E[v_i h_j]_{(P_{model})}$ не может быть вычислено аналитически, а его численное вычисление требует большого времени. В работе [21] был предложен алгоритм обучения RBM, в котором используется измененная целевая функция. Ее градиент задается выражением:

$$E[v_i h_j]_{P_{data}} - E[v_i h_j]_{P_1},$$

где $E[\cdot]_{P_1}$ представляет ожидаемое значение после одного шага работы модели.

Архитектура глубокой нейронной сети

Мы использовали архитектуру нейронной сети, типичной для систем, в которых такие сети применяются для сокращения размерности [7], [12] (рис. 2).

Входной вектор (размером 10 080 элементов) подается на вход первого слоя нейронной сети, состоящего из 2 000 нейронов. Далее следуют еще два скрытых слоя размером 500 и 2 000 нейронов соответственно. Выходной слой сети включает число нейронов, равное требуемой выходной размерности, в нашем случае 2.

Обучение нейронной сети с помощью ограниченных машин Больцмана

Создание глубокой нейронной сети осуществляется следующим образом: сначала обучается RBM, соответствующая первому слою нейронной сети. Для этого используются данные, полученные на шаге 3 алгоритма, и описанный ранее алгоритм обучения. Затем для каждой точки данных вычисляются наиболее вероятные значения скрытых элементов (h_j). Эти значения используются как входные для обучения RBM, соответствующей второму слою. Процесс продолжается, пока не будут обучены RBM для всех слоев нейронной сети.

Стек обученных RBM используется для построения глубокой нейронной сети. При этом отбрасываются смещения видимых элементов (b_j), а матрицы ненаправленных связей (W_{ij}) используются как матрицы связей между нейронами соответствующих слоев.

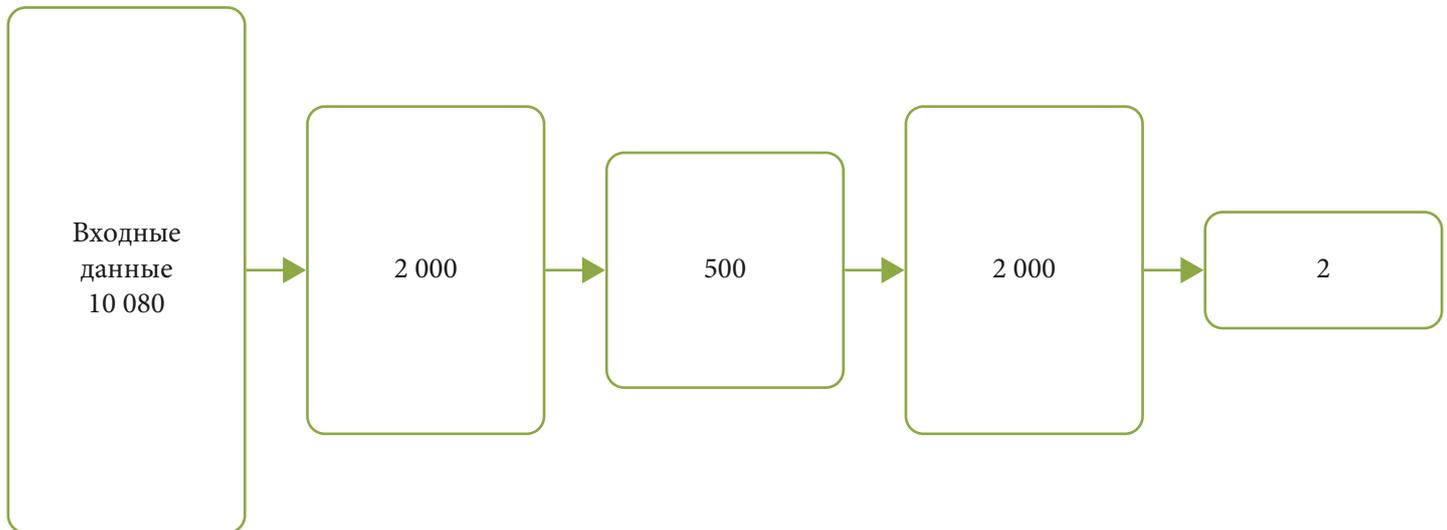


Рис. 2. Архитектура нейронной сети

Анализ состояния системы машиной нечеткого вывода

Глубокая нейронная сеть отображает блок срезов переменных КУЭВ в двумерное пространство. Для выделения областей, соответствующим нормальным и предаварийным состояниям системы, в этом пространстве мы использовали машину нечеткого вывода (или нечеткий регулятор) – систему, которая анализирует входные значения в терминах лингвистических переменных и осуществляет вычисления на основе базы нечетких правил.

Нечеткое правило – это выражение вида:

$$\text{If } x \text{ is } A \text{ then } y \text{ is } B,$$

где A и B – нечеткие термы, характеризующиеся соответствующими функциями распределения.

Известны разные типы нечеткого вывода, различающиеся видом используемых правил, процедурой дефазификации и другими параметрами.

В качестве примера нечеткого правила рассмотрим следующее выражение:

$$\begin{aligned} &\text{if Температура is Низкая,} \\ &\text{then Объем is Маленький,} \end{aligned}$$

где температура и объем – лингвистические переменные [28], а «низкая» и «маленький» – нечеткие термы, являющиеся названиями соответствующих возможностных распределений.

В 1983 году Такаги и Сугено [29] предложили другой вид нечетких правил, в которых нечеткие множества используются только в предпосылке правила. В качестве примера рассмотрим правило, описывающее силу аэродинамического сопротивления:

$$\begin{aligned} &\text{If Скорость is Высокая,} \\ &\text{then Сила} = k * \text{Скорость}^2, \end{aligned}$$

где «высокая» – лингвистический терм.

Выходная часть правила представляет собой классическую функцию входной переменной «скорость», которая обычно задается полиномом.

Известно, что машина нечеткого вывода может аппроксимировать любую непрерывную функцию с заданной точностью [30].

Нами было проанализировано три алгоритма автоматического создания машин нечеткого вывода:

- ANFIS [17];
- алгоритм, основанный на кластеризации [31];
- алгоритм, основанный на максиминной μ/E -оценке параметров нечетких распределений [32].

Все эти алгоритмы работают с моделями нечеткого вывода Сугено.

Алгоритм ANFIS основан на последовательном применении двух шагов: на первом (при фиксированных параметрах нечетких термов) с помощью метода наименьших квадратов определяются оптимальные значения параметров для заключений правил; на втором (при фиксированных заключениях) с помощью алгоритма обратного распространения ошибки уточняются параметры функций распределения нечетких термов. Эти два шага повторяются в цикле, пока не перестанет повышаться точность модели.

Второй алгоритм базируется на методе кластеризации, предложенном в [31]. В этом алгоритме последовательно находятся центры кластеров исходных данных, которые далее используются как прототипы нечетких правил. Параметры функций распределения термов определяются на основе центров кластеров и задаваемого пользователем радиуса. Значения заключений правил определяются методом наименьших квадратов.

Первые два алгоритма хорошо себя зарекомендовали и реализованы, например, в составе Fuzzy System Toolbox в системе Matlab. Следуя названию соответствующей функции в Matlab, будем называть второй алгоритм алгоритмом `genfis2`.

В работе [32] авторами было предложено развитие алгоритма `genfis2`. В модифицированном нами алгоритме параметры функций распределения нечетких термов определяются путем их максиминной μ/E -оценки. Нами было показано, что в некоторых случаях это позволяет получить более высокую точность аппроксимации, чем при использовании алгоритма `genfis2`.

Отметим, что алгоритм ANFIS работает только с одномерными нечеткими термами, и, соответственно, его база правил порождается

декартовым произведением терм-множеств для всех входных переменных. Второй и третий алгоритмы работают с многомерными термами.

Апробация алгоритма

Следуя параметрам экспериментов, описанных в [1], в качестве прогнозного горизонта мы взяли промежуток времени в 15 мин, в качестве периода основания прогноза – 30 мин.

В качестве целевой была выбрана неисправность устройства HEATEQ с кодом 17721 (далее – HEATEQ_17721). Эта неисправность не приводит к аварийной ситуации, но свидетельствует об ограничении или невозможности работы системы отопления.

На этапе отбора значимых параметров КУЭВ были отобраны 28. Полученный набор соответствует использовавшемуся в работе [1].

Блоки данных были случайным образом разделены на обучающие и контрольный наборы. В обучающий вошло 24 блока, в контрольный – 16.

Блоки данных с отобранными переменными использовались для обучения глубокой нейронной сети с архитектурой, представленной на рисунке 2. Затем сеть использовалась для проецирования блока в двумерное пространство. Так как алгоритм обучения является стохастическим, при каждом его запуске могут быть получены различающиеся сети и, соответственно, различающиеся проекции. Проведенные испытания показали, что получаемые проекции не имеют существенных отличий друг от друга. Пример одной из проекций представлен на рисунке 3.

Для определения качества работы различных алгоритмов проектирования систем нечеткого вывода спроецированные в двумерное пространство данные обучающей выборки подавались на вход всем трем алгоритмам проектирования, после чего полученные системы проверялись на контрольном наборе. Во время проверки выходное значение больше 0,5 рассматривалось как прогноз аварийной ситуации, меньше 0,5 – нормальной. В обучающей выборке эти ситуации пред-

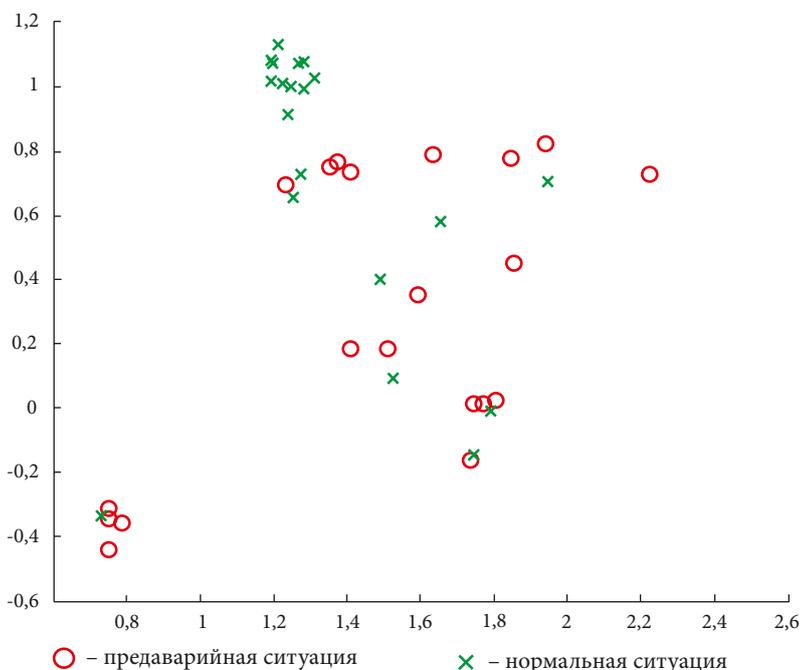


Рис. 3. Пример проекции исходных данных в двумерное пространство

ставлялись значениями 1 и 0 соответственно. Один из примеров выхода системы нечеткого вывода, созданный по алгоритму μ/E -оценки, показан на рисунке 4.

Данная операция была повторена многократно, приведенные далее данные накоплены в ходе 130 экспериментов, в каждом из которых деление на обучающую и контрольную выборки проводилось заново. В качестве критерия качества использовалось число ошибок классификации. Обучение алгоритмом ANFIS проводилось с параметрами по умолчанию, для двух других алгоритмов осуществлялся поиск значения параметра радиуса влияния центра кластера, обеспечивающего наименьшую ошибку на контрольном множестве.

В первую очередь необходимо отметить, что самые плохие результаты показал алгоритм ANFIS. В 85% случаев созданные им системы нечеткого вывода уступали системам, созданным другими алгоритмами.

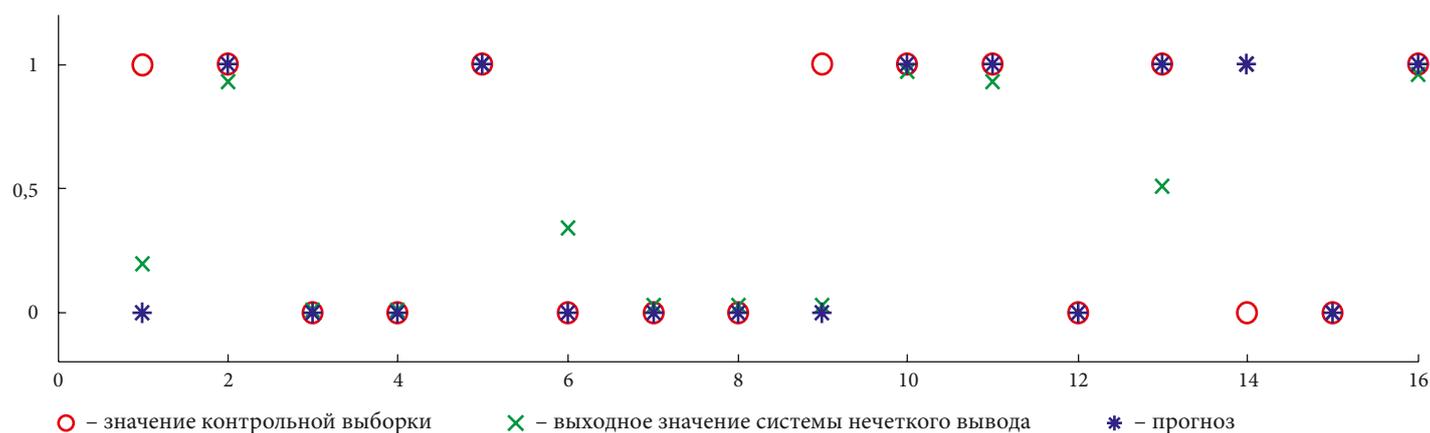


Рис. 4. Вывод системы в одном из экспериментов

На эффективность работы алгоритмов *genfis2* и μ/E -оценки существенно повлияла нормализация данных в двумерном пространстве. В случае когда на вход системы нечеткого вывода непосредственно подавались значения, полученные из нейронной сети, авторский алгоритм, основанный на максиминной μ/E -оценке параметров нечетких распределений, смог достичь минимального числа ошибок в 70% случаев. В то же время, если данные нормализовались так, чтобы значения обеих

переменных лежали в интервале от 0 до 1, то этот алгоритм достигал минимального числа ошибок в 50% случаев.

В таблице 1 приведены средние значения числа ошибок, полученных различными алгоритмами.

Отметим, что в связи с вычислительной неустойчивостью реализации вычисления максиминной μ/E -оценки авторский алгоритм не мог быть применен для некоторых значений радиуса, с которыми успешно работает алгоритм 2.

Табл. 1. Результаты тестирования алгоритмов проектирования систем нечеткого вывода

	Без нормализации данных	С нормализацией данных
Алгоритм ANFIS	5,96 (37%)	5,40 (34%)
Алгоритм <i>genfis2</i>	4,23 (26%)	3,48 (22%)
Алгоритм μ/E -оценки	4,03 (25%)	4,16 (26%)

Анализ и выводы

Интересным представляется факт плохих результатов, показанных алгоритмом ANFIS. В связи с тем, что он выполняет множество итераций уточнения параметров, как правило, его результаты оказываются лучше, чем одношаговых алгоритмов *genfis2*

и μ/E -оценки [17, 18]. Мы считаем, что в данном случае причиной его неудач послужила структура данных, которая может быть лучше описана с помощью многомерных термов, чем с помощью декартова произведения одномерных.

Анализ поведения алгоритмов *genfis2* и μ/E -оценки говорит о том, что в случае ненормализованных данных использование μ/E -оценки параметров функций распределения нечетких термов позволяет точнее описать структуру данных, чем с помощью задаваемого пользователем параметра. В случае μ/E -оценки используется распределение, которое может быть не симметрично относительно осей координат, в то время как используемые *genfis2* распределения ограничены функциями, одинаково убывающими при удалении от центра в любом направлении. После нормализации данных их распределение принимает более равномерный характер, и преимущества μ/E -оценки уменьшаются.

Надо отметить, что одной из причин, по которой алгоритму μ/E -оценки не удалось полностью проявить свои возможности, является возникновение вычислительных проблем. В связи с небольшим числом точек обучающего множества во многих случаях размер получаемых кластеров слишком мал, чтобы провести оценку параметров соответствующей функции распределения. Возможными направлениями решения этой проблемы могут быть:

- улучшение алгоритма кластеризации (необходимо отметить, что, хотя алгоритм μ/E -оценки не использует задаваемый исследователем параметр для определения функции распределения нечеткого терма, он все еще используется на этапе кластеризации);
- разработка метода и устойчивой вычислительной процедуры оценки параметров функций распределения для малого числа точек;
- сбор новых данных и увеличение размеров обучающей выборки.

Резюмируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что рассмотренная в статье архитектура пригодна для создания системы прогнозирования возникновения неисправностей в электрооборудовании вагона. Как показали предварительные расчеты, проведенные специалистами ОАО «ТВЗ», ожидаемое сокращение затрат на техническое обслуживание вагонов от внедрения подобной системы может достигать 25 тыс. руб. в год на вагон.

Список использованной литературы

1. Иванова Е.И., Сорокин С.В. Оптимизация базы данных и построение модели прогнозирования неисправностей вагонного оборудования на основе нейросетевых технологий и методов эволюционного программирования для информационной системы управления железнодорожным транспортом // *Нечеткие системы и мягкие вычисления*. – 2012. Том 7. – № 2. – С. 89–98.
2. Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 №877-р «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» [Электрон. ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://doc.rzd.ru/doc/public/ru?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&id=3997.
3. Иванова Е.И., Гордеев Р.Н., Михайлов В.В., Северов А.В., Язенин А.В. Модель централизованной интеллектуальной информационной системы для решения задач диагностики и прогнозирования неисправностей вагонного оборудования на железнодорожном транспорте // *Нечеткие системы и мягкие вычисления*. – 2012. Том 7. – № 2. – С. 51–71.
4. Li P., Goodal R.M. Model Based Approach to Railway Vehicle Fault Detection and Isolation. – 2003 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.65.6317&rep=rep1&type=pdf>.
5. Hayashi Y., Tsunashima H., Marumo Y. Fault Detection Of Railway Vehicle Suspension System Using Multiple-Model Approach // *Journal of Mechanical Systems for Transportation and Logistics*. – 2008. – V. 1, no. 1.
6. Xiukun W., Limin J., Hai L. A comparative study on fault detection methods of rail vehicle suspension systems based on acceleration measurements // *Vehicle System Dynamics*. – 2013. – V. 51 (5). – P. 700–720.
7. Marsland S. Novelty Detection in Learning Systems // *Neural Computing Surveys* 3. – 2002. P. 1–39.
8. Cury A., Cremona C. Assignment of structural behaviours in long-term monitoring:

- Application to a strengthened railway bridge// Structural Health Monitoring. – 2012. – V. 11, no. 4. – P. 422–441.
9. Chang F.K. Structural Health Monitoring: 2000. – Technomic, Lancaster, 2000.
 10. Wolfs P., Bleakley S., Senini S., Thomas P. A Distributed Low Cost Device for the Remote Observation of Track and Vehicle Interactions, CORE 2006, 30 April – 3 May 2006, Melbourne, Australia, Railway Technical Society of Australasia, Melbourne.
 11. Jia S., Dhanasekar M. Detection of Rail Wheel Flats Using Wavelet Approaches // Structural Health Monitoring – 2007. – V. 6, no. 2. – P. 121–131.
 12. Tsunashima H., Naganuma Y., Matsumoto A., Mizuma T., Mori H. Condition Monitoring of Railway Track Using In-Service Vehicle, Reliability and Safety in Railway. – Dr.Xavier Perpinya (Ed.), ISBN: 978-953-51-0451-3, InTech, 2012.
 13. Fuqing Y. Failure Diagnostics Using Support Vector Machine. Doctoral Thesis. – Lulea University of Technology, 2011.
 14. Skarlatos D., Karakasis K., Trochidis A. Railway wheel fault diagnosis using a fuzzy-logic method // Applied Acoustics. – 2004. – V. 64. – P. 951–966.
 15. Oukhellou L., Debiolles A., Denoeux T., Aknin P. Fault diagnosis in railway track circuits using Dempster-Shafer classifier fusion // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2010. – V. 23 (1). – P. 117–128.
 16. Chen J., Roberts C., Weston P. Fault detection and diagnosis for railway track circuits using neuro-fuzzy systems // Control Engineering Practice. – 2008. – V. 16 (5). – P. 585–596.
 17. Jang J.S.R. ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system // IEEE Trans. on Systems, Man & Cybernetics. – 1993, no 23(3). – P. 665–685.
 18. Schlake B.W., Barkan C.P.L., Edwards J.R. Impact of Automated Condition Monitoring Technologies on Railroad Terminal Performance. Proceedings of Annual AREMA Conference. – 2010.
 19. Breiman L., J.H. Friedman, R.A. Olshen, Stone C.J. Classification and regression trees / Monterey, CA: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1984. ISBN 978-0-412-04841-8.
 20. Breiman L. Random Forests // Machine Learning. – October 2011. – V. 45 (1), P. 5–32.
 21. Salakhutdinov R., Hinton G. An Efficient Learning Procedure for Deep Boltzmann Machines // Neural Computation. – August 2012. – V. 24, no. 8. P. 1967–2006.
 22. L.J.P. van der Maaten. Learning a Parametric Embedding by Preserving Local Structure // In Proceedings of the Twelfth International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AI-STATS), JMLR W&CP 5:384-391, 2009.
 23. Rojas R. Neural Networks. A systematic introduction. Springer-Verlag, Berlin, 1996.
 24. Bengio, Yoshua, P. Simard, P. Frasconi. Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult. *Neural Networks, IEEE Transactions on* 5.2 (1994). P. 157–166.
 25. Hinton G.E. Training products of experts by minimizing contrastive divergence // Neural Computation. – 2002, – no. 14(8). P. 1771–1800.
 26. Welling M., Rosen-Zvi M., Hinton G. Exponential family harmoniums with an application to information retrieval // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2004. – V. 17. P. 1481–1488.
 27. Hinton G.E., Salakhutdinov R.R. Reducing the dimensionality of data with neural networks. – Science, 313(5786), 2006. – P. 504–507.
 28. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
 29. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control // IEEE Trans. Systems, Man, Cybernetics. – 1985 SMC-15, (1). P. 116–132.
 30. Kosko B., Fuzzy Systems as Universal Approximators //IEEE Transactions on Computers. – November 1994. V. 43, no. 11. – P. 1329–1333.
 31. Chiu Stephen L. Fuzzy model identification based on cluster estimation // Fuzzy Sets and Systems. – 1994, no. 3. P. 267–278.
 32. Сорокина И.В., Сорокин С.В. К задаче оценки параметров многомерных возможных распределений // Нечеткие системы и мягкие вычисления. – 2013. Том 8. – № 2. С. 101–111. 

БАМ – СИМВОЛ ЭПОХИ



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



Ю. И. Филатов,
историк транспорта, член
авторского коллектива альманаха
«Локотранс»

Апрель 1974 года считается отправной точкой, положившей начало строительству самой сложной, долгой и символической стройки советского периода истории России – Байкало-Амурской магистрали. Сорок лет назад после грандиозных изысканий и начала строительства «Малого БАМа» первый молодежный отряд – посланцы советского комсомола – отправился на строительство «Большого БАМа».

Предыстория большой стройки

Идея строительства этой дороги была выдвинута впервые в 80-е годы XIX века. В 1888 году в Русском техническом обществе на обсуждение вынесли проект постройки Транссибирской железной дороги с трассировкой севернее озера Байкал. В июле-сентябре 1889 года экспедиция под руководством полковника Волошина провела глазомерную съемку и обследовала маршруты от реки Ангара через Байкальский и Северо-Муйский хребты в долину реки Муя, а также между реками Буя и Черный Урюм – как раз по тем местам, где сейчас пролегает трасса БАМа. Изыскатели, столкнувшись со сложными горно-географическими условиями и отсутствием какой-либо человеческой деятельности по трассе будущей дороги, учтя огромные трудности и непомерные расходы при ее сооружении, отказались от этого варианта, предложив более легкий – трассы с обходом южнее озера Байкал.

В 1924 году Совет Труда и Оборона СССР утвердил перспективный план строительства железных дорог страны, впервые обозначив контуры будущего «Второго Транссиба». С 1926 года Отдельный корпус железнодорожных войск начал проводить топографическую разведку будущей трассы. Полученные материалы были использованы в 1930 году при подготовке проектных предложений правительству о прокладке второго широтного пути через Сибирь. Тогда дорога впервые получила условное название Байкало-Амурской магистрали.

В 1931 году Дальжелдорстрой НКПС произвел рекогносцировочные изыскания по направлениям: Ключи – Киренск, Бочкарево – Николаевск-на-Амуре, Большой Невер – Алдан – Якутск, Хабаровск – Советская Гавань.

В 1932 году выходит постановление ЦК ВКП(б) и Совета Народных Комиссаров (СНК) СССР «О строительстве Байкало-Амурской железной дороги», на основании которого было организовано Управление строительства БАМа НКПС и развернуты проектно-изыскательские работы, а с 1933 года определено генеральное направление трассы: Тайшет – север Байкала – Тындинский – Ургал – Комсомольск-на-Амуре – Советская Гавань.

К осени 1932 года обнажается основная проблема стройки – нехватка рабочих рук. При необходимом количестве работников в 25 тыс. человек удалось привлечь только 2,5 тыс. Тогда СНК СССР решил передать строительство магистрали от НКПС к НКВД. В октябре 1932 года в г. Свободный Амурской области было организовано Управление железнодорожного строительства на Дальнем Востоке НКВД СССР. Позже на его базе создано Управление Байкало-Амурских лагерей (БАМлаг) НКВД. Его возглавил инженер Нафталий Френкель. Уже в 1935 году на строительстве железных дорог в системе БАМлага работало более 160 тыс. человек.

В 1933 году началось строительство железных дорог Бам – Тындинский и Волочаевка –



Нафталий Аронович Френкель (1883-1960 годы). Он обладал огромной энергией и работоспособностью. Высшее образование получил за границей. Начинал заключенным на Беломоро-Балтийском канале, закончил его строительство помощником руководителя стройки (практически ее организатором). Досрочно освобожден, награжден орденом Ленина. Впоследствии Нафталий Френкель – генерал-лейтенант инженерно-технических войск, начальник Главного управления НКВД.

Комсомольск-на-Амуре. Первый рабочий поезд пришел в Тындинский 7 ноября 1938 года. Дорога Волочаевка – Комсомольск-на-Амуре протяженностью 350 км была сдана в эксплуатацию в 1940 году.

17 августа 1937 года вышло второе постановление ЦК ВКП(б) и СНК СССР, утвердившее строительство дороги по существующей трассе от Тайшета до Советской Гавани. Для координации проектно-изыскательских работ был организован институт «БАМтранспроект» с филиалом в Иркутске. В 1939 году институт возглавил инженер-изыскатель Федор Гвоздевский, с тех пор тесно связавший свою судьбу с Байкало-Амурской магистралью.

Чтобы обеспечить доступ к зоне БАМа, пришлось построить более 3 000 км притрассовых автодорог. Объем земляных работ при строительстве магистрали – около 500 млн м³ грунта.

3 июля 1938 года вышло третье постановление СНК СССР, которое установило срок завершения строительства БАМа 1 ноября 1942 года. Тогда же развернулось строительство третьей дороги БАМа (Известковая – Ургал), которое было закончено в 1942 году. В 1938 году началось строительство западного участка от Тайшета до Братска, а в 1939 году по решению СНК СССР развернулись строительные работы на восточном участке Ургал – Комсомольск-на-Амуре –

Советская Гавань. Работами руководил Федор Гвоздевский. С началом Великой Отечественной войны работы на трассе БАМа были прекращены. В военные годы для строительства Волжской рокады и других стратегических линий были разобраны все построенные участки БАМа, кроме железной дороги Волочаевская – Комсомольск-на-Амуре.

Новый этап строительства Байкало-Амурской магистрали наступил в 1943 году, когда Государственный Комитет Обороны 25 мая 1943 года принял решение о сооружении железной дороги Комсомольск (Пивань-Пристань) – Советская Гавань длиной 475 км (стройка № 500). Руководителем стройки был назначен Федор Гвоздецкий. Первый поезд пришел в Советскую Гавань 15 июля 1945 года, а 31 декабря 1946 года линия была сдана в постоянную эксплуатацию.

В 1946 году возобновилось строительство железной дороги Тайшет – Братск – Усть-Кут длиной 733 км. С 1947 года строительством этой линии руководил Федор Гвоздецкий. Вот что писал о сооружении этой дороги Александр Побожий – инженер-изыскатель, участник тех событий: «...По недосыпанному полотну и временным обходам на пересечении рек рельсовый путь удлинялся каждый день на два километра. Укладывались старые рельсы, скрепляемые деревянными накладками. Не беда, что дорога сшивается “на живую нитку”; по ней легковесные составы возят строителям металл, кирпич, продовольствие – все, что не-



Федор Алексеевич Гвоздевский (1901-1962 годы). Выпускник МИИТа (1931 год). В годы войны руководил строительством Волжской рокады (Сталинград – Саратов). Генерал-майор инженерно-технических войск, награжден тремя орденами Ленина. Его именем назван разъезд на БАМе.

обходимо для большого строительства. А там, за укладкой, возят поезда из карьера землю для отсыпки полотна и отсыпают балласт. Потом строители заменят старые рельсы новыми, тяжелыми и скрепят их надежно. Как и на Волжской рокаде, и на линии к Тихому океану изыскатели и строители непрерывно думали, как сократить объем земляных работ. Где автомашинами, где грабарками и тачками, опережая укладку, отсыпалось полотно, строились мосты. Каждый километр дороги значился в графике строителей – ему был отведен срок готовности под укладку...».

Кто строил дорогу? Тысячи заключенных разных национальностей с тачками и конными грабарками; вольнонаемные разных специальностей, японские военнопленные. Контингент заключенных был разный: сидевшие за особо опасные преступления, больше-срочники (со сроками до 25 лет), сидевшие по политическим делам, бывшие советские военнопленные немецких концлагерей. К концу 1947 года на сооружении дороги работало 57 622 человека. Из них 8 177 человек – вольнонаемных, 25 622 – военнопленные и 23 879 – заключенные. В 1948 году вышло постановление Совета Министров СССР, ужесточившее содержание заключенных в лагерях и тюрьмах. Военнопленных это постановление не касалось. В районе Тайшета был организован особый лагерь № 7 «Озерный» («Озерлаг»).

В начале 1949 года в «Озерлаге» было 2 342 заключенных, а к январю 1952 года – 37 093 человека спецконтингента.

Из-за каторжного труда и болезней порядка ¼ заключенных были не в состоянии работать, многие умирали. Один из бывших узников Тайшетлага Такэда Сиро образно заметил, что «каждая шпала от Тайшета до Братска – это погибший заключенный, русский или японец».

Основные работы на головном участке Тайшет – Братск были завершены в ноябре, а первый поезд пришел в Братск в декабре 1947 года. В конечную точку трассы Усть-Кут поезд пришел в декабре 1950 года. Достройка линии продолжалась 8 лет. В декабре 1958 года дорога Тайшет – Усть-Кут была сдана в постоянную эксплуатацию по старой трассе – мост через Ангару, а в сентябре 1961 года сдан участок Моргудон – Витим с дорогой через плотину Братской ГЭС. Мост через Ангару был разобран и увезен на новостройку Асино – Белый Яр в Томской области. Еще в 1951 году была восстановлена линия Известковая – Ургал, построена лесовозная дорога Комсомольск-на-Амуре – Березовый (Постышево) длиной 310 км, Кузнецовский и Дуссе-Алиньский тоннели. К 1967 году был электрифицирован участок Тайшет – Коршуниха с оборудованием его полуавтоматической блокировкой.

Начало строительства «Большого БАМа»

Еще в 1967 году с выходом постановления правительства возобновились изыскания на трассе БАМа. А с 10 апреля 1972 года вновь началось строительство «Малого БАМа»: отсыпаны первые кубометры грунта в железную дорогу Бам – Тында.

15 марта 1974 года страна впервые услышала слово «БАМ». В апреле 1974 года на XVII съезде ВЛКСМ был сформирован первый Всесоюзный отряд молодежи, направленный на строительство БАМа. 2 мая 1974 года группа бойцов отряда в составе 300 комсомольцев под командованием начальника строительного-монтажного поезда № 266 управления «Ангарстрой» Петра Петровича Сахно была доставлена вертолетами из Усть-Кута на место станции Таюра (впоследствии – Звездная).



Начало строительства, 1974 год

В июле 1974 года вышло постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О строительстве Байкало-Амурской магистрали», определившее порядок ее сооружения.

Строительство главного хода БАМа велось с шести направлений: от станции Лена на восток, от станции Тында на восток и на запад (первый рабочий поезд пришел в Тынду 8 мая 1975 года), от станции Ургал на восток и запад и от станции Комсомольск-на-Амуре на запад с перешивкой бывшей лесовозной дороги в первоклассную магистраль. Восточную часть магистрали от Тынды до Комсомольска-на-Амуре строили железнодорожные войска. Для руководства строительством были организованы два корпуса железнодорожных войск – в Тынде и Чегдомыне (Ургал).



Вокзал станции Тында, 1988 год

«Дорога железная, как ниточка тянется... А то, что построено – всю людям останется»

На трассе Байкало-Амурской магистрали применялся поточный метод строительства без временных схем: проводилась очистка трассы от леса, отсыпка земляного полотна по полному профилю, возведение капитальных мостов. Затем на земляное полотно укладывалась рельсошпальная решетка и отсыпался балласт с рихтовкой путей. Это позволяло сохранить земляное полотно и обеспечить пропуск тяжелой путевой и строительной техники. Следует заметить, что земляное полотно западного участка Лена – Тында сооружалось в двухпутном варианте. При строительстве мостов применялись прогрессивные конструкции (гофрированные металлические трубы, столбчатые опоры мостов, козловые устои, унифицированные бетонные блоки),

а также способы навесного монтажа и продольной надвигки пролетных строений. На участках вечномёрзлых грунтов для сохранения несущей способности основания насыпи



Строительство моста на Восточном участке БАМа

делали послойную укладку земляного полотна на песком, пенопластом и скальным грунтом, используя опыт сохранения вечной мерзлоты на линии Хребтовая – Усть-Илим.

Несмотря на то, что трасса БАМа проходит примерно на широте Москвы, Копенгагена и Глазго, район относится к Крайнему Северу: зима длится почти 8 месяцев, морозы порой доходят до отметки ниже $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, а высота снежного покрова на перевале Дабан (бывший Даван) превышает 1-2 м. Следует заметить, что Центральный и Восточный участки БАМа пролегают по районам вечной мерзлоты, глубина которой колеблется от одного-трех до нескольких сотен метров. Зона вечной мерзлоты простирается от Северо-Муйского до Дуссе-Алиньского хребта, что восточнее Ургала. Три четверти трассы – сейсмоопасная зона; за год регистрируется более 1000 мелких землетрясений. В районах горных хребтов Западного и Центрального БАМа постоянно наблюдаются обвалы, лавины, сели и оползни.

Бригаде путейцев Александра Бондаря, как лучшей в тресте, с 1980 года была доверена укладка пути от Северобайкальска до «золотого стыка». Бригада обосновалась тогда на станции Кичера, построив целую улицу с домами, которую называли Театральной в память Анатолия Байкова, бывшего профессионального режиссера, ставшего членом бригады Бондаря. Со своими новыми товарищами Байков создал народный театр; со спектаклями и постановками бондаревцы объехали тогда всю магистраль.



Феликс Викентьевич Ходаковский (01.03.1938 – по н. в.) Герой Социалистического Труда, кавалер двух орденов Ленина, Трудового Красного Знамени, Дружбы народов. Награжден многими медалями и знаками, в том числе «Почетный транспортный строитель», «Заслуженный строитель СССР».

Звание Героя Социалистического Труда Феликс Ходаковский получил 12 апреля 1966 года в возрасте 28 лет в должности прораба строительного-монтажного поезда № 299 управления «Ангарстрой» за успешное завершение строительства восточного участка «трассы мужества» Абакан – Тайшет, который был сдан в постоянную эксплуатацию 9 декабря 1965 года.

В дальнейшем Феликс Ходаковский возглавил завершение строительства линии Хребтовая – Усть-Илим и строительство вторых путей линии Тайшет – Лена (1972-1973 годы), руководил разворотом работ на западном участке БАМа. С 1974 по 1977 годы он возглавлял трест «Бамстроймеханизация», который вел сооружение земляного полотна линии Бам – Тынды – Беркатит и участка «Большого БАМа» на запад от Тынды. В августе 1977 года Ходаковский был назначен управляющим треста «Нижеангарсктрансстрой». Бурятский участок БАМа протяженностью более 500 км был самым сложным, трудным и дорогостоящим из всех участков БАМа. Общая протяженность тоннелей, сооружаемых на этом участке, составляла более 27 км. Строительство велось в условиях низких зимних температур (самая низкая зафиксирована около Уояна – -59°C), в районах с вечной мерзлотой, с крупными реками Верхняя Ангара, Витим и множеством небольших рек и ручьев с их бурными весенними и летними паводками. На трассе два перевальных хребта – Байкальский и Северо-Муйский, высокая сейсмичность – до 9 баллов. 26 км трассы шло по берегу знаменитого озера Байкал, что требовало аккуратного ведения строительных работ.

За три года, преодолевая горы и реки, сибирскую стужу, изнывающую летнюю жару и таежную мошару, бригадой Александра Бондаря было уложено без малого 600 км железнодорожного пути. А в июне 1984 года после длительного простоя (механизаторы с большими трудностями сооружали насыпь по участкам погребенных льдов) бригада Александра Бондаря установила мировой рекорд,

уложив за трое суток 16 км пути на перегоне Аку – Шиверы, выйдя 1 июля на мост через реку Витим.

29 сентября 1984 года на разъезде Балбухта Читинской области в 10 ч 10 мин. московского времени встретились бригады Александра Бондаря и Ивана Варшавского, уложив совместно «золотое звено», к которому шли 10 лет. А 27 октября на митинге в Тынде со-

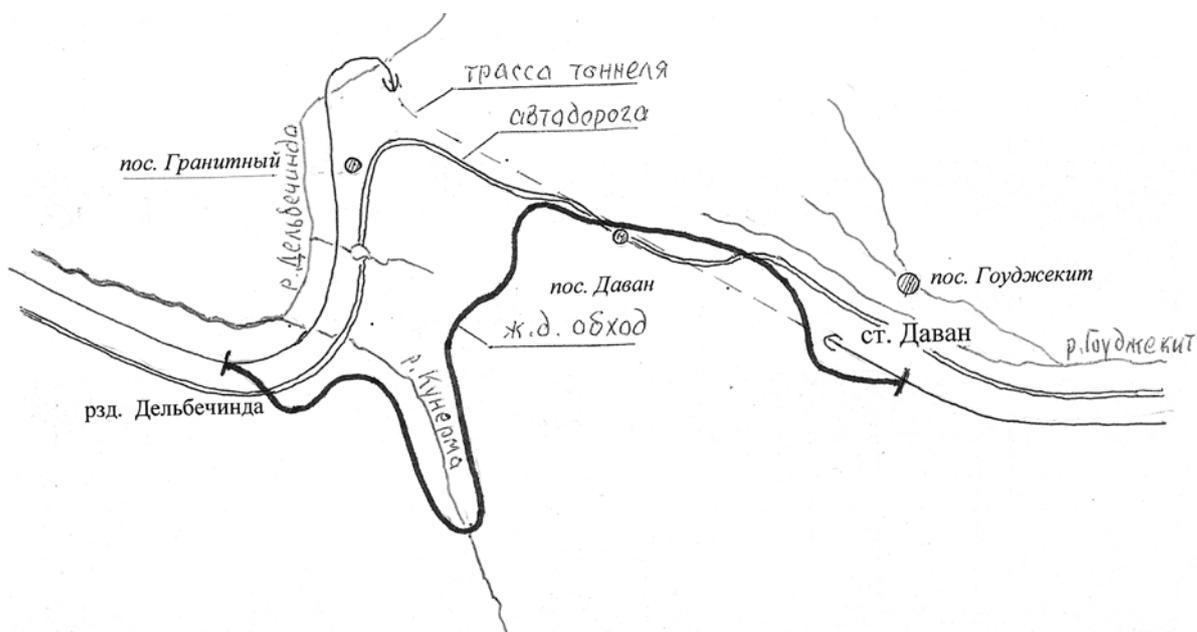


Схема железнодорожного обхода через перевал Даван



Александр Васильевич Бондарь (06.09.1952 – по н. в.).
За строительство БАМа удостоен звания Героя Социалистического Труда.

стоялось официальное открытие сквозного движения поездов по всей Байкало-Амурской магистрали.

Тоннельная эпоха БАМа заслуживает отдельного внимания. Из всех бамовских тоннелей в особенно трудных условиях велась проходка Северо-Муйского, а также Кодарского и Нагорненского в вечномёрзлых породах. Из-за длительной проходки тоннелей пришлось делать их временные обходы. При проектировке и в процессе их сооружения были разработаны оригинальные сейсмостойкие обделки, методы водопонижения, закрепления обводненных зон и тектонических разломов. К сожалению, проходка тоннелей не обходилась без человеческих жертв; при сооружении Северо-Муйского тоннеля погибло 57 строителей. При сооружении протяжённого Байкальского тоннеля длиной 6,7 км впервые в практике советского тоннелестроения была сооружена опережающая транспортно-дренажная штольня малого диаметра. Опыт сооружения такой штольни особо пригодился при сооружении Северо-Муйского тоннеля длиной более 15 км.

В разгар строительства магистрали коллектив бамовцев насчитывал примерно 130 тыс. человек более 75 национальностей. В строительных отрядах на БАМе работало более 50 тыс. студентов.

При сооружении магистрали и притрассовых дорог строители за десять лет выполнили более 570 млн м³ земляных работ, перекинули через реки и водотоки около 3 200 мостов и труб, уложили 5 000 км главных и станционных путей, возвели десятки железнодорожных станций, жилые дома общей площадью

На месте стыковки в Балбухте был установлен памятник, идея которого принадлежит Александру Бондарю.

свыше 570 тыс м², открыли новые школы, больницы, детские сады и ясли.

Рекорды были обычным делом. Если в начале стройки за год возводили 50 мостов, то за 9 месяцев 1984 года уложили 115!



Станция Куанда. Монумент в память о стыковке БАМа (открытие сквозного рабочего движения). «Рабочая» стыковка

В течение 1979-1989 годов магистраль была поэтапно введена в эксплуатацию по пусковому комплексу, а ряд участков – в полном проектом объеме. Оставался единственный барьерный участок – временный горный обход строящегося Северо-Муйского тоннеля, сооруженный в 1983 году с крутизной подъемов до 40% (40 м на километр пути). Движение по обходу осуществлялось только небольшими грузовыми поездами с постановкой нескольких тепловозов в голове и хвосте поезда. Пассажир-



Открытие сквозного движения по БАМу, 27.10.1984



Владимир Асланбекович Бессолов (28.05.1937 – 14.05.2011) – главный тоннельщик БАМа. Обладал сильной волей, невероятно быстрой и ошеломляющей реакцией, пронзительным, аналитическим умом. Кавказская мудрость и доброе отходчивое сердце выручали его в пиковых ситуациях. За строительство БАМа удостоен звания Героя Социалистического Труда.

В возрасте 37 лет в 1976 году Владимир Бессолов приехал в Нижнеангарск и отдал баумовским тоннелям 15 лет. Его пронзительный властный взгляд распознавал и сокрушал любого, кто хотел оправдать свою нерасторопность, необязательность объективными причинами. Как твердый, уверенный в себе руководитель, он воспитывал в своих подчиненных дисциплину и обязательность, основанную на прочных инженерных знаниях.



Ефим Владимирович Басин (3.01.1940 – по н. в.). Обладает жестким, сильным и очень волевым характером. Герой Социалистического Труда.

«В сонную жизнь «Ленабамстроя» Ефим Владимирович Басин ворвался, как свежий ветер, заразив всех энергией и каким-то юношеским азартом. Он всегда поражал элегантностью, немыслимой в условиях новостройки: в белоснежной рубашке, модном галстуке. Ефим Басин был абсолютно непохож на неторопливого Константина Мохортова (начальник Главного управления строительства БАМа, удостоен звания Герой Социалистического Труда), который любил дотошно разбирать каждый вопрос на долгих совещаниях. Басин их проводил прямо на стройплощадке, где и отдавались распоряжения голосом негромким, но все понимали – спуску не даст»¹.

В 1980-1984 годах Ефим Басин – заместитель начальника Главбамстроя на западном участке магистрали, отвечал за сооружение вторых путей линии Тайшет – Лена (Усть-Кут). В 1984 году Басин назначен первым заместителем начальника Главбамстроя и вместе с Константином Владимировичем Мохортовым и военными железнодорожниками обеспечивал сдачу участков магистрали в постоянную эксплуатацию. В феврале 1986 года Ефим Басин назначен заместителем Министра транспортного строительства СССР – начальником Главбамстроя.

К руководству Главбамстроем Ефим Басин пришел, когда все рельсы на магистрали были уложены. На его долю выпала самая тяжелая работа – сдать всю магистраль в постоянную эксплуатацию, доведя до «кондиции» тысячи больших и малых объектов.

ские поезда по обходу не пропускались, поэтому пассажиров через Северо-Муйский хребет перевозили на автомашинах-вахтовках.

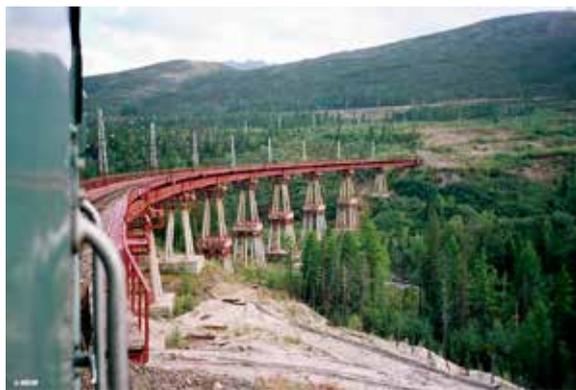
Этот обход в постоянном исполнении (длиной 54 км) принят в эксплуатацию 1 ноября 1989 года. На нем были сооружены два петлевых тоннеля, а также высокие виадуки на двухъярусных железобетонных опорах, установленных козловым способом, в том числе знаменитый Чертов мост на крутом повороте с уклоном через долину реки Итыкит. Крутизна подъемов на обходе – не более 18%. В настоящее время обход используется для пропуска поездов при

технологических «окнах» на Северо-Муйском тоннеле. Тогда же с ноября 1989 года БАМ вошел в сеть железных дорог МПС СССР как единая железная дорога (БАМЖД).

В итоге за более чем полувековой период сооружения Байкало-Амурской магистрали на ней были выполнены следующие работы:

- участок Тайшет – Лена (строительство – 1946-1958 годы);
- сооружение новой линии Моргудон – Видим через плотину Братской ГЭС с разборкой старого участка Братск – Видим в зоне затопления ГЭС (1958-1961 годы);

¹ Газета «Гудок», На карте много «белых пятен». Новому веку необходима своя стройка века, стр. 1, выпуск 08.07.2004



Источник: skyscrapercity.com

Чертов мост

- строительство второго пути и электрификация БАМа (1965-1967 и 1974-1989 годы);
- развитие станции Тайшет (продолжается до сих пор);
- магистраль Лена – Комсомольск-на-Амуре (строительство с обходом Северо-Муйского тоннеля, электрификация участка Лена – Таксимо и строительство станции Комсомольск II (1974-1989 годы);
- окончание сооружения Северо-Муйского тоннеля – (1978-2003 годы);
- участок Комсомольск – Советская Гавань (строительство – 1943-1946 годы); сооружение моста через Амур (1975 год); сооружение нового Кузнецовского тоннеля (2012 год).

Строителями БАМа был сделан большой вклад в практику сооружения железных дорог в условиях вечной мерзлоты: найден способ сохранения вечномерзлых грунтов с помощью термосифонов (жидкостных систем охлаждения), а также использованием каменной наброски с применением пенопласта и геотекстиля для отвода талых и дождевых вод. При электрификации БАМа найдены нетрадиционные решения сооружения продольных линий энергоснабжения с установкой опор в теле насыпи и заземления металлических конструкций на рельс.

Байкало-Амурская магистраль пролегает по территории Иркутской области, Республики Бурятия, Забайкальского края, Республики Саха (Якутия), Амурской области и Хабаровского края. Трасса дороги пересекает шесть судоходных рек: Лену, Верхнюю Ангару, Витим, Зею, Бурею, Амур и шесть горных хребтов: Байкальский, Северо-Муйский, Кодарский, Удоканский, Дуссе-Алиньский и Тукурингский. Построе-

но почти 3200 мостов, встречающихся почти на каждом километре. Три из них – внеклассные – через Витим, Зею, Амур – являются гордостью советского мостостроения. 142 моста имеют длину более 100 м (через Лену, Киренгу, Верхнюю Ангару, Мую, Чару, Икабью...). Более 1000 км пути проложено в районах вечной мерзлоты и высокой сейсмичности.

На трассе БАМа пробито восемь тоннелей общей длиной 30,5 км, построено более 200 железнодорожных станций и разъездов, шесть локомотивных депо – в Северобайкальске, Таксимо, Новой Чаре, Тынде, Верхнезейске и Ургале, свыше 60 городов и поселков.

Четверо из пяти строителей – в возрасте до 30 лет.

За годы строительства на трассе БАМа возникли 48 населенных пунктов, города Усть-Кут, Северобайкальск, ТYNда, Ургал. Поселки строителей Бурятского участка БАМа всегда вызывали повышенный интерес гостей своей архитектурой, образцовыми объектами торговли и общественного питания, клубами, спортивными залами и даже, что было редкостью тогда, плавательными бассейнами, детскими садами-яслями, музеями и другими сооружениями культуры и здравоохранения. Но все это давалось непросто.

За трудовые успехи в сооружении и эксплуатации БАМа орденами и медалями награждены более 94 590 человек. Из них удостоены звания Героя Социалистического Труда 16 человек¹. Награждены орденами Ленина – 50 человек, Трудового Красного Знамени – 432, Дружбы народов – 418, «Знак



Северобайкальск, 1974 год

² Данные на 1984 год, прим. ред.

Почета» – 950. Орденом Трудовой Славы I степени награждены 26 человек, орденом Трудовой Славы II степени – 148, орденом Трудовой Славы III степени – 820. Медалями «За трудовую доблесть» награждены 1 479 человека, «За трудовое отличие» – 1 577, «За строительство Байкало-Амурской магистрали» (1976-1990 годы) – 88 610.

БАМ и современная Россия

Окончательным завершением строительства Байкало-Амурской магистрали может считаться 5 декабря 2003 года, когда было открыто движение по Северо-Муйскому тоннелю. По своей протяженности (15 343 м) он является самым длинным тоннелем в России и пятым в мире. По условиям строительства тоннель не имеет аналогов: вечная мерзлота, обилие подземных вод, осыпи, обвалы, множество тектонических разломов. На его строительство ушло 25 лет!



Медаль за строительство Байкало-Амурской магистрали

Перед вводом магистрали в постоянную эксплуатацию население БАМа составляло более 1 млн человек.

БАМ обеспечивает хозяйственное обслуживание территории площадью в 1,5 млн км². В мировой практике нет примеров эксплуатации построенных участков железных дорог с одновременным продолжением их строительства.

С началом политических и экономических преобразований в России интерес государства

В июле 1996 года Коллегия МПС приняла решение о разделе и ликвидации Байкало-Амурской железной дороги. Западный участок магистрали от станции Лена до станции Хани (исключительно) был включен в состав Восточно-Сибирской железной дороги; восточный – от станции Хани до станции Комсомольск II – в состав Дальневосточной железной дороги.

к БАМу резко упал. Журналисты придумали для него ярлык «Дорога в никуда» и сделали из магистрали символ эпохи застоя. Правда была в том, что строившаяся как магистраль 1-го класса под большой грузопоток БАМ фактически оказалась, по классификации МПС, малодеятельной линией с размерами движения менее 8 пар поездов в сутки. По мнению одного из виднейших экономистов постсоветской России Егора Гайдара, проект строительства БАМа – характерный пример социалистической «стройки века»: «Проект дорогой, масштабный, романтический – перемена места, Сибирь, подкрепленный всей мощью советской пропаганды, экономически абсолютно бессмысленный...». Так он высказался в начале 2000-х в телепередаче «Намедни. 1961-2003. Наша эра».

Однако, как показало время, рост экономики Азии с восточной стороны России повлек за собой спрос на сырье: уголь, металлы, нефть. В начале нового века грузопоток по БАМу и Транссибу в порты Дальнего Востока стал расти такими темпами (в том числе благодаря льготным тарифам), что от статуса «малодеятельной линии» не осталось и следа. И изначальные планы по присоединению к БАМу разрабатываемых месторождений угля и железной руды столкнулись с тем, что новый груз из-за уже существующей сильной загруженности линии просто не получится вывезти. В результате этого в 2014 году государством было принято решение о реконструкции и расширении пропускных возможностей БАМа. Магистраль обрела вторую жизнь.

Таким образом, идея БАМа, родившаяся еще в XIX веке, нашла силы, средства и вдохновителей осуществить ее строительство в XX веке и подарить экономический и территориальный потенциал XXI веку. ☪

БЮРО ПО КАЧЕСТВУ «ТЕХНОТЕСТ» ИСПОЛНИЛОСЬ 5 ЛЕТ

ООО «Бюро по качеству «Технотест», учрежденное 23 января 2009 года, является отраслевым координатором внедрения международного стандарта IRIS. Компания была создана в целях содействия и координации предприятий железнодорожного машиностроения в области повышения эффективности функционирования систем менеджмента качества (СМК) и бизнеса.

В соответствии с протоколом №6 Общего собрания НП «ОПЖТ» ООО «Бюро по качеству «Технотест» (далее – Бюро) поручена отраслевая координация по внедрению стандарта IRIS в Российской Федерации и СНГ. Компания уделяет большое внимание внедрению стандарта, так как требования по его развитию заложены в основу политики ОАО «РЖД» в области стратегического управления качеством.

Основные функции Бюро:

- Реализация политики НП «ОПЖТ» в области обеспечения качества поставляемой продукции путем осуществления комплекса системных мероприятий по стратегическому взаимодействию предприятий и организаций железнодорожного машиностроения, осуществляющих изготовление и капитальный ремонт железнодорожного подвижного состава, его составных частей, технических устройств и компонентов железнодорожной инфраструктуры.
- Организация и проведение аудитов СМК предприятий, направленных на совершенствование методов управления качеством продукции, повышение степени соответствия установленным техническим требованиям, внедрение передовых инструментов обеспечения качества.
- Участие в процессе гармонизации стандартов и технических условий предприятий со стандартами НП «ОПЖТ».
- Осуществление мероприятий по систематизации работы предприятий с поставщиками, проведение выборочных проверок по качеству поставляемой

продукции субпоставщиками, которые комплектуют особо важные и сложные технические системы.

- Разработка методов оценки достижений предприятий в области качества с помощью установленных в НП «ОПЖТ» показателей.
 - Оказание методологического содействия предприятиям, осуществляющим мероприятия по сертификации систем менеджмента качества на соответствие требованиям международных стандартов и стандартов НП «ОПЖТ».
 - Осуществление по требованию заинтересованных организаций процедур проведения инспекционного и приемочного контроля продукции.
 - Организация и проведение обучений, подготовка руководителей и специалистов предприятий транспортного машиностроения передовым методам организации систем менеджмента качества, требованиям международных стандартов.
 - Разработка нормативных документов.
- Внедрение стандарта IRIS на отечественных предприятиях железнодорожного машиностроения началось с курса семинаров, которые были проведены с привлечением экспертов Центра менеджмента IRIS. В 2009-2013 годах прошло восемь обучающих семинаров, на которых квалификацию тренера для дальнейшего каскадного внедрения требований стандарта IRIS на отечественных предприятиях получили 150 специалистов. Обучение требованиям стандарта IRIS на предприятиях прошли порядка 17 000 сотрудников.

Внедрение международного стандарта IRIS

За пятилетний период Бюро были разработаны следующие нормативные документы:

- СТО ОПЖТ 16-2011 «Инспекционный и приемочный контроль продукции. Организация и порядок проведения».
- СТО ОПЖТ 22-2012 «Порядок оценки и одобрения производства железнодорожной продукции».
- СТО ОПЖТ 23-2012 «Методические рекомендации ОПЖТ. Внедрение стандарта IRIS на российских предприятиях железнодорожной промышленности».
- СТО ОПЖТ 27-2013 «Служба технического контроля качества организации. Основные положения и требования».
- СТО ОПЖТ 28-2013 «Порядок утверждения полномочий организаций на право оказания консалтинговых услуг по внедрению и услуг по обучению требованиям стандарта IRIS. Требования к консультантам и порядку их аттестации».
- СТО ОПЖТ 29-2013 «Порядок утверждения полномочий организаций на осуществление инспекцион-

Были проведены семинары на следующих зарубежных предприятиях железнодорожного машиностроения:

- 13-17.09.2010 – AnsaldoBreda (Пистойя, Италия);
- 10-14.10.2011 – Knorr-Bremse (Мюнхен, Германия);
- 16-21.04.2012 – Alstom (Ла-Рошель, Франция);
- 20-21.06.2012 – Siemens (Крефельд, Германия);
- 15-19.04.2013 – Bombardier (Рим, Италия);
- 7-14.07.2013 – Caterpillar, Amsted Rail (Параголд, Чикаго, Манси, США);
- 14-18.10.2013 – Alstom (Бельфор, Франция);
- 17-23.11.2013 – Nippon Steel (Токио, Япония);
- 24-28.02.2014 – Knorr-Bremse, Siemens (Мюнхен, Германия);

На российских предприятиях:

- 2-4.02.2011 – ОАО «Ижевский радиозавод»;
- 12-14.07.2011 – ОАО «Ижевский радиозавод».



ного и приемочного контроля. Требования к персоналу и порядку его аттестации».

- СТО ОПЖТ 31-2013 «Концепция внедрения бережливого производства на предприятиях железнодорожного машиностроения».

На 1 апреля 2014 года в России и СНГ 55 организаций привели свои производственные системы в соответствии с требованиями международного стандарта IRIS. В 2014 году готовятся пройти процедуру сертификации не менее 25 предприятий. Таким образом, в текущем году более 80% основных производителей будут сертифицированы по требованиям стандарта IRIS.

Следующим важным шагом станет сертификация поставщиков и субпоставщиков крупных сборочных заводов до тех пор, пока не будет охвачена вся цепочка производства железнодорожной техники. Проводимая Бюро работа способствует активному развитию отечественного машиностроения, повышению качества и надежности выпускаемой продукции. Практические и обучающие семинары, организуемые на ведущих европейских предприятиях Siemens, Alstom, Bombardier,

AnsaldoBreda, создавших стандарт и поддерживающих его принципы, помогают российским специалистам более детально ознакомиться на практике с преимуществами внедрения стандарта IRIS.

В 2014 году Бюро запланировало проведение:

- серии обучающих семинаров, посвященных вопросам изучения требований стандарта IRIS;
- технического аудита, инспекционного и приемочного контроля на машиностроительных предприятиях;
- выездного семинара на металлургическом предприятии Voestalpine AG (июнь, Линц, Австрия);
- обучающего семинара по стандарту IRIS с участием генерального менеджера IRIS Б. Кауфмана, (июль, Москва);
- выездного семинара на заводе Talgo (октябрь, Мадрид, Испания);
- награждения финалистов конкурса ОАО «РЖД» на лучшее качество подвижного состава и сложных технических систем (ноябрь, Берлин).

С начала этого года функционирует сайт www.bctt.ru. На данном портале можно найти информацию обо всех предстоящих обучении, выездных семинарах и др.

Анализ технических решений по повышению устойчивости рельсовых опор бесстыкового пути

Лосев Геннадий Геннадьевич, член секции новаторов НП «Кировский ЦНТИ-РИИЦ»

Контактная информация: 610047, Россия, Кировская область, Киров, ул. Стахановская, д. 16, кв. 89, тел.: +7 (962) 891-54-39, e-mail: glysev@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена решению актуальных проблем бесстыкового железнодорожного пути: исключению угона и выброса рельсошпальной решетки. Это позволит увеличить скорость и безопасность движения поездов. Позитивный эффект достигается благодаря многократному повышению усилия сдвига шпал в балластной призме железнодорожного пути. Сущность нововведений состоит в размещении зубьев на подошве рельсовой опоры. Оригинальность их расположения совместно с новым способом выправки железнодорожного пути позволит добиться исключения угона, выброса и осадки рельсов под действием поездной нагрузки.

Ключевые слова: бесстыковой путь, выброс железнодорожного пути, угон железнодорожного пути, усилие сдвига шпал, безопасность движения поездов, старогонные железобетонные шпалы, идеальная стабилизация балласта.

Оценка динамического воздействия подвижного состава на объекты железнодорожной инфраструктуры

Явна Виктор Анатольевич, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Физика» ФГБОУ ВПО РГУПС

Кругликов Александр Александрович, к.т.н., ассистент, кафедра «Путь и путевое хозяйство» ФГБОУ ВПО РГУПС

Хакиев Зелымхан Багауддинович, к.ф.-м.н., доцент, кафедра «Физика» ФГБОУ ВПО РГУПС

Шаповалов Владимир Леонидович, к.т.н., доцент, кафедра «Путь и путевое хозяйство» ФГБОУ ВПО РГУПС

Окост Максим Викторович, к.т.н., доцент, кафедра «Путь и путевое хозяйство» ФГБОУ ВПО РГУПС

Морозов Андрей Владимирович, к.т.н., доцент, кафедра «Физика» ФГБОУ ВПО РГУПС

Контактная информация: 344038, Россия, Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2, тел.: +7 (863) 272-63-52, 272-64-20, e-mail: cpd@rgups.ru

Аннотация: Статья посвящена анализу динамического воздействия подвижного состава на высокие насыпи с целью выработки информационных каналов для проектирования систем мониторинга. Для выяснения особенностей функционирования высоких насыпей в работе используется метод компьютерного моделирования, адекватность которого проверена экспериментально. Изучено влияние низкочастотных колебаний на устойчивость конструкции высоких железнодорожных насыпей. Предложена методика определения динамических нагрузок от подвижного состава по результатам компьютерного моделирования и экспериментальных измерений скоростей распространения виброколебаний в теле насыпи.

Ключевые слова: железнодорожный путь, земляное полотно, подвижной состав, динамическая нагрузка, виброакустический метод, моды колебательной системы, компьютерное моделирование, коэффициент устойчивости.

Technical Solutions for Steadiness Improvement of Continuous Welded Rails Rail Support

Gennady Losev, Member of innovators subdivision, NP Kirov Center for Research, Technology and Innovations – RIIC

Contact information: Stakhanovskaya St. 16-89, Kirov, Kirov Region, Russia, 610047, tel.: +7 (962) 891-54-39, e-mail: glysev@mail.ru.

Abstract: The article describes the solutions for relevant issues connected with continuous welded rails: prevention of rail creeps and ejection of track panel. Implementation of these solutions will help to increase the speed and ensure safety of the traffic. The positive effect is achieved due to the multifold increase of the transverse force of railway ties in a ballast section. The core of the innovative approach is placing tines in a rail support base. Location of tines and the new way of track alignment will prevent rail creep, track buckling caused by trains pressure.

Keywords: continuous welded rails, track buckling, rail creep, railway tie transverse force, railway traffic safety, used railway ties, track ballast stabilisation.

Evaluation of the Rolling Stock Dynamic Influence on the Railway Infrastructure

Victor Yavna, Professor, Doctor of Physics and Mathematics, Head of the Physics Department, Rostov State Transport University

Alexander Kruglikov, Ph.D., Assistant Professor, Department of Railroad and track facilities, Rostov State Transport University

Zelimkhan Khakiev, Ph.D., Associate Professor, Department of Physics, Rostov State Transport University

Vladimir Shapovalov, Ph.D., Associate Professor, Department of Railroad and track facilities Rostov State Transport University

Maxim Okost, Ph.D., Associate Professor, Department of Railroad and track facilities Rostov State Transport University

Andrey Morozov, Ph.D., Associate Professor, Department of Physics, Rostov State Transport University

Contact information: Narodnogo opolcheniya St. 2, Rostov-on-Don, Russia, 344038, tel.: +7 (863) 272-63-52, 272-64-20, e-mail: cpd@rgups.ru

Abstract: In the article the analysis of the rolling stock dynamic influence on high embankments is given in order to identify the communication channels for designing the monitoring systems. To determine the operational characteristics of the high embankments in the work we used a method of computer simulation which was experimentally verified. The influence of low-frequency oscillations on structural stability of the high railway embankments is studied. Computer simulation and experimental measurements are performed to determine the velocities of vibro-oscillations propagation in the embankment body. As a result the method for determination of dynamic loads from rolling stock is proposed.

Keywords: railway track, roadbed, rolling stock, dynamic load, vibroacoustic method, oscillatory system modes, computer modeling, stability factor.

Система технического регулирования в области железнодорожного транспорта России

Матюшин Владимир Алексеевич, к.т.н., профессор, вице-президент НП «ОПЖТ»

Контактная информация: 107996, Россия, Москва, Рижская площадь, 3, тел.: +7 (499) 262-27-73, e-mail: opzt@opzt.ru

Аннотация: Статья содержит краткий обзор развития системы технического регулирования на железнодорожном транспорте в период 1997-2013 годы. В ней изложены основы новой системы технического регулирования на пространстве стран Таможенного союза, вводимой 2 августа 2014 года. Дается краткое описание проведенной работы, обеспечивающей их введение. Перечислены трудности переходного периода и меры, принимаемые Евразийской экономической комиссией для их снижения.

Ключевые слова: техническое регулирование, технический регламент, сертификация, оценка соответствия, аккредитация, Таможенный союз.

Технология замены стрелочных переводов путеукладчиком DESEC Tracklayer

Пермяков Михаил Александрович, директор по продажам Россия и СНГ Kirow Ardelt GmbH

Субботин Валерий Алекович, генеральный директор ООО «НТП «Ресурс»

Контактная информация: 04179, Германия, Лейпциг, Шпиннерайштрассе, 13, тел.: +49 (341) 4953-228, e-mail: mikhail.permyakov@kirow.de
454020, Россия, Челябинск, ул. Курчатова, 23б, тел.: +7 (351) 247-28-30, e-mail: ntp_resurs@mail.ru

Аннотация: На сети железных дорог колеи 1520 мм применяются различные технологии замены и укладки стрелочных переводов. В статье рассматриваются две из них, основанные на использовании путеукладчика DESEC Tracklayer. Также приведено сравнение технических и эксплуатационных характеристик традиционного укладочного крана (УК) и инновационного DESEC Tracklayer.

Ключевые слова: путеукладчик DESEC Tracklayer, замена стрелочных переводов, преимущество, разработка.

Инновационный электропривод для транспорта на базе реактивных индукторных электрических машин

Киреев Александр Владимирович, к.т.н., генеральный директор ЗАО «НТЦ «ПРИВОД-Н»

Кожемяка Николай Михайлович, к.т.н., технический директор ЗАО «НТЦ «ПРИВОД-Н»

Судаков Сергей Сергеевич, председатель совета директоров концерна «Перспективные электротрансмиссии»

Контактная информация: 346428, Россия, Ростовская область, Новочеркасск, ул. Кривошлыкова, д. 4а, тел.: +7 (8635) 22-29-17, e-mail: akireev@privod-n.ru, nkozhemyaka@privod-n.ru, SSudakov@veles-capital.ru

Аннотация: Статья посвящена вопросам внедрения индукторного тягового электропривода на транспортных

The technical regulation in the field of railway transport in Russia

Vladimir Matushin, Ph.D., Professor, Vice-President of NP UIRE

Contact information: Rizhskaya sq., 3, Moscow, Russia, 107996, tel.: +7 (499) 262-27-73, e-mail: opzt@opzt.ru

Abstract: This article contains a brief overview of the railway transport technical regulation system development within the period of 1997-2013. It formulates the foundations of the new technical regulation system in the Customs Union countries, which will be introduced since August 2, 2014. It also presents a brief description of the undertaken work for ensuring its introduction and lists the transitional difficulties and measures taken by the Eurasian Economic Commission for their reduction.

Keywords: technical regulation, technical rules, certification, conformity assessment, accreditation, the Customs Union.

Turnout replacement methods with DESEC Tracklayer

Mikhail Permyakov, Sales director Russia and CIS Kirow Ardelt GmbH

Valeriy Subbotin, Director General, JSC NTP Resurs

Contact information: Spinnereistrasse 13, Leipzig, Germany, 04179, tel.: +49 (341) 4953-228, e-mail: mikhail.permyakov@kirow.de
Kurchatova St. 23b, Chelyabinsk, Russia, 454020, 236, tel.: +7 (351) 247-28-30, e-mail: ntp_resurs@mail.ru

Abstract: In railway network of 1520 mm apply different technology of turnout replacement and installation. The paper presents two methods based on the use of DESEC Tracklayer. Also technical and operational characteristics of the traditional track laying crane UK and innovative DESEC Tracklayer are compared.

Keywords: DESEC Tracklayer, turnout replacement, advantage, discovery.

Innovative Electric Drive for Transport Based on the Switched Reluctance Electric Motor

Alexander Kireev, Ph.D., Director general JSC "STC "PRIVOD-N"
Nikolay Kozhemyaka, Ph.D., Technical director JSC "STC "PRIVOD-N"

Sergey Sudakov, Chairman of the board, Perspective Electrotransmissions Concern

Contact information: Krivoslykov St. 4a, Novocherkassk, Rostov region, Russia, 346428, tel.: +7 (8635) 22-29-17, e-mail: akireev@privod-n.ru, nkozhemyaka@privod-n.ru, SSudakov@veles-capital.ru

Abstract: The article is dedicated to the implementation of traction switched reluctance electric drive for vehicles. The information about the main advantages of switched reluctance electric

средствах. Представлена информация об основных преимуществах реактивных индукторных электрических машин. Приведены основные технические характеристики комплекта электрооборудования, разработанного для маневровых тепловозов с электрической передачей.

Ключевые слова: индукторный электропривод, тяговый электропривод, электрическая передача.

Готовность вагоноремонтных предприятий к обслуживанию инновационных вагонов

Лосев Дмитрий Николаевич, заместитель генерального директора по техническому развитию ООО «Объединенная вагонная компания»

Контактная информация: 115184, Россия, Москва, Старый Толмачевский пер., д. 5, тел.: +7 (499) 999-15-20, e-mail: info@uniwagon.com

Аннотация: В публикации освещены этапы ее развития, подготовка вагоноремонтных предприятий к проведению ремонта узлов и деталей инновационных тележек, а также плановых видов ремонта вагонов. В статье приведено сравнение экономической эффективности на плановых видах ремонта инновационного полувагона и типового вагона на тележках модели 18-100 на протяжении всего срока службы.

Ключевые слова: Объединенная вагонная компания, инновационный вагон, тележка модели 18-9810 и 18-9855, сервисное обслуживание, гарантийный и постгарантийный ремонт.

Прогнозирование неисправностей оборудования с использованием нейронных сетей и нечеткого вывода

Сорокин Сергей Владимирович, к.ф.-м.н., доцент кафедры информационных технологий Тверского государственного университета (ТвГУ)

Сорокина Ирина Владимировна, аспирант кафедры информационных технологий ТвГУ

Язенин Александр Васильевич, д.ф.-м.н., профессор, декан факультета прикладной математики и кибернетики ТвГУ

Контактная информация: 170002, Россия, Тверь, Садовый пер., 35, тел.: +7 (4822) 58-54-10, e-mail: sergey@tversu.ru, aneone@mail.ru, Alexander.Yazenin@tversu.ru

Аннотация: В статье представлена архитектура системы прогнозирования нештатных ситуаций в электрооборудовании вагонов. Наша система использует комбинацию глубокой нейронной сети, обучаемой с помощью стека ограниченных машин Больцмана, и системы нечеткого вывода. Описан пример работы алгоритма на реальных данных. Исследована применимость различных алгоритмов автоматизированного проектирования нечетких контроллеров.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, диагностика, прогнозирование, принятие решений, мягкие вычисления, искусственная нейронная сеть, нечеткий вывод.

motors is presented. The main technical characteristics of electrical equipment designed for shunting diesel locomotives with electric transmission are given.

Keywords: switched reluctance electric drive, traction electric drive, electrical transmission.

Railcar repair enterprises readiness for innovative car service maintenance

Dmitry Losev, Deputy CEO, Technological Development, United Wagon Company Ltd.

Contact info: 115184, Russia, Moscow, Staryi Tolmachevsky per., 5, tel.: +7 (499) 999-15-20, e-mail: info@uniwagon.com

Abstract: The stages of the program development, preparation of car repair enterprise to conduct innovative bogie units and components repair, as well as scheduled repairs are covered in the publication. The article also presents economic efficiency comparison on the scheduled repairs of innovative gondola and standard car equipped with bogie model 18-100 throughout the service life.

Key words: United Wagon Company, innovative car, bogie models 18-9810 and 18-9855, service maintenance, warranty and post-warranty repair.

Equipment Faults Prediction Using Neural Networks and Fuzzy Inference

Sergey Sorokin, Ph.D., Assistant professor of Department of Information Technology, Tver State University

Irina Sorokina, Ph.D. student, Department of Information Technology, Tver State University

Alexander Yazenin, Doctor of Physics and Mathematics, Dean, Faculty of Applied Mathematics and Cybernetics, Tver State University, Tver, doctor of science, professor

Contact information: Sadovy pereulok 35, Tver, Russia 170002, tel.: +7(4822)58-54-10, e-mail: sergey@tversu.ru, aneone@mail.ru, Alexander.Yazenin@tversu.ru

Abstract: We present architecture of intellectual system, aimed at forecasting of emergency situations at a rolling stock carriage equipment of rail transport. Our system uses combination of deep neural network, pretrained using a stack of Restricted Boltzmann Machines, and Fuzzy Inference System (FIS). We study efficiency of FIS created with different methods under this situation on a real-life data example.

Keywords: rail transport, diagnostics, forecast, decision making, soft computing, artificial network, fuzzy inference.

РЕКЛАМНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НА INNOTRANS 2014

Мы приглашаем вас разместить рекламно-информационные материалы в англоязычном спецвыпуске журнала, который будет распространяться на выставке InnoTrans 2014 23–26 сентября в Берлине.



Маттиас Штекманн,
руководитель исполнительной дирекции InnoTrans,
о выставке InnoTrans 2012:

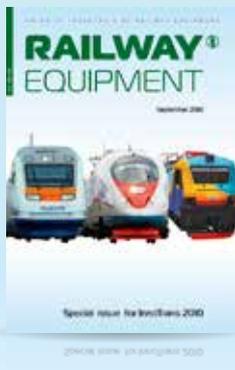
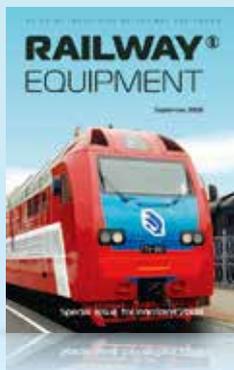
«В этом году мировая железнодорожная индустрия имела на InnoTrans более сильное представительство, чем когда-либо прежде. Все производители рельсового транспорта со всех концов мира приехали сюда. Для топ-менеджеров, принимающих ключевые решения, для торговых и рыночных партнеров железнодорожной промышленности со всего мира InnoTrans – это обязательное для участия мероприятие».



InnoTrans 2014 – это:

- Парад передовых технологий железнодорожного транспорта.
- Более 2 500 участников из 50 стран мира.
- Более 100 000 посетителей, среди которых специалисты и представители крупнейших железнодорожных компаний и производственных предприятий.
- Десятки соглашений, заключенных во время и после выставки.

Журнал «Railway Equipment» – постоянный участник выставки InnoTrans, способствующий продвижению российских предприятий транспортного машиностроения на международной арене.



1 полоса	114 900 руб.
Разворот	219 500 руб.
3-я обложка	149 200 руб.
Рекламная статья (за 1 полосу)	136 600 руб.

Членам НП «ОПЖТ» - скидка 10%!

НЕ УПУСТИТЕ ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАЯВИТЬ О СЕБЕ И СВОЕЙ ПРОДУКЦИИ!

Контактная информация:
+7 (495) 690-14-26
vestnik@ipem.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, www.ipem.ru