

# ТЕХНИКА®

## ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

№ 4 (36) ноябрь 2016

ISSN 1998-9318



# ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



## Члены НП «ОПЖТ»

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

# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

- Объединенная металлургическая компания, АО
- Орелкомпрессормаш СП, ООО
- Оскольский подшипниковый завод ХАРП, АО
- Остров системы кондиционирования воздуха, ООО
- Первая грузовая компания, АО
- ПО Вагонмаш, ООО
- Покровка финанс, ООО
- ПО «Октябрь», ФГУП
- ПО «Старт», ФГУП
- Производственная торгово-финансовая компания «Завод транспортного оборудования», ЗАО
- ПКФ «Интерсити», ООО
- Проммашкомплект, ТОО
- Радиоавионика, ОАО
- РДМ-контакт, ООО
- РэйлМатик, ООО
- Рельсовая комиссия, НП
- «Ритм» Тверское производство тормозной аппаратуры, ОАО
- Рославльский вагоноремонтный завод, ОАО
- Российские железные дороги, ОАО
- Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС), ФГБОУ ВПО
- Саранский вагоноремонтный завод, ОАО
- Светлана-оптоэлектроника, ЗАО
- СГ-Транс, АО
- 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 турбоагнетателей, ОАО
- ССАБ шведская сталь СНГ, ООО
- Стахановский вагоностроительный завод, ПАО
- Татравагонка, АО
- Тверской вагоностроительный завод, ОАО
- Теплосервис, ООО
- Технотрейд, ООО
- Тимкен-Рус Сервис Компании, ООО
- Тихвинский вагоностроительный завод, АО
- Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В. Воровского, ОАО
- Тольяттинский государственный университет, ФГБОУ ВПО
- Томский кабельный завод, ООО
- Торговый дом РЖД, ОАО
- ТПФ «Раут», ООО
- Т-Экспресс, ЗАО
- Трансвагонмаш, ООО
- ТрансКонтейнер, ПАО
- Трансмашпроект, ОАО
- Трансмашхолдинг, ЗАО
- Транспневматика, ОАО
- ТрансЭнерго, ООО
- Трансэнержком, АО
- ТСЗ «Титран-Экспресс», АО
- ТТМ, ООО
- УК РэйлТрансХолдинг, ООО
- Управляющая компания «Профит центр плюс», ООО
- Управляющая компания РМ Рейл, ООО
- Управляющая компания ЕПК, ОАО
- Уралгоршахткомплект, ЗАО
- Уральская вагоноремонтная компания, ЗАО
- Уральский завод автотекстильных изделий, ОАО
- Уральские локомотивы, ООО
- Уральский межрегиональный сертификационный центр, НОУ
- Уралхим-Транс, ООО
- Фактория ЛС, ООО
- Федеральная грузовая компания, АО
- Фейвели Транспорт, ООО
- Финэкс Качество, ООО
- Финк Электрик, ООО
- Фирма ТВЕМА, АО
- Флайг+Хоммель, ООО
- Фойт Турбо, ООО
- Фонд инфраструктурных и образовательных программ
- Хартинг, ЗАО
- Хелиос РУС, ООО
- ХК «СДС-Маш», ОАО
- Холдинг кабельный альянс, ООО
- Холдинг Кнорр-Бремзе Системы для Рельсового Транспорта СНГ, ООО
- Центр «Приоритет», ЗАО
- 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
- Элтеза, ОАО
- Энергосервис, ООО
- Южный центр сертификации и испытаний, ООО
- Яхтинг, ООО

Издатель:



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

При поддержке:



НП «Объединение производителей  
железнодорожной техники»



Комитет по железнодорожному  
машиностроению ООО «Союз  
машиностроителей России»

Подписной индекс в каталогах:

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

Свидетельство о регистрации

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

Журнал включен в базу данных Российского  
индекса научного цитирования.

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

Типография: ООО «Типография Сити Принт»,  
129226, Москва, ул. Докукина, д. 10, стр. 41  
Тираж: 3 000 экз.  
Периодичность: 1 раз в квартал  
Подписано в печать: 17.11.2016

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,  
к. т. н., 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 естествен-  
ных монополий», вице-президент НП  
«Объединение производителей железно-  
дорожной техники»

Р. Х. Аляудинов,  
к. э. н., президент ОАО «АНКОР БАНК»,  
член корреспондент Академии эконо-  
мических наук и предпринимательской  
деятельности России, действительный  
член Международной академии информа-  
тизации

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, заведу-  
ющий кафедрой «Дискретная матема-  
тика и методы оптимизации» Южного  
федерального университета

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

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

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

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

**Заместитель главного редактора:**

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

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 иссле-  
дований Института востоковедения  
РАН

О. Г. Трудов,  
начальник отдела Департамента тех-  
нической политики ОАО «Российские  
железные дороги»

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

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

С. В. Жуков,  
д. э. н., руководитель Центра энергетиче-  
ских исследований ИМЭМО РАН

## Выпускающая группа

**Выпускающий редактор:**

Е. В. Матвеева

**Консультанты:**

Г. М. Зобов  
И. А. Скок

**Верстальщик:**

Н. Е. Кожина

**Корректор:**

А. С. Кузнецов



**55** | 71-633 – новая модель  
низкопольного трамвайного  
вагона



**46** | Применение тягового  
линейного электропривода  
(ТЛЭП) в транспортных  
системах различного назначения



**83** | Передовые технологии  
на InnoTrans 2016

Фото: А. Ефремов

## Содержание

### | ТРЕНДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

*М. Р. Нигматулин.* Мониторинг ситуации  
в промышленности: III квартал 2016 года . . . . . 4

### | АНАЛИТИКА |

*С. С. Закиров, В. А. Матросов,  
Е. В. Матвеева.* Положение городского  
электрического транспорта в России . . . . . 12

*Е. А. Самойлов, Д. В. Чудиновских.* Построение  
комплексных систем общественного  
транспорта в городах и агломерациях России  
и в ряде стран мира . . . . . 18

*Я. К. Хардер.* Успешный опыт Сингапура . . . . . 28

**| СТАТИСТИКА |** . . . . . 34

### | КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

*Е. Н. Розенберг.* Московское центральное кольцо:  
инновационные решения . . . . . 42

*А. А. Галенко.* Применение тягового линейного элек-  
тропривода (ТЛЭП) в транспортных системах различ-  
ного назначения . . . . . 46

*А. С. Гулятьев.* Модернизация трамвая ЛМ-68М и  
создание новой модели 71-301 . . . . . 50

*О. В. Слепов, Н. Л. Дружкова.* 71-633 – новая  
модель низкопольного трамвайного вагона . . . . . 55

*Я. С. Ватулин, Д. А. Потахов,  
Е. А. Потахов.* Моделирование потери  
устойчивости свободно стоящих  
стреловых самоходных кранов . . . . . 60

*Ю. В. Голов.* Повышение эффективности  
тяги локомотивов на примере  
электровоза 2ЭС5 . . . . . 67

### | ИСТОРИЯ |

*М. Ю. Чевычелова, А. Г. Зайцев.* 120 лет  
главному транспортному вузу России . . . . . 70

*Е. И. Третьяков, А. Б. Конохов, С. Н. Баранов.*  
Муромтепловоз. Век в железнодорожной  
отрасли . . . . . 76

### | СОБЫТИЯ |

Передовые технологии на InnoTrans 2016 . . . . . 83

Посещение предприятий  
Bombardier Transportation в Китае . . . . . 89

**| ЮБИЛЕИ |** . . . . . 92

**| АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА |** . . . . . 93

# Мониторинг ситуации в промышленности: III квартал 2016 года



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

Ключевая тенденция, определяющая ситуацию в российской промышленности во второй половине 2016 года, – постепенное восстановление экономического и промышленного роста в стране. Об этом свидетельствуют квартальные результаты индексов ИПЕМ. Темпы роста индекса ИПЕМ-производство находятся на стабильно высоких уровнях. Показатель спроса по итогу квартала также вышел в положительную зону приростов. Драйверами роста выступают добывающий и низкотехнологичный сектора экономики. Положительными признаками можно считать стабилизацию на валютном рынке, а также рост цен на энергоносители. Продолжающийся инвестиционный процесс в отдельных высоко- и среднетехнологичных отраслях промышленности не позволяет этим секторам глубоко просесть по итогам отчетного периода.

## Анализ основных результатов расчета индексов ИПЕМ (с учетом очистки от сезонного фактора)

Индексы ИПЕМ по итогам III квартала 2016 года продемонстрировали рост. Индекс ИПЕМ-производство увеличился на 3,3% относительно III квартала 2015 года, при этом месячные показатели составили: +4,6% – в июле, +2,8% – в августе, +2,3% –

в сентябре. Индекс ИПЕМ-спрос за аналогичный период показал положительное значение, равное +0,3% относительно соответствующего периода 2015 года. Это произошло за счет сентябрьского роста на 1,4%, тогда как в июле и августе динамика

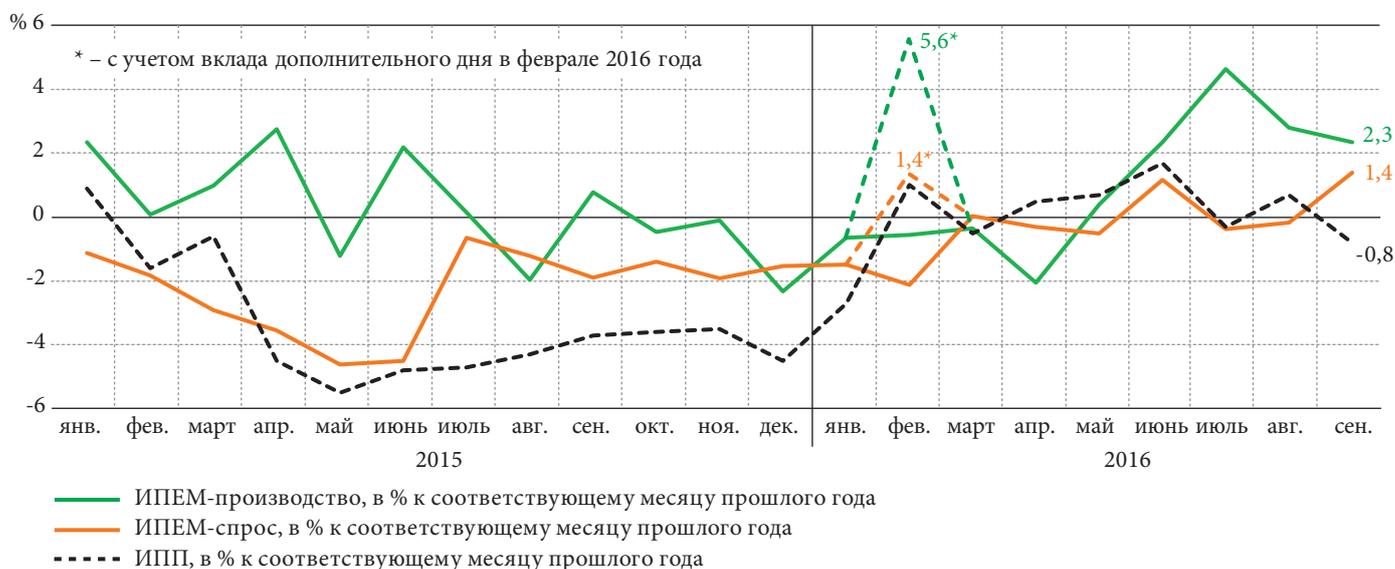


Рис. 1. Динамика индексов ИПЕМ в 2015-2016 годах (к соответствующему месяцу прошлого года)

была отрицательной: -0,4% и -0,2% соответственно (рис. 1).

За январь–сентябрь 2016 года (скорректированное значение без учета вклада дополнительного дня в високосном году) индекс ИПЕМ-производство изменился в положительную сторону (+1,1% к аналогичному периоду прошлого года). Индекс ИПЕМ-спрос продемонстрировал падение на 0,3% с начала 2016 года. С учетом вклада дополнительного дня в феврале 2016 года за январь–сентябрь индекс ИПЕМ-производство вырос на 1,6%, а индекс ИПЕМ-спрос показал слабopоложительную динамику: прирост составил 0,1%.

Индекс промышленного производства (ИПП), рассчитанный Росстатом, в III квартале 2016 года колебался в широком диапазоне значений: -0,3% – в июле, +0,7% – в августе, -0,8% – в сентябре. Однако по итогам 9 месяцев ИПП показал слабopазраженный

положительный результат (+0,02%) в силу высоких показателей в середине года. Стоит оговориться, что данные показатели ИПП будут уточняться, так как для расчета оперативных индексов используется неполная номенклатура промышленной продукции.

По итогам III квартала 2016 года наблюдается однонаправленное движение индексов ИПЕМ-спрос и ИПЕМ-производство, очищенных от сезонного фактора (рис. 2). Тренды индексов ИПЕМ-спрос и ИПЕМ-производство выросли за отчетный период относительно прошлого квартала 2016 года на 1,29% и 0,63% соответственно. Единый вектор направленности трендов ИПЕМ-спрос и ИПЕМ-производство свидетельствует о наступлении баланса данных факторов, что является неотъемлемым условием восстановления экономического и промышленного роста в стране.

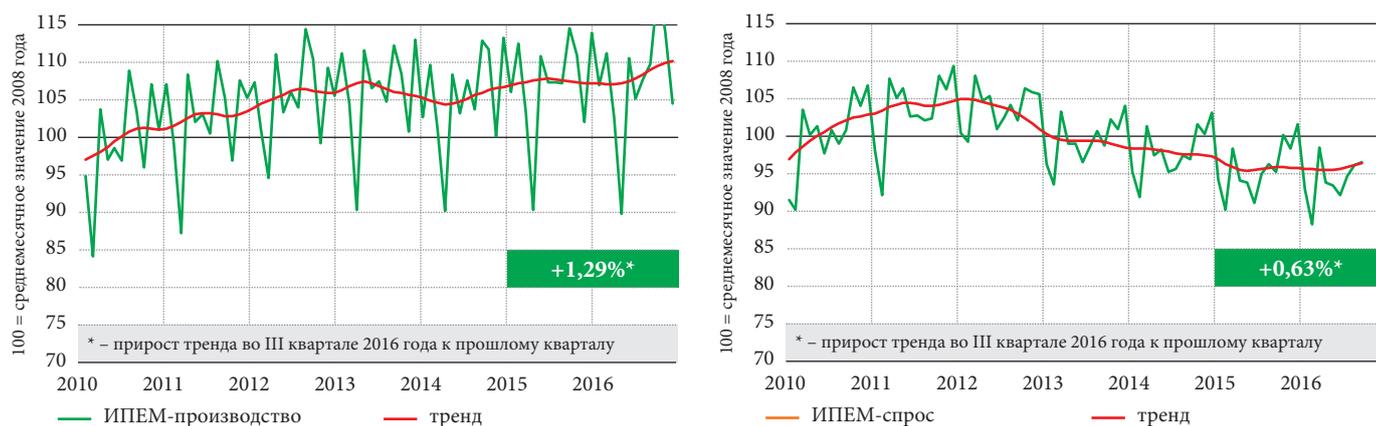


Рис. 2. Динамика индексов ИПЕМ в 2010-2016 годах (тренд со снятием сезонности)

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

Расчет индекса ИПЕМ-спрос в отраслевом разрезе показывает, что в III квартале 2016 года устойчивый рост спроса продолжился в добывающих и низкотехнологичных отраслях (рис. 3). Рост в добывающем секторе связан прежде всего с ростом показателей добычи газовой и нефтяной отраслей (раздел «Низкотехнологичные отрасли»). При этом для высокотехнологичных и среднетехнологичных отраслей можно отметить сокращение темпов падения по сравнению с предыдущим кварталом:

- добывающие отрасли: +2,2% – в III квартале относительно аналогичного периода прошлого года (+1,4% – в июле, +0,9% – в августе, +4,3% – в сентябре, +1,6% – с начала года);
- низкотехнологичные отрасли: +4,5% (+2,9%, +5,2%, +5,3%, +5,7%);
- среднетехнологичные отрасли: -2,9% (-2,8%, -2,8%, -3,1%, -3,0%);
- высокотехнологичные отрасли: -2,8% (-4,3%, -2,4%, -1,6%, -3,3%).

### Высокотехнологичные отрасли

Спрос в высокотехнологичных отраслях в III квартале 2016 года продолжил сжиматься: -2,8% – к III кварталу 2015 года (-3,3% – с начала года). Несмотря на глубокий кризис в секторе, отгрузка машиностроительной продукции демонстрирует уверенный рост в III квартале 2016 года: +10,5% – к соответствующему периоду 2015 года. Согласно официальной статистике Росстата, производство легковых автомобилей за январь–сентябрь 2016 года замедлило темпы падения (-11,8% против

-24,5% годом ранее), однако обращает на себя внимание уверенный рост выпуска по следующим категориям: автобусы (+9,4% за январь–сентябрь 2016 года), грузовые автомобили (+7,5%), автокраны (+53,5%).

Продолжается и инвестиционный процесс в отдельных высокотехнологичных секторах промышленности. В III квартале 2016 года открыты новые промышленные производства: московская микроэлектронная фабрика «Ангстрем-Т» по производству интегральных схем общей стоимостью около 45 млрд руб.; в Санкт-Петербурге

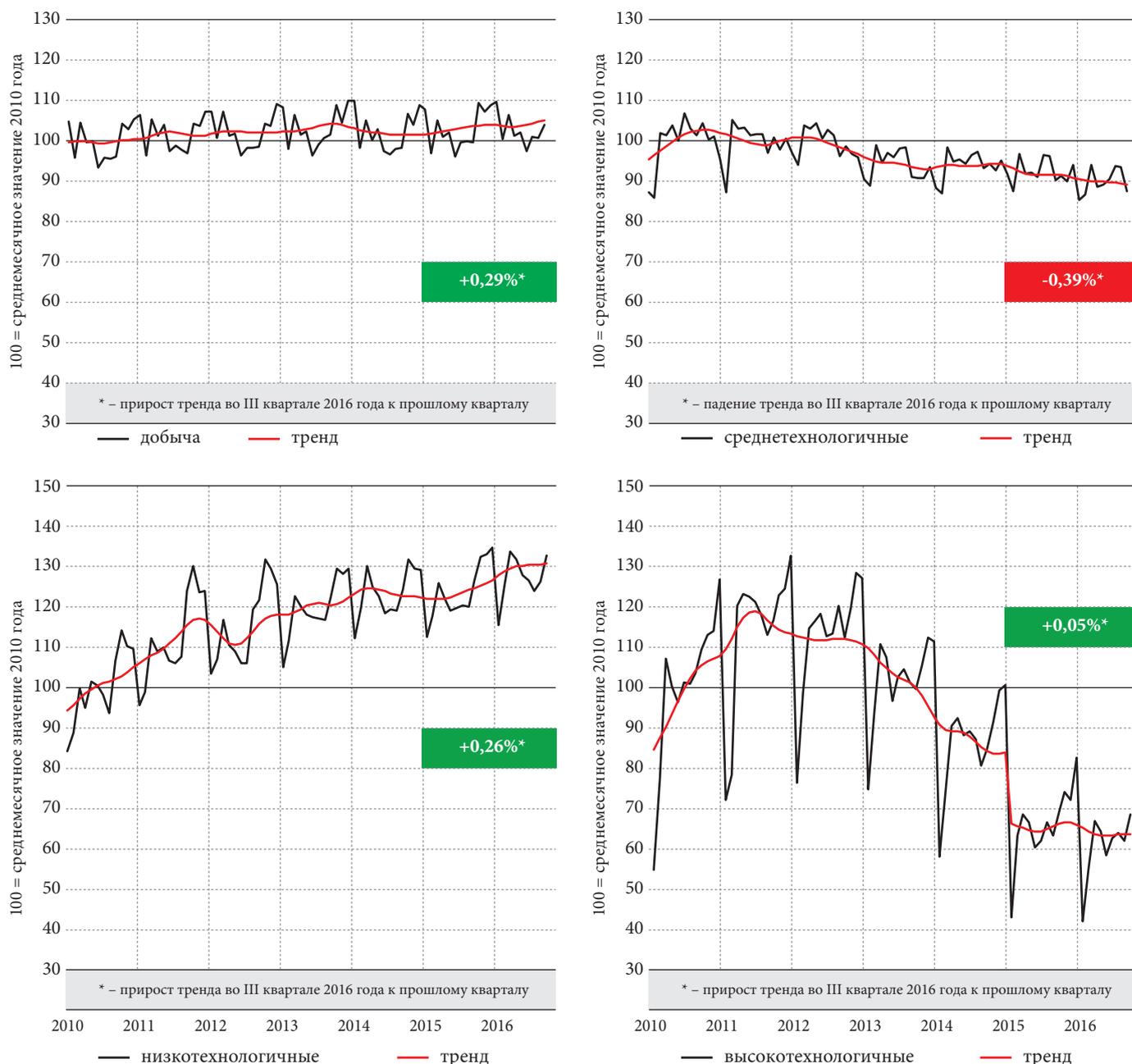


Рис. 3. Динамика индекса ИПЕМ-спрос по секторам в 2009-2016 годах (тренд со снятием сезонности)

на ОАО «Октябрьский электровагоноремонтный завод» открыт новый комплекс по выпуску подвижного состава для городского рельсового транспорта общей стоимостью около 1 млрд руб.; в Ульяновской области на территории ПОЭЗ «Ульяновск» запущена первая очередь завода АО «Промтех-Ульяновск» по производству бортовых кабельных сетей и трубопроводных систем для летательных аппаратов общей стоимостью около 718 млн руб.; в Новосибирске на базе концерна ООО «Техмаш» открыт инженерно-производственный комплекс для разработки и выпуска специзделий в рамках ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ» общей стоимостью около 900 млн руб.; в Ставрополе на заводе ЗАО «Монокристалл» открыт комплекс по выпуску сапфиров больших и сверхбольших размеров общей стоимостью около 2 млрд руб. Стоит, однако, признать, что большая часть открывшихся высокотехнологических предприятий относится к оборонно-промышленному комплексу.

### Среднетехнологические отрасли

Спрос в среднетехнологических отраслях сохранил устойчивую негативную тенденцию (-2,9% – в III квартале, -3,0% – с начала года). Формирование спроса в среднетехнологических отраслях сильно коррелирует с показателями в металлургическом секторе. Продолжается восстановление внутреннего спроса на цветные (+3,7% – в III квартале, -4,0% – с начала года) и сокращение внутреннего спроса на черные (-9,5%, -6,1%) металлы. При этом внешний спрос значительно вырос как на цветные металлы (+7,1%, +6,6%), так и на черные (+8,5%, +3,6%). Однако экспортное направление поставок в ближайшее время может сильно пострадать, так как в Евросоюзе вслед за введением антидемпинговых пошлин на холоднокатаный прокат из России инициированы соответствующие антидемпинговые расследования и в отношении горячекатаного проката. Активные защитные меры внутреннего рынка и собственных производителей от российской металлургической продукции предпринимают и другие страны, в частности США.

В целях развития торговли между странами ЕАЭС ОАО «РЖД» ввело скидку в размере 25% к тарифу на перевозки алюминия и алюминиевой катанки на ряде станций во внутригосударственном сообщении и на экспорт в Белоруссию при условии выполнения гарантированных объемов перевозок. Ожидается, что данная мера поддержки будет способствовать дальнейшему росту экспортных поставок цветных металлов.

### Низкотехнологические отрасли

Спрос на продукцию низкотехнологических отраслей в III квартале 2016 года продолжил расти (+5,6% с начала года). Локализация производства и замещение импорта отражаются на результатах пищевой промышленности, которая уже традиционно выступает лидером в секторе низкотехнологических отраслей. В III квартале 2016 года открыты комплекс по производству мяса индейки в Липецкой области мощностью 2 тыс. т в год общей стоимостью около 1,25 млрд руб., вторая очередь завода «АминоСиб» по глубокой переработке зерна для производства глютена, глюкозного сиропа, спирта и кормов для скота общей стоимостью около 6 млрд руб., рыбоперерабатывающий комплекс ООО «Восточный рыбокомбинат» в Хабаровском крае общей стоимостью около 1 млрд руб.

В целях стимулирования дальнейшего развития отрасли и поддержки российских производителей в сентябре 2016 года было подписано Постановление Правительства РФ о приоритете товаров российского происхождения, согласно которому при оценке заявок на участие в закупке предложенная в заявке отечественного производителя цена договора считается сниженной на 15%. При этом договор заключается по изначально указанной цене в заявке. Постановление вступает в силу с 1 января 2017 года.

Помимо этого, ОАО «РЖД» ввело скидку в 14,5% к тарифу на внутрироссийские перевозки пива с ряда станций на определенное расстояние при условии выполнения общего гарантированного объема перевозок, что может стать весомой мерой поддержки данной отрасли в условиях ужесточения регулирования.

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

Традиционно определяющее влияние на результаты промышленных индексов в России оказывает топливно-энергетический комплекс.

### Нефтяная отрасль

Средняя цена нефти марки Urals в III квартале 2016 года снизилась на 10,2% по отношению к III кварталу 2015 года и составила 43,89 долл./барр. (49,3 долл./барр. – в III квартале 2015 года), при этом на 0,7% выросла относительно II квартала 2016 года, когда цена составляла 43,59 долл./барр. Постепенное восстановление уровня цен пока незначительно отражается на показателях нефтедобычи. В III квартале 2016 года объем добытой нефти вырос относительно аналогичного периода 2015 года на 1,8% и

составил 136,7 млн т (+2,1% с начала года) (рис. 4).

Добыча нефти независимых нефтяных компаний (ННК) за январь–июнь 2016 года составила 10,425 млн т, что на 1,6 млн т больше, чем за аналогичный период 2015 года (+18%). Такой рост добычи стал возможным благодаря налоговым льготам на разработку низкорентабельных и трудноизвлекаемых месторождений. При этом объем нефтедобычи вертикально-интегрированных компаний (ВИНК) безусловно больше (259,4 млн т.), однако прирост по сравнению с первыми 6 месяцами 2015 года составил всего 0,18%, или 400,4 тыс. т. Ускоренная динамика ННК в сравнении с ВИНК также может быть обусловлена большей гибкостью и адаптивностью ННК к реальным рыночным условиям.

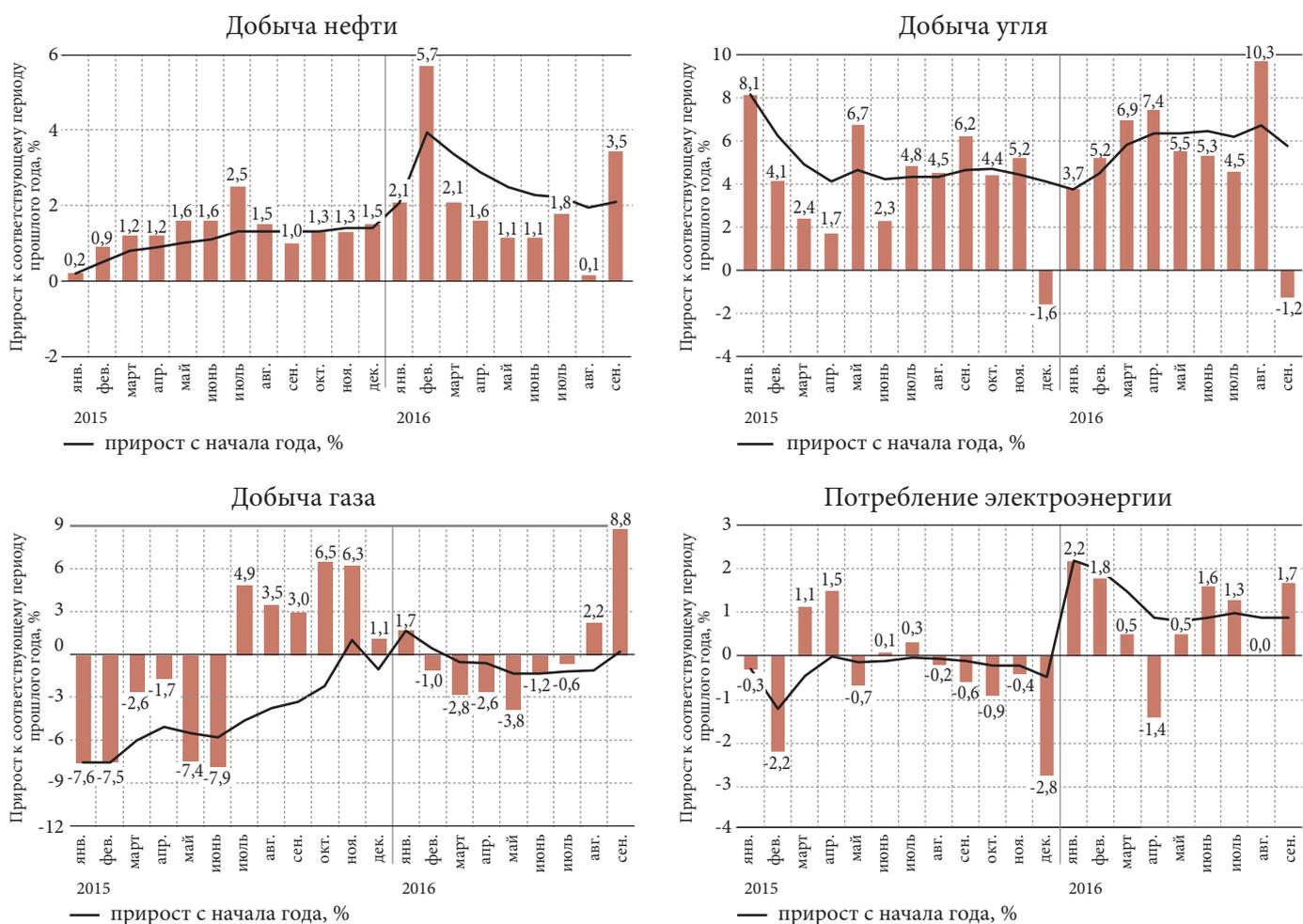


Рис. 4. Результаты работы ТЭК России 2015-2016 годах

В связи с сокращением поставок первичного сырья на переработку (-2,6% за январь–сентябрь 2016 года) производство в нефтеперерабатывающем секторе сократилось на 3,5% по сравнению с прошлым годом. Это связано с проведением программы модернизации производственных мощностей на ряде российских НПЗ в условиях налогового маневра в отрасли в целом. Результат применения данной программы наглядно виден, если посмотреть на глубину переработки нефтяного сырья: за январь–сентябрь 2016 года данный показатель составил 79,3% против 74,2% годом ранее. Налицо также резкое сокращение выхода полупродуктов (мазута) на -28,7% с начала года, в то время как продукции для конечного потребителя (бензин) было произведено на 1,6% больше по сравнению с прошлым годом.

В силу сложившегося относительного дефицита перерабатывающих мощностей, а также учитывая стабильный рост нефтедобычи и слабость национальной валюты, происходит увеличение объемов экспорта. Экспорт нефти за отчетный период вырос на 2,8% (61,3 млн т). Объем перевалки наливных грузов в III квартале 2016 года увеличился до 95,2 млн т (+7,3%), при этом объем перевалки сырой нефти вырос до 51,7 млн т (+6,4%), нефтепродуктов – до 39,5 млн т (+8,3%).

### Газовая отрасль

Добыча газа в России в III квартале 2016 года составила 141,4 млрд м<sup>3</sup> (+3,6% к аналогичному периоду 2015 года, +0,2% с начала года) (рис. 4). Рост добычи наблюдается у ПАО «Газпром» (+6,2% – за III квартал 2016 года относительно III квартала 2015 года). Примечательно, что в условиях монопольного доминирования ПАО «Газпром» его позиции на внутреннем рынке ослабли по итогам 9 месяцев 2016 года: 63,3% от общей газодобычи против 64,3% в 2015 году. Независимые производители в основном представлены двумя компаниями (ПАО «НК «Роснефть» и ПАО «Новатэк»), причем объемы газодобычи у них практически выровнялись.

Пока правительство работает над новой концепцией развития внутреннего газового рынка, не утихают споры о том, что,

с одной стороны, ПАО «Газпром» просит разрешить ему предоставлять скидки на транспортировку газа (таким образом оно сможет вернуть себе утраченные позиции на внутреннем рынке), а с другой – ПАО «НК «Роснефть» и ПАО «Новатэк» лоббируют недискриминационный доступ к экспортной газотранспортной системе и общую систему тарифов.

ПАО «Газпром», будучи не в силах пока изменить ситуацию на внутреннем рынке, демонстрирует успешную стратегию в экспортных поставках: прирост экспорта газа в дальнее зарубежье за III квартал 2016 года составил 0,2% (41,1 млрд м<sup>3</sup>) по отношению к аналогичному периоду прошлого года. Экспорт ПАО «Газпром» в дальнее зарубежье за три квартала 2016 года увеличился на 9,6%. При этом компания рассчитывает в 2016 году увеличить в сравнении с 2015 годом долю на газовом рынке Европы на 2-5 процентных пункта – до 33%. Фактическое увеличение объема газа, отпускаемого на экспорт, обусловлено увеличением спроса в странах, которые получают газ по «Северному потоку». В перспективе расширить возможности экспортных поставок российского газа позволит восстановление планов по реализации проекта «Турецкий поток», а также грядущее строительство новой ветки газопровода по дну Балтийского моря – «Северный поток-2».

Экспорт СПГ в страны АТР за первые 2 месяца III квартала 2016 года сократился на 27,6% к аналогичному периоду прошлого года до 2,1 млрд м<sup>3</sup>.

Цена российского газа на границе с Германией за III квартал 2016 года снизилась на 37,2% по отношению к аналогичному периоду прошлого года и составила 119,18 евро/тыс. м<sup>3</sup> (189,67 евро/тыс. м<sup>3</sup> – за аналогичный период 2015 года), по сравнению со II кварталом 2016 года цена выросла на 5,0% (113,55 евро/тыс. м<sup>3</sup> – во II квартале 2016 года).

### Угольная отрасль

В III квартале 2016 года добыча угля выросла на 4,4% относительно аналогичного периода прошлого года до 95,2 млн т, что связано главным образом с ростом цен (рис. 4). В начале года цены на уголь колебались в районе десятилетнего минимума.

Резкий рост импорта со стороны Китая, а также возможные перебои с добычей угля, например в Австралии и Индонезии (из-за неблагоприятных погодных условий), привели к росту цен до 18-месячного максимума.

Цены на энергетический уголь в III квартале 2016 года (FOB Newcastle/Port Kembla) выросли на 17,5% по отношению к III кварталу 2015 года до уровня 72,35 долл./т (61,59 долл./т – в III квартале 2015 года) и на 30,3% – по отношению ко II кварталу 2016 года (55,51 долл./т).

Экспорт угля в III квартале 2016 года вырос на 6,9% до 42,1 млн т. Объем перевалки угля за III квартал 2016 года в российских портах увеличился на 12,0% до уровня 37,2 млн т. Незапланированный рост добычи не был согласован с ОАО «РЖД», что привело к дефициту вагонов, а в некоторых случаях – срывам сроков поставок угля.

Стивидорные компании намерены расширить мощности по перевалке угля на экспорт на Дальнем Востоке. Речь идет о строительстве третьей очереди специализированного угольного терминала АО «Восточный Порт», которая будет введена в эксплуатацию уже в 2017 году. Стоимость проекта составляет 27 млрд руб. Реализация данного проекта позволит увеличить грузооборот в порту на 20 млн т (до 39 млн т угля в год). Ожидается,

что помимо увеличения грузооборота развитие угольных терминалов приведет к развитию конкуренции, повышению качества услуг и снижению цен.

### Электропотребление

Потребление электроэнергии в III квартале 2016 года в целом по России выросло на 1,9% (рис. 4). Среднемесячная среднедневная температура на территории ЕЭС России в III квартале 2016 года оказалась выше на 1,5 °С, чем в III квартале 2015 года (+17,45 °С против +15,98 °С). Рост среднемесячной температуры в июле–августе имеет прямую зависимость с показателем электропотребления.

Текущая ситуация в экономике характеризуется изменениями в структуре производства, а значит изменяется и структура электропотребления, так как промышленные предприятия являются ключевыми потребителями электроэнергии. Анализ динамики промышленного производства в отраслевом разрезе позволяет фиксировать значимые изменения динамики электропотребления. Так, энергоемкие отрасли демонстрируют рост или минимальное падение производства, в то время как сферы промышленности, которые относят к неэнергоемким, показывают падение спроса на электроэнергию.

## Анализ актуальных для отчетного периода показателей

### Анализ остатков грузов на складах грузоотправителей

В прошлых мониторингах мы неоднократно фиксировали рост продаж ранее произведенной продукции, следовательно, наблюдалась ликвидация складских запасов. Согласно последним данным, среднегодовая величина остатков готовой продукции на складах предприятий, подлежащих вывозу железнодорожным транспортом, за январь–июнь 2016 года составила 20,3 млн т грузов (рис. 5), что на 5,3% ниже уровня аналогичного периода предыдущего года. Данный факт обусловлен прежде всего сокращением остатков строительных грузов на 33,3%.

В связи с нерегулярностью предоставления прямых статистических данных,

позволяющих постоянно отслеживать уровень затоваренности складов готовой продукцией, мы используем дополнительные индикаторы кризисного состояния реального сектора экономики, а именно индекс физического объема производства в обрабатывающей промышленности и объем отгруженной продукции в этом секторе. Согласно статистике Росстата, выпуск в обрабатывающей промышленности за 8 месяцев 2016 года снизился на 0,8%, при этом лидером падения остаются высокотехнологичные отрасли, а объем отгруженных товаров обрабатывающими производствами увеличивается высокими темпами (+4,6% – за август, +4,1% – за январь–август). Если пересчитать в цены одного года, то показатели будут чуть ниже,



Рис. 5. Среднегодовой уровень остатков грузов на складах грузоотправителей, млн т

но общей картины это не поменяет. Другими словами, сохраняется устойчивая тенденция роста продаж ранее произведенной продукции и ликвидация складских запасов при сокращении выпуска.

#### Анализ результатов конкурентного отбора мощности на 2020 год

В сентябре «Системный оператор» провел конкурентный отбор мощности (КОМ) на 2020 год. Объем мощности, отобранной по результатам КОМ, а также мощности, подлежащей обязательной покупке на оптовом рынке (построенной по ДППМ, а также новых АЭС и ГЭС) и поставляемой в «вынужденном» режиме, составил 200 902 МВт:

- в 1-й ценовой зоне – 159 698 МВт;
- во 2-й ценовой зоне – 41 204 МВт.

Предельные уровни цен при проведении КОМ на 2020 год были установлены в размере, на 3,9% превышающем аналогичные значения согласно условиям КОМ на 2019 год.

Цена мощности по результатам КОМ на 2020 год составила:

- в 1-й ценовой зоне – 115 199,69 руб./МВт в месяц (на 4,3% выше, чем по результатам КОМ на 2019 год);
- во 2-й ценовой зоне – 190 512,30 руб./МВт в месяц (на 0,1% выше, чем по результатам КОМ на 2019 год).

В отношении ряда единиц генерирующего оборудования суммарной установленной мощностью 7,9 ГВт заявки не поданы, либо в заявках указан отказ от заполнения параметров, либо указан нулевой объем мощности. Это означает, что эти мощности, по

всей видимости, будут выведены из эксплуатации к 2020 году. Как следствие, к концу 2020 года объем мощности, поставляемой в вынужденном режиме, снизится до 7,2 ГВт против 9,6 ГВт к концу 2019 года. Таким образом, будет обеспечено снижение избытка мощности в ЕЭС России.

В рамках КОМ на 2020 год была предусмотрена возможность подачи заявок от покупателей с ценозависимым потреблением. В проведенном КОМ была учтена лишь одна такая заявка – АО «Русал Новокузнецк» с мощностью 5 МВт.

Объем мощности, не отобранной в КОМ на 2020 год, составил 1 490 МВт (установленная мощность 1 646 МВт), в том числе:

- 66 МВт (6 единиц генерирующего оборудования установленной мощностью 72 МВт, расположенных в 1-й ценовой зоне) не отобрано из-за превышения цены в заявке;
- 396 МВт (21 единица генерирующего оборудования установленной мощностью 594 МВт, в том числе в 1-й ценовой зоне – 429 МВт, во 2-й ценовой зоне – 165 МВт) не подлежит отбору из-за несоответствия техническим требованиям к участникам КОМ.

Максимально допустимый объем поставки мощности из первой во вторую ценовую зону – 574,6 МВт, а из второй в первую – 647,8 МВт.

Умеренный уровень прироста цен по результатам КОМ и снижение объема «вынужденной генерации» демонстрируют эффективность механизма КОМ в текущих условиях. 

# Положение городского электрического транспорта в России

**С. С. Закиров,**

и.о. исполнительного директора МАП ГЭТ

**В. А. Матросов,**

генеральный директор ОАО «Рыбинскэлектротранс»

**Е. В. Матвеева,**

исполнительный редактор журнала «Техника железных дорог»

На протяжении ряда лет предприятия городского электрического транспорта (ГЭТ) РФ вынуждены существенно сокращать объемы перевозок, что связано в том числе с реализацией Федерального закона от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации». В нем к вопросам транспортного обеспечения населения отнесены лишь создание условий для предоставления транспортных услуг населению и организация транспортного обслуживания населения в границах поселения. Законодательная размытость привела к тому, что на рынке возникло множество частных предприятий. Они монополизировали наиболее доходные муниципальные перевозки, работая в значительной части нелегально и не предоставляя пассажирам должного качества услуг и уровня безопасности. Коммерческие перевозчики не обязаны, не мотивированы и не желают инвестировать в создание безопасной, прозрачной и удобной для города системы общественного транспорта. Понятно, что без городского транспорта жизнь больших городов невозможна: многочасовые заторы, негативная экологическая обстановка – все это будет отрицательно сказываться на здоровье и социальном благополучии населения. Одним из наиболее эффективных методов городских перевозок больших городов является замена конкурирующих друг с другом коммерческих автобусов на трамвайные линии с высокой провозной способностью<sup>1</sup>.

## Постперестроечный период и нулевые годы в судьбе ГЭТ

До 25% трамвайных и менее 5% троллейбусных систем (ведомственные) построены и длительное время эксплуатировались (до начала 90-х годов XX века) крупными промышленными предприятиями, осуществляя как общегородские, так и межрайонные пассажирские перевозки. С 1992 года практически все ведомственные трамвайные и троллейбусные хозяйства со всеми проблемами были переданы в ведение муниципалитетов. Власти большинства городов России к моменту передачи в их ведение трамвая и троллейбуса не имели опыта ни строительства, ни эксплуатации.

В течение 1990-х и 2000-х годов в городах России резко сократилось обновление парка. В настоящее время электротранспорт действует в 120 городах. На предприятиях

ГЭТ трудятся более 117 тыс. человек (специалисты, водители, ремонтные рабочие, обслуживающий персонал). При этом в 2015 году электротранспортом осуществлены перевозки всего 3,1 млрд пассажиров (для сравнения: в 2011 году – около 4 млрд пассажиров). Причин для такого сокращения перевозок немало.

Трамвайные и троллейбусные системы строились и эксплуатировались по единому технологическому принципу с использованием единой нормативно-законодательной базы. Несмотря на наличие определенных нормативных актов, регулирующих деятельность и систему финансирования городского общественного транспорта, в Российской Федерации отсутствует целостная политика развития отрасли.

<sup>1</sup> Подробнее в статье Е.А. Самойлова, Д.В. Чудиновских – «Построение комплексных систем общественного транспорта в городах и агломерациях России и в ряде стран мира», стр. 18-27, текущий номер «ТЖД».

«Правила технической эксплуатации трамвая» и «Правила технической эксплуатации троллейбуса» не обновляются с 2001 года, положения СНиП 2.05.09-90 «Трамвайные и троллейбусные линии» устарели, тормозят развитие и модернизацию инфраструктуры трамвая и троллейбуса. Министерством транспорта России при актуализации СНиПа в 2010-2012 годы было проявлено достаточно много формализма к транспортным проблемам, нежели сбалансированного, взвешиваемого подхода. Обращения Правительства Москвы в федеральные структуры начиная с 2013 года о необходимости коренного пересмотра СНиП 2.05.09-90 пока не привели к по-

ложительным результатам. На федеральном уровне вопросы строительства и реконструкции городского электротранспорта не нашли за последние годы должного понимания. Напротив, в 2002 году в Министерстве транспорта РФ было ликвидировано отраслевое управление городского электротранспорта и метрополитена, и в настоящее время в стране (и в первую очередь в Минтрансе России) отсутствуют специальный главк, управление, отдел, сектор или даже отдельно выделенный специалист, в должностные обязанности которого входили бы вопросы государственного регулирования деятельности трамвайного и троллейбусного транспорта.

## Инфраструктура электрического транспорта

По данным, предоставленным респондентами, общая протяженность контактной сети изменилась с 1990 года незначительно: троллейбусные линии возросли на 4%, трамвайные – снизились на 13%. Необходимо отметить, что в некоторых городах (Волжский (Волгоградская область), Магнитогорск) протяженность трамвайных путей выросла с того времени значительно: более чем на 20%, однако общая протяженность пути сократилась приблизительно на 500 км.

В 1990 году было капитально отремонтировано 95,1 км (2,9% от общей длины одиночного пути), в 2015-м – 44,7 км (1,5%). Снижение объемов ремонта составило 53%. Соответственно, доля путей, требующих капитального ремонта, возросла с 8,9% до 36,5%.

По сравнению с 1990 годом протяженность трамвайных путей сократилась на 13%, нуждаются в капитальном ремонте и реконструкции 40% путей: в ремонте и реконструкции – 41% участков контактной сети и 60% тяговых подстанций.

В 1990 году капитального ремонта требовали 14,2% контактной сети, к 2015 году – до 34,3%. Общее количество тяговых подстанций с 1990 по 2015 год выросло с 624 до 724 единиц. С одной стороны, это обусловлено вводами новых линий и участков маршрутной сети трамваев и троллейбусов, с другой – не учтены фактически неработающие подстанции, находящиеся на балансах предприятий, а также уменьшение

их количества из-за полного прекращения движения в ряде городов. Реконструкции (замены) требовало 19,9% тяговых подстанций, к 2015 году показатель вырос до 49,9%. Износ основных производственных фондов составил 50% (табл. 1).

Неудовлетворительное состояние сети создает огромные потери электроэнергии, которая и без того имеет неудержимый и бесконтрольный рост, являясь основным ресурсом ГЭТ. В статье расходов на эксплуатационную деятельность предприятий ГЭТ затраты на электроэнергию составляют от 15 до 25% (в зависимости от регионов).

Автотранспортные пассажирские предприятия получают топливо по тем же льготным регулируемым ценам, что и население. В то же время ГЭТ по мере перехода на свободные цены получает электроэнергию по нерегулируемым ценам (не по ценам для населения). Кроме того, по нерегулируемым ценам оплачиваются любые отклонения от планового потребления. Учитывая, что для ГЭТ потребление электроэнергии является нестабильным и колеблется в диапазоне до 30-40% (зависит от сезона года, перекрытий движения в связи с ремонтом дорог, дорожно-транспортных происшествий и т. п.), происходит неоправданное повышение расходов ГЭТ на электроэнергию, в то время как неравномерность потребления является объективной и неустраняемой особенностью функционирования такого транспорта. В настоящее время не утихают

Табл. 1. Сведения о состоянии подвижного состава и объектов инфраструктуры городского электрического транспорта\*

Год	1990	2000	2005	2010	2015
Протяженность контактной сети, км о.п.	7 425,4	7 562,4	7 418,3	7 376	7 173,8
Изменение по сравнению с 1990 годом (К)**	1	1,02	1	0,99	0,97
Протяженность троллейбусных линий, км о.п.	4 182,7	4 385	4 353,3	4 475,2	4 361,9
Изменение по сравнению с 1990 годом (К)	1	1,05	1,04	1,07	1,04
Протяженность трамвайных путей, км о.п.	3 335,3	3 266,9	3 154,5	2 996,8	2 907,9
Изменение по сравнению с 1990 годом (К)	1	0,98	0,95	0,9	0,87
Контактная сеть, требующая капремонта, км о.п.	1 051,2	1 850,4	1 983,1	2 170,6	2 457,6
Доля от общей длины контактной сети, %	14,20	24,50	26,70	29,40	34,30
Количество тяговых подстанций, шт.	624	709	728	729	724
Тяговые подстанции, требующие реконструкции, шт	124	226	280	325	361
Доля от общего числа тяговых подстанций, %	19,90	31,90	38,50	44,60	49,90
Новое строительство, капремонт, реконструкция трамвайных путей, км о.п.	95,1	83,9	71,2	61,9	44,7
Доля от общей длины трамвайного пути, %	2,90	2,60	2,30	2,10	1,50
Изменение по сравнению с 1990 годом (К)	1	0,88	0,75	0,65	0,47
Трамвайные пути, требующие капремонта, км о.п.	296,3	621,8	896,6	931,7	1061,1
Доля от общей длины трамвайного пути, %	8,90	19,00	28,40	31,10	36,50
Инвентарь трамвайного парка, шт.	7 740	6 605	5 801	4 969	4 572
Изменение по сравнению с 1990 годом (К)	1	0,85	0,75	0,64	0,59
Средний остаток эксплуатационного ресурса подвижного состава (расч.)	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2
Приобретено вагонов, шт.	387	30	57	63	20
Списано вагонов, шт.	313	109	87	148	73
Проведено КВР, шт.	211	175	194	148	127
Обновление, % от общей численности	6,40	1,80	2,70	2,80	1,80
Обновление, % от потребности	102	28	42	44	29
Инвентарь троллейбусного парка, шт.	6 418	5 592	5 360	5 096	4 602
Изменение по сравнению с 1990 годом (К)	1	0,87	0,84	0,79	0,72
Средний остаток эксплуатационного ресурса подвижного состава (расч.)	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3
Приобретено троллейбусов, шт.	486	180	219	250	58
Списано троллейбусов, шт.	468	162	174	252	171
Проведено КВР, шт.	344	301	333	273	180
Обновление, % от общей численности	10,30	5,90	7,20	7,60	3,20
Обновление, % от потребности (расч.)	103	59	72	76	32

\* Выдержка из выступления в Общественной палате РФ, Москва, 06.04.2016, М.В. Дранишников, генеральный директор МП «Нижегородэлектротранс», «Анализ сводных данных о состоянии подвижного состава и объектов инфраструктуры ГЭТ»

\*\* К = остаток эксплуатационных ресурсов, поделенный на эксплуатационные ресурсы 1990 года

споры о том, чтобы перевести ГЭТ из группы промышленных предприятий в группу предприятий ЖКХ; установить тарифы на электроэнергию на уровне цен для населения, пользующегося электроплитами; определить тарификацию в объеме фактического потребления, без учета отклонений от планового потребления (как для населения).

Износ контактной и кабельной сети, помимо очевидных проблем для обеспечения

регулярности и безопасности движения, приводит к высоким потерям электроэнергии. Другим фактором, негативно влияющим на энергобаланс предприятий, является моральное устаревание и физический износ оборудования подстанций. В случаях, когда предприятия самостоятельно или при поддержке муниципальных и региональных властей имели возможность провести реконструкцию подстанций, объективный

Динамика роста стоимости 1 кВт электроэнергии за последние годы<sup>1</sup>

	Москва	Динамика	Уфа	Динамика	Рыбинск	Динамика
2013	3 255,52		2 801,09		3 154,29	
2014	3 270,77	0,47%	2 984,12	6,53%	3 080,83	-2,33%
2015	3 508,51	7,27%	2 789,57	-6,52%	3 182,62	3,30%
2016*	3 687,69	5,11%	2 722,60	-2,40%	3 405,14	6,99%

\*Расчет был произведен за 9 месяцев (январь-сентябрь)

Расчет средних тарифов на электроэнергию произведен на основе свободных цен на электроэнергию третьей ценовой категории; потребители – с максимальной мощностью от 670 кВт до 10 МВт; электроэнергия, отпущенная на уровне напряжения СН-2 (руб./МВт\*час без НДС). Расчет ИПЕМ

инструментальный контроль показал улучшение показателей на 25%.

Существующая со времен СССР нормативная база по обеспечению энергоснабжения систем ГЭТ требует от предприятий поддержания избыточных (фактически не используемых) мощностей.

В 2015-2016 годах при поддержке государственной транспортной лизинговой компании (ГТЛК) реализуется федеральная программа субсидированного лизинга подвижного состава (трамваев, троллейбусов). К сожалению, по инфраструктуре таких программ нет и пока не планируются.

## Инвентарный подвижной состав

Инвентарь подвижного состава с 1990 до 2015 года снизился по трамваю на 41%, по троллейбусу – на 28%. Средний остаток эксплуатационного ресурса по трамваю изменился с 0,7 до 0,2 ресурса (старение в 3,5 раза), по троллейбусу – с 0,6 до 0,3 ресурса (старение в 2 раза). Сорокалетние эксплуатирующиеся трамваи и тридцатилетние троллейбусы не являются экзотикой для многих предприятий ГЭТ.

Расчетный показатель, характеризующий удовлетворенность в обновлении, определялся по численности вновь приобретенного подвижного состава (1 ресурс) и капитально восстановленного (0,5 ресурса) с учетом актуального количества. В 1990 году он составил для трамвая 102%, для трол-

лейбуса – 103%, что в целом подтверждает правильность предложенной методики, поскольку Госплан СССР имел и выполнял нормативы по обновлению.

К 2015 году удовлетворенность в обновлении снизилась более чем в 3 раза: по трамваю – до 29%, по троллейбусу – до 32% (табл. 2).

Обновление подвижного состава за счет средств регионов осуществляется крайне медленно из-за дефицита бюджетов и отсутствия средств у предприятий на эти цели.

Недальновидность привела к тому, что сейчас износ подвижного состава составляет 75%. Закупка новых троллейбусов с 2010 по 2015 год осуществлялась по 26 единиц на город (22% от необходимого числа машин).

Табл. 2. Показатели по сохранившимся системам ГЭТ относительно 1990 года

№	Показатель	Трамвай	Троллейбус
1	Сокращение парка транспортных средств	40%	21%
2	Износ подвижного состава на 2016 год	83%	75%
3	Приобретение нового подвижного состава в 2010-2015 годах в расчете на один город (ед.)	12%	26%
4	Покрытие потребности в новом подвижном составе закупками на 2016 год	9%	22%
5	Сокращение протяженности путей на 2016 год	40%	–

<sup>1</sup> Для расчета цен по г. Москва применены цены гарантирующего поставщика ПАО «Мосэнергосбыт»; для расчета цен по г. Уфа применены цены гарантирующего поставщика ООО «Энергетическая сбытовая компания Башкортостана»; для расчета цен по г. Рыбинск применены цены гарантирующего поставщика ПАО «ТНС Энерго Ярославль».

## Причины неудовлетворительного положения ГЭТ и ситуация в городах

Около 80% предприятий ГЭТ сегодня убыточны. Сумма убытков за 2015 год составила по трамвайному транспорту около 3 млрд руб., по троллейбусному – около 2 млрд руб. Такая картина, к сожалению, наблюдается многие годы. Основными причинами, которые отрицательно сказываются на ситуации ГЭТ, являются:

- несоответствие тарифов на перевозку пассажиров их экономически обоснованному уровню;
- несоответствие оплаты транспортной работы заказчиками перевозок «Методическим рекомендациям», введенным в действие распоряжением Министерства транспорта РФ от 18.04.2013 №НА-37-р;
- наличие избыточной и недобросовестной конкуренции;
- убытки предприятий от перевозки льготных категорий граждан, которые во многих случаях не компенсируются в полном объеме;
- отсутствие массового использования в отрасли ГЭТ современного энергоэффективного оборудования, подвижного состава с низким энергопотреблением, государственной политики в вопросах обновления троллейбусов и трамваев в России.

До 2005 года на федеральном уровне не решалась проблема выпадающих доходов из-за отсутствия компенсации перевозок льготных пассажиров. Недобор доходов от единственного источника – сбора выручки за проезд – привел к развалу экономики трамвайных и троллейбусных предприятий, стагнации, а в Воронеже, Ростове, Липецке, Рязани – к стремительной деградации.

В связи с этим трамвайное движение ликвидировано в 7 городах: Шахты (2001), Архангельск (2004), Астрахань (2007), Иваново (2008), Воронеж (2009), Рязань (2010), Дзержинск (2016). Троллейбусное – в 6 городах: Шахты (2007), Архангельск (2008), Тюмень (2009), Владикавказ (2010), Сызрань (2014), Каменск-Уральский (2015).

Кроме того, 29 декабря 2015 года на время произошла остановка движения трамваев и троллейбусов в Нижнем Новгороде.

Энергоснабжающая организация прекратила подачу электроэнергии МП «Нижегород-электротранс» из-за долга в 140 млн руб. В настоящее время в аналогичном положении находится Таганрогское ТТУ.

МУП Кургана «Городской электро-транспорт» обанкрочено. Троллейбусное движение в городе остановлено и, по заявлению представителей администрации города, возобновляться не будет; троллейбусы (45 единиц) ушли с аукциона и впоследствии были проданы по частям на сайте бесплатных объявлений.

В апреле 2016 года налоговыми органами инициировано банкротство МУП «Челяб-ГЭТ», долг которого достиг 560 млн руб.<sup>2</sup>

Прекращена деятельность системообразующих предприятий ООО «Пассажирыские перевозки» в Республике Марий Эл, ГУП «Пассажирыские перевозки Пензы». Под вопросом дальнейшая судьба городского троллейбуса в Петрозаводске. На грани банкротства пассажирское предприятие Хабаровска. В банкротном состоянии находится МУП «Управление электротранспорта Уфы» (МУЭТ).

Можно говорить о том, что во всех крупных городах Урала, Сибири и Дальнего Востока муниципальные перевозчики находятся в предбанкротном состоянии.

Одной из важнейших причин неблагоприятного финансового положения предприятий ГЭТ является наличие постоянных кассовых разрывов и необходимость обслуживания задолженностей прошлых лет, которая возникла во многом из-за отсутствия компенсаций затрат на перевозку льготников.

В связи с этим на городском электро-транспорте сохраняется и недопустимо низкий уровень среднемесячной заработной платы, что не способствует закреплению квалифицированных специалистов и рабочих. Если по транспортному комплексу в целом среднемесячная заработная плата достигла в 2015 году 42,1 тыс. руб., то на трамвайных предприятиях этот показатель был равен 24,9 тыс. руб., троллейбусных – 25,6 тыс. руб.

<sup>2</sup> На момент написания статьи МУП «ЧелябГЭТ» отказалось предоставить информацию о текущем экономическом положении предприятия.

## Итоги

Электротранспорт способен решить проблему увеличения пропускной способности дорожной сети российских городов (трамвайный вагон перевозит в 8-9 раз больше пассажиров по сравнению с маршруткой). Занимаемая площадь уличной дорожной сети на одного пассажира в автомобиле составляет 3-6 м<sup>2</sup>, в автобусе – 0,5-0,6 м<sup>2</sup>, в трамвае – 0,3 м<sup>2</sup>.

Опыт планового хозяйства СССР показывал (несмотря на низкую энергоэффективность транспортных систем в целом) экономическое преимущество перевозок электротранспортом в условиях городов (рассчитанный с учетом всех затрат на поддержание и амортизацию систем тариф составлял 3, 4 и 5 коп. на пассажира для трамвая, троллейбуса и автобуса соответственно). Безусловно, изменение стоимости ресурсов (трудовых, электроэнергии, основных средств) и их пропорции не дают возможности без поправок экстраполировать эти цифры на сегодняшнюю ситуацию. Для развенчивания мифа об однозначной низкой эффективности перевозок электротранспортом можно использовать опыт ряда российских городов, где тем или иным образом решены вопросы муниципального участия в деятельности ГЭТ (Москва, Санкт-Петербург, Кемерово), а также, безусловно, опыт работы систем ГЭТ в мире в целом.

Конечно, развитие трамвая и троллейбуса не означает, что в мире массово сворачиваются автобусные перевозки. Там, где пассажиропоток составляет менее 500 пасс./ч, строительство даже троллейбусной линии экономически не оправдано, поэтому наибольшее число городских и агломерационных маршрутов по-прежнему останется за автобусом.

При потоке от 500 до 1-1,5 тыс. пасс./ч оптимальны показатели троллейбуса. При более высоких пассажиропотоках необходимо применение трамвая, причем при потоках свыше 18 тыс. пасс./ч участок трамвайной линии должен проходить без пересечений в одном уровне (на эстакаде или в тоннеле).

Вопрос экологии для городов с каждым годом все возрастает, а ведь основным источником выброса вредных веществ является автотранспорт. 2017 год объявлен

Президентом РФ годом экологии, в связи с этим хочется надеяться, что в законе о пассажирских перевозках появятся те изменения, которые позволят городам сохранять и развивать свой электрический транспорт, обеспечивая жителям достойное качество жизни.

Транспорт общего пользования в городах должен развиваться строго на основе единого планирования. Работу перевозчиков всех форм собственности необходимо осуществлять на единых принципах только на маршрутной сети и по расписанию, установленному местными органами власти и субъектами федерации по методике, утвержденной федеральными органами исполнительной власти.

Важной задачей органов законодательной и исполнительной власти является превращение систем городского электротранспорта в экстерриториальные агломерации опережающего социально-экономического развития. Выпадающие налоги и платежи (на имущество, социальные взносы, льготы по земельным и арендным платежам) в настоящее время не составляют существенных сумм для бюджетов, при этом перенаправленные целевым образом на нужды модернизации предприятий дадут мультипликативный эффект. Активное привлечение инвесторов в формах концессий и других видов ГЧП позволит расширить маршрутную сеть, обновить подвижной состав и повысить привлекательность ГЭТ как перевозчика. Такие меры повышают пассажиропоток и, как следствие, выручку предприятия. Успешные первые опыты подобных проектов уже есть в Москве (проект группы «Мортон»), Санкт-Петербурге (проект группы ЛСР), Екатеринбурге (проекты компаний «Ренова» и УГМК).

Федеральные органы исполнительной власти, органы власти субъектов федерации, местные органы должны быть наделены соответствующими полномочиями и ответственностью. Необходимо внести ряд изменений в действующее законодательство (федеральные законы № 131-ФЗ № 220-ФЗ и др.) для установления соответствующих полномочий. 

## Построение комплексных систем общественного транспорта в городах и агломерациях России и в ряде стран мира



**Е. А. Самойлов,**  
заместитель директора  
по маркетингу  
«УКВЗ им. С.М. Кирова» –  
филиала ФГУП «ГКНПЦ  
им. М.В. Хруничева», советник  
главы Усть-Катавского городского  
округа Челябинской области



**Д. В. Чудиновских,**  
директор ООО «Интро-Н»  
Аналитическая группа»

Долгосрочные демографические и миграционные тенденции однозначны: крупные города России продолжают свой рост, притягивая мигрантов из менее развитых территорий. Учитывая высокие темпы урбанизации и то, что городское пространство уже сформировано, а резервы пропускной способности улично-дорожной сети, как правило, исчерпаны, роль инфраструктурных проектов по обеспечению городской мобильности выходит на передний план. Перепланировка транспортных потоков города – это всегда сложный и дорогостоящий процесс, поэтому от выбранной стратегии зависит результат, а также образ будущего города.

### Личный транспорт. Американский опыт

Сегодня становится очевидным тот факт, что транспортная система оказывает сильнейшее позитивное или негативное воздействие и на город, и на городское сообщество в целом. Известен печальный опыт американских городов, когда с середины 20-х годов в связи с развитием автоиндустрии появилось большое количество личных автомобилей. Детройт стал одним из первых автомобильно-ориентированных городов, где построили сеть скоростных магистралей и транспортных развязок, но перестали развивать систему общественного транспорта. Автомобильные корпорации агрессивно лоббировали ликвидацию трамвайных и троллейбусных линий. Рекламировалось приобретение личных автомобилей, а общественный транспорт позиционировался как транспорт для бедных. Пересаживание жителей на личные автомобили способствовало оттоку среднего класса и элиты из центра Детройта в пригороды; ранее привлекательные районы потеряли свою востребованность. Все эти факторы привели к частым и тяжелым заторам. Аналогичная ситуация

наблюдалась в Хьюстоне и Лос-Анджелесе. Последствия приспособления городов к автомобилизации, закрытие 90% трамвайных линий и перевод на автобусный транспорт способствовали массовому оттоку жителей из центра городов в пригороды. С 1950 по 1976 год число американцев, живущих в городах, увеличилось на 10 млн человек, тогда как в пригородах – на 85 млн человек. В 1976 году жителей пригородов было больше, чем жителей городов.

В настоящее время многие из этих автомобильно-ориентированных городов предпринимают серьезные усилия, вкладывая инвестиции в перестройку транспортных систем: сооружение систем легкорельсового транспорта (ЛРТ, скоростной трамвай) и метрополитенов, совершенствование работы автобусных маршрутов. Например, в Лос-Анджелесе за последние 20 лет были построены 4 высокопроизводительные линии ЛРТ и 2 линии метрополитена, усовершенствована сеть пригородных железнодорожных линий и автобусных маршрутов. Новые линии ЛРТ появились также в Хьюстоне и Фениксе. В этом году в Детройте

планируется открытие первой линии протяженностью 5,3 км. Возрождение началось спустя 58 лет после ее закрытия (в 2014 году бизнес совместно с властями города приступил к строительству). Следует заметить, что в феврале 2016 года в Вашингтоне спустя 54 года после ликвидации вновь открылась трамвайная линия протяженностью 3,9 км.

## Тенденции в России

В настоящее время российские города столкнулись с проблемами бурного роста автомобилизации и нехваткой улично-дорожной сети. В советский период улицы городов проектировались из расчета обеспечения нормальной работы общественного транспорта (трамваи, троллейбусы и автобусы) и уровня автомобилизации в 150-180 автомобилей на 1 000 человек. Транспортная мобильность населения достигалась за счет перемещения на магистральных системах городского пассажирского транспорта. Сегодня (по оценкам Росстата) средний уровень автомобилизации в российских городах превышает 317 автомобилей на 1 000 человек (рис. 1). Самый большой – в Одинцово: 840 автомобилей на 1 000 человек. С ростом парка автомобилей выросла частота и продолжительность заторов. Наряду с этим во всех без исклю-

Трамвай в Америке был востребованным видом транспорта. Однако появление в 1907 году корпорации General Motors стало первым шагом к упадку американского трамвая и больших городов в целом. К 1921 году 90% всех поездок в США совершались на рельсовом транспорте, 10% населения имели свой автомобиль. Трамвайная отрасль процветала: в США было около 1 200 отдельных электрических городских и пригородных трамвайных систем. В отрасли работали 300 тыс. человек, а общая длина всех путей составляла 44 тыс. миль. В год трамвай перевозил 15 млрд пассажиров, доход составлял 1 млн долл. (в ценах на 1920 год). Практически в каждом городе США с населением более 2,5 тыс. человек была своя собственная система электрических дорог. GM создавала холдинги, которые скупали трамвайные компании и закрывали их: так произошло в Нью-Йорке, Лос-Анджелесе, Чикаго, Филадельфии, Балтиморе, Вашингтоне, Сент-Луисе, Солт-Лейк-Сити, Сакраменто, Сан-Диего и Окленде. К середине 50-х годов ее агенты захватили более 1 000 трамвайных сетей и перевели на автобусную тягу 90% из них (более 900 сетей). С 1945 по 1954 год 9 млн людей переехали жить в пригороды (Бенфорд Снелл, статья «Заговор против трамвая»).

чения российских городов наблюдается спад перевозок всеми видами городского общественного транспорта (рис. 2). Динамика отдельно по каждому виду транспорта (автобус, троллейбус, трамвай, метро) показана на рисунке 3.

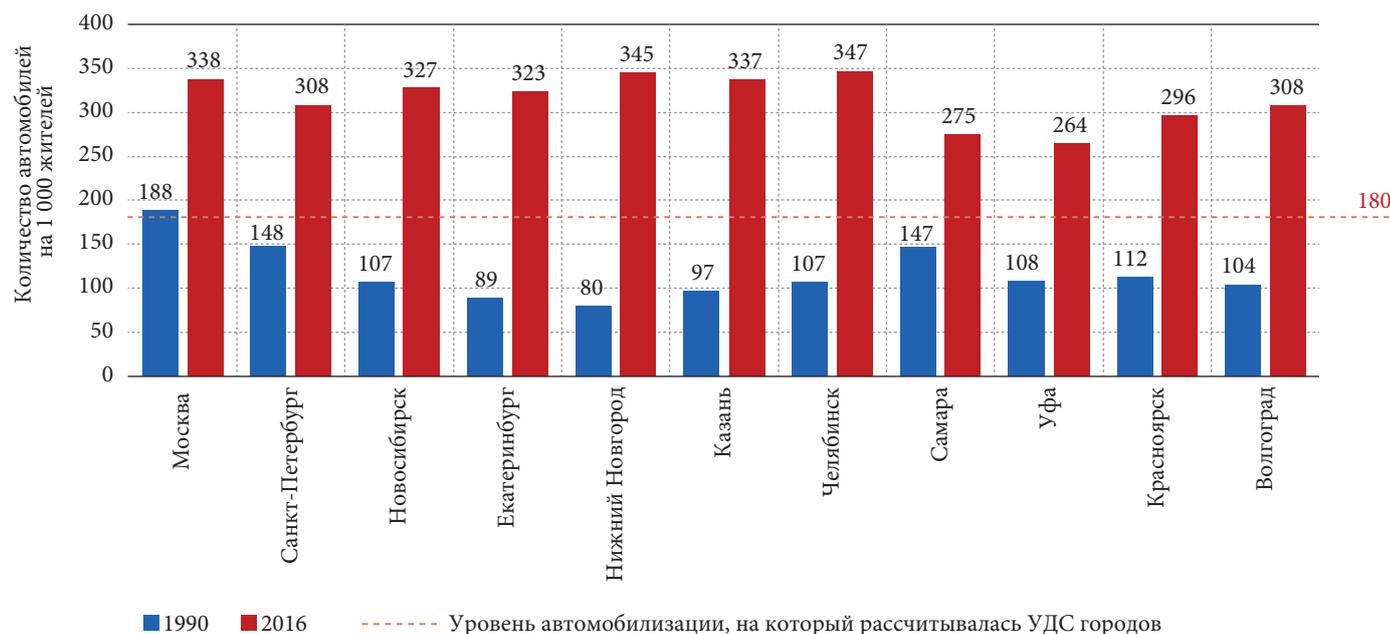
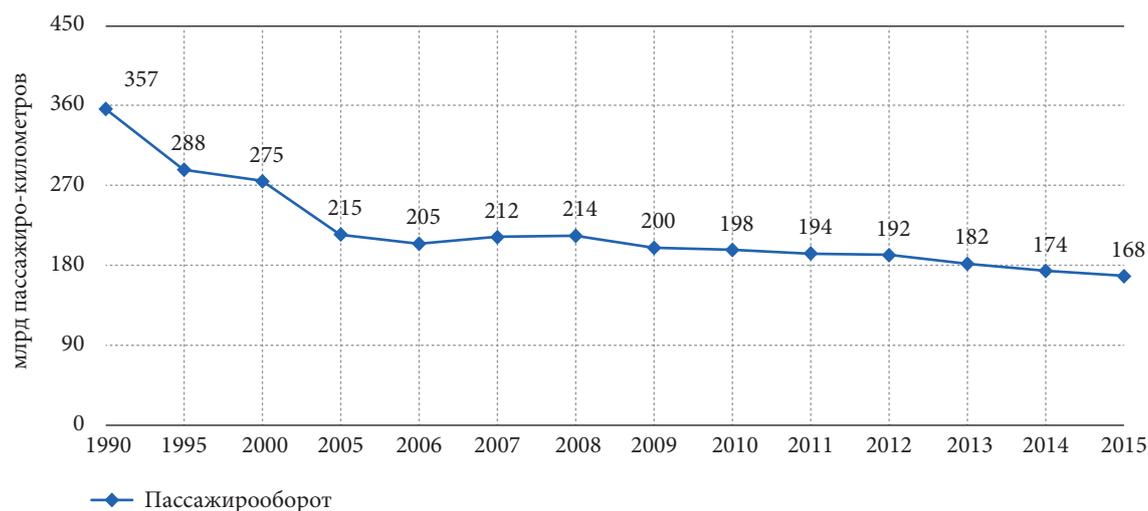
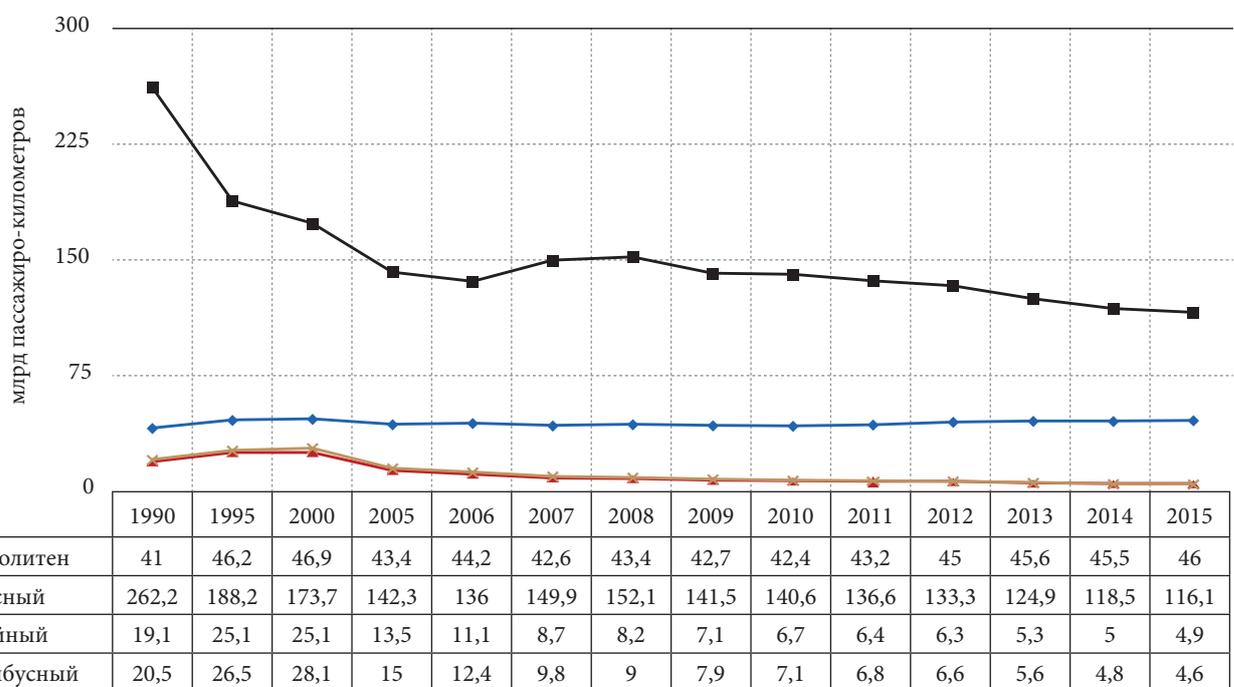


Рис. 1. Уровень автомобилизации в крупных городах России

Источник: Росстат



**Рис. 2.** Динамика изменения пассажиропотока на всех видах городского транспорта  
 Источники: Росстат, Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС)



**Рис. 3.** Динамика изменения пассажиропотока на разных видах городского транспорта России  
 Источники: Росстат, ЕМИСС (на основе данных всех российских регионов)

Российские города фактически не используют опыт, накопленный во многих городах мира за последние полвека. Результатом этого становится повторение типичных ошибок, совершенных в мировой практике прошлых лет. Так, в Архангельске, Астрахани, Воронеже, Иванове, Рязани, Ногинске и Шахтах власти ликвидировали трамвайные системы, заменив их автобусными маршрутами и маршрутными такси. В результате автобусы, стоящие в общих пробках наравне с автомобилями, не смогли составить

им альтернативу, стимулируя пассажиров пересаживаться на личный транспорт.

Есть небольшое количество российских городов, которые сначала пошли по ошибочному пути (ликвидировали часть трамвайных линий), но вовремя это осознали и начали прикладывать большие усилия по развитию городских интермодальных транспортных систем и улучшению качества перевозок пассажиров. Самые прогрессивные – Москва, Санкт-Петербург, Казань, Уфа, Нижнекамск.

Например, в Москве с 1990 по 2008 год ликвидировали около 40 км трамвайных линий, но сегодня власти города делают обособленные путевые конструкции, полосы, вводят приоритетные фазы светофорного цикла «зеленой волны» на регулируемых перекрестках, увеличивают пешеходные зоны, оснащают остановки системами информирования, закупают комфортный подвижной состав: трамваи, троллейбусы, автобусы и вагоны метрополитена.

Так, с 2012 года было приобретено 127 трамваев, в ближайшие 3 года планируется закупить еще 300 единиц. В 2014 году в городе стартовала программа «Моя улица», делающая городское пространство более комфортным, для управления транспортным поведением автомобилистов внутри ТТК внедрены платные парковки. С сентября в городе перестали функционировать маршрутки.

За 1950-1970 годы нашей страной был накоплен положительный опыт построения успешных систем городского пассажирского транспорта. Их появление в этот период обеспечило пространственный рост городов за счет освоения пригородных территорий. Такие системы доминировали в Советском Союзе вплоть до 1990-х годов. Они были не такими комфортными, как современные системы ЛРТ, но отлич-

но справлялись с большими пассажиропотоками, подвозом горожан на работу и обратно – «минимум комфорта – максимум производительности». Например, в 80-х годах трамвай в Челябинске за два часа доставлял к месту работы весь 60-тысячный коллектив ПО «ЧТЗ им. В.И. Ленина».

Данные транспортные системы создавались единым комплексом: научные организации (ГУП «Ленгипроинжпроект», ПИ «Гипрокоммундортранс» и др.), производители подвижного состава (ФГУП «УКВЗ», АО «ЧКД Прага») и государственные операторы (эксплуатирующие компании), благодаря чему советские города-миллионники имели уменьшенную копию той отлаженной системы перевозок, которую мы сегодня наблюдаем в московском метро. В ней было предусмотрено все до мельчайших деталей (организация работы депо, структура штатного расписания, графики выхода, диспетчирование пересекающихся маршрутов). Лучший опыт стандартизировался и распространялся на все системы Советского Союза. Так, в течение 20 лет появилось около 30 трамвайных систем, потенциала которых хватило до наших дней. Однако сегодня они морально и физически устарели и требуют комплексной модернизации, но накопленный опыт во многом актуален и в наши дни.

## Комплексный подход

Если рассматривать положительный мировой опыт, то в прогрессивных городах мира в качестве магистрального транспорта активно развивается скоростной трамвай. Качество транспортных услуг у него заметно выше, чем на автобусных маршрутах, работающих в общем потоке, а капиталоемкость в 3-5 раз ниже по сравнению с метрополитеном (рис. 4). Высокое качество услуг достигается за счет обособленных путевых конструкций, приоритетного проезда перекрестков и вместительного подвижного состава на 250-750 мест (от 3 до 7 секций). Это дает меньшие эксплуатационные затраты по сравнению с автобусным и троллейбусным транспортом, где номинальная вместимость подвижного состава составляет 140 человек. В последние десятилетия системы ЛРТ были построены примерно в

100 городах мира. Сеть автобусных и троллейбусных линий скорректировалась под магистральный транспорт: теперь они выполняют роль подвозящих маршрутов и не дублируют рельсовую линию. Проводится интеграция трамвайных линий с пригородным железнодорожным движением.

В ряде городов развиваются скоростные автобусы (Bus rapid transit, BRT), которые, имея различную вместимость, движутся по обособленным полосам (физически ограниченным от автомобильного движения). Тип подвижного состава подбирается исходя из пассажиропотока на маршруте. Самый успешный пример – бразильский город Куритиба.

Если рассматривать Россию, то в некоторых городах было бы возможным применить BRT в качестве магистрального транспорта.



Рис. 4. Сравнение различных видов систем городского транспорта  
 Источник: Roland Berger, TfL

Однако замена ЛРТ на BRT несет за собой потерю в безопасности (рельсы не позволяют трамвайному вагону совершать опасные маневры) и экологичности. К тому же в построении таких систем нет ни опыта, ни специалистов, ни заинтересованных субъектов экономики. Автобусные заводы-производители продают исключительно подвижной

состав. Кроме того, построение таких систем требует большого дорожного пространства, а в условиях сформировавшейся городской среды это сделать очень сложно. В случае же с ЛРТ данное направление в нашей стране успешно развивалось, в городах есть большое количество обособленных линий, накоплен положительный опыт и компетенции.

### Французский опыт ГРТ

В момент расцвета советского общественного транспорта Франция испытывала проблемы, схожие с транспортными проблемами современных российских городов. В начале XX века трамвайная сеть Парижа насчитывала 120 маршрутов и имела протяженность 1 000 км. Однако в 20-е годы их повсеместно стали ликвидировать как средство борьбы с пробками, расширяя дороги. В итоге в 1937 году трамвай из Парижа исчез. Затем в 1980 году (после изучения советских транспортных систем) во Франции произошло переосмысление: власти пришли к выводу, что строительство дорог и развязок не решает проблемы городской мобильности. Автомобилей становится все больше, парковочного пространства не хватает, поэтому в столице, как и во многих других городах Франции, началось возрождение трамвая.

Сегодня город имеет 8 трамвайных линий общей протяженностью 106 км.

Вокруг французских производителей подвижного состава возник целый сегмент коммерческих компаний, связанных с разработкой проектов трамвайного транспорта. Они принимают участие на всех уровнях (проектирование, строительство и эксплуатация систем) и экспортируют свои знания и опыт по всему миру (табл. 1).

Французская модель бизнеса по построению городских транспортных систем на основе легкорельсового транспорта базируется вокруг производителей подвижного состава: Alstom Transport, Lohr и Siemens France. При этом они являются всего лишь незначительной частью в экономике общественного транспорта и занимают около 2% (без учета стоимости обслуживания по-

движного состава в ходе эксплуатации). При определении доли производителей и других участников сегмента в расчет включены все составляющие транспортной системы: проектирование, инжиниринг, строительство, поставки подвижного состава, расчетный период эксплуатации (30 лет).

Вокруг названных производителей созданы 4 инжиниринговые компании: Systra, Artelia, Ingerop, Egis. Они принимают участие в создании концепций проектов: исследовательская работа, генеральное проектирование. Их вес составляет до 4% в стоимости сегмента.

Systra занимает первое место в рейтинге международного проектирования городского и железнодорожного транспорта. За 25 лет реализованы проекты в 350 городах и 150 странах, 80% деятельности осуществляется за рубежом.

Три крупные французские девелоперские компании – Bouygues, Eiffage, Vinci – задействованы в проектировании и строительстве трамвайных линий и транспортно-пересадочных узлов. В зависимости от обстоятельств их роль варьируется от строительных работ до управления консорциумом или группой концессионеров. Доля в экономике сегмента общественного транспорта составляет 12-15%.

Следующие три французские компании – крупные операторы общественного транспорта: Keolis, RATP, Transdev. Доля в финансовых оборотах сегмента экономики составляет около 80-82%. Текущая совокупная ежегодная выручка в 140 раз превышает совокупную выручку производителей подвижного состава. Например, Transdev является французским международным частным оператором обществен-

Табл. 1. Структура доходов французского сегмента компаний за 2009 год

№ п/п	Участники (элементы) модели	Оборот за 2009 год, млн евро	Удельный вес, %
1	Инжиниринговые компании (Systra, Artelia, Ingerop, Egis)	1 274	1,34
2	Девелопмент (Bouygues, Eiffage, Vinci)	76 200	80,30
3	Производители подвижного состава (Alstom transport, Lohr и Siemens France)	127	0,13
4	Операторы транспортных систем (Keolis, RATP, Transdev)	17 292	18,23
<b>Итого:</b>		<b>94 893</b>	<b>100</b>

Источник: Министерство экологии, устойчивого развития и энергетики Франции

ного транспорта и представляет собой конгломерат из 96 компаний, управляющих транспортом более чем в 50 городах 19 стран на 5 континентах. Более 60% деятельности компании находится за пределами Франции. В управлении компании – интермодальные транспортные системы, включающие все виды городского транспорта: метро, трамвай, городские и междугородние автобусы, такси, велосипеды, водный транспорт.

Если проецировать данную модель бизнеса (инжиниринг, девелопмент, подвижной состав, частный оператор) на Россию, то очевидно, что сегодня в нашей стране развит только один из четырех блоков – подвижной состав. Трамваи производят: ФГУП «УКВЗ им. С.М.Кирова», АО «Уралтрансмаш», ООО «ПК «Транспортные системы», ООО «Трамрус» (совместная компания АО «Трансмашхолдинг» и Alstom) (табл. 2). При этом ни один из производителей не предоставляет комплексный продукт.

Табл. 2. Производство трамваев на российских заводах

№ п/п	Производитель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	За III кв. 2016	Итого
1	ФГУП «УКВЗ»	101	107	153	211	81	31	73	43	105	43	19	12	1 017
2	ОАО «ПТМЗ»	39	28	60	69	23	39	7	3	Банкрот				268
3	АО «Уралтрансмаш»	6	7	5	10	44	6	10	27	51	42	0	0	209
4	Pesa & АО «Уралтрансмаш»	Совместное производство под московский контракт 2012 года									60	0	0	60
5	ООО «ПК Транспортные системы»	Создано в 2014 году									11	3	19	
6	ООО «Трамрус»	Создано в 2014 году									4	0	0	4
<b>Итого:</b>		<b>146</b>	<b>142</b>	<b>218</b>	<b>290</b>	<b>148</b>	<b>76</b>	<b>90</b>	<b>73</b>	<b>156</b>	<b>149</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>1 577</b>

## Этапы построения сегмента экономики в России

Комплексный продукт включает не только поставку нового подвижного состава в старую систему, но и переформатирование ее целиком. Острую потребность в таких системах испытывают в первую очередь агломерации, сложившиеся вокруг городов-миллионников, где системы общественного транспорта сильно устарели, города выросли, транспортные потоки существенно изменились, а автомобилизация многократно возросла (табл. 3).

Согласно Федеральному закону от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» создание условий для предоставления транспортных услуг населению и организация транспортного обслуживания населения в границах поселения отнесены к вопросам местного значения (полномочиям муниципалитета), поэтому их решение по комплексному переформатированию городских систем общественного транспорта без привлечения крупного бизнеса в данную сферу невозможно.

Основные противоречия и препятствия, которые возникают у муниципалитетов при решении данной задачи:

1. Реализация таких проектов требует больших финансовых вложений. Сто-

имость 1 км наземных магистральных легких рельсовых линий с подвижным составом составляет 1,5 млрд руб., стоимость 1 ТПУ – до 5 млрд руб., также стоит учитывать строительство соответствующей инфраструктуры и подвижного состава на подвозящих маршрутах. В среднем для переформатирования транспортной системы города с 1-1,2 млн человек требуется 3 магистральных рельсовых линии, 9 ТПУ и подвозящих к ним видов транспорта с автобусами, троллейбусами, микроавтобусами, информированием на остановках, терминалами по продаже билетов и программными продуктами для планирования и регулирования движения, для учета и распределения транзакций оплаты проезда, что составляет в среднем 150-200 млрд руб. При этом бюджеты муниципалитетов зачастую являются дефицитными.

2. Федеральные и региональные органы власти не отвечают за данный вопрос. В международной практике размер федеральных целевых грантов варьируется от 30 до 50% в стоимости от проекта. Несмотря на то что в сентябре 2015 года состоялось расширенное заседание «Рабочей группы по городскому транс-

Табл. 3. Агломерации: рост демографии и автомобилизации

№ п/п	Агломерация	Численность жителей, млн чел.		Автомобилизация (авто/1 000 чел.)		Автопарк, тыс. авто		Рост автопарка за 26 лет, тыс. авто
		1990	2016	1990	2016	1990	2016	
1	Московская	10,30	17,00	188	338	1 936	5 746	3 810
2	Санкт-Петербургская	5,00	6,20	148	308	740	1 910	1 170
3	Новосибирская	1,70	2,00	107	327	182	654	472
4	Екатеринбургская	1,60	2,20	89	323	142	711	568
5	Нижегородская	1,30	2,10	80	345	104	725	621
6	Казанская	1,09	1,50	97	337	106	506	400
7	Челябинская	1,20	1,40	107	347	128	486	357
8	Омская	1,10	1,20	103	271	113	325	212
9	Самаро-Тольяттинская	1,70	2,50	147	275	250	688	438
10	Ростовская	1,30	2,10	127	250	165	525	360
11	Уфимская	1,10	1,40	108	264	119	370	251
12	Красноярская	1,00	1,30	112	296	112	385	273
13	Пермская	1,04	1,20	68	253	71	304	233
14	Воронежская	1,00	1,20	127	370	127	444	317
15	Волгоградская	1,00	1,40	104	308	104	431	327
	<b>Итого:</b>	<b>31,43</b>	<b>44,70</b>			<b>4 400</b>	<b>14 207</b>	<b>9 807</b>

Источники: сайт [citypopulation.de](http://citypopulation.de), Росстат

порту» Координационного совета по вопросам транспортного машиностроения при Минпромторге России, где было принято решение о необходимости разработки Федеральной целевой программы по комплексной модернизации транспортных (трамвайных) систем в городах и агломерациях Российской Федерации на основе современного леггорельсового транспорта (трамвая) на 2016-2025 годы, разработка ФЦП не началась, так как затрагивает интересы различных министерств и ведомств. При этом Минпромторг РФ отвечает только за подвижной состав и производителей.

3. В России нет единого Центра компетенций (агентства) по развитию систем городского общественного транспорта, который выработал бы типовые решения для городов и масштабировал их.

4. Все предприятия, эксплуатирующие магистральные трамвайные, автобусный и троллейбусный транспорт, являются муниципальными. При этом 85-90% из них убыточны (табл. 5), так как подвижной состав не обновляется, расписание движения не соблюдается, 80% существующих линий физически изношены и не позволяют развивать высокие скорости, а на магистральных маршрутах создана недобросовестная конкуренция с частными маршрутными такси.

Например, до 2004 года трамвайная сеть Златоуста (2 линии) перевозила 50 млн чел./год, сегодня – 6,5 млн чел./год. Выручка составляет 90 млн руб., убытки – 80 млн руб. Четыреста маршрутов, которые дублируют трамвайные линии, перевозят 45 млн чел./год и имеют выручку 670 млн руб./год, при этом не содержат инфраструктуру и за год платят менее 100 тыс. руб. налогов. Подобная ситуация – практика в российских городах. Владельцы маршрутов фактически формируют лобби в органах муниципальной власти, что, как следствие, приводит к консервации ситуации и к деградации общественного транспорта и городов. В целом по России этот теневой сектор составляет более 250 млрд руб.

5. Для вхождения в данную сферу частному бизнесу требуются:

– гарантии защиты от выпадающих доходов из-за социальных льгот на проезд или

снижения пассажиропотока из-за маршрутных и градостроительных трансформаций на долгосрочный период;

– федеральный целевой грант (в целях снижения капитальных затрат).

В мировой практике подобные экономические проекты создаются по схемам государственно-частного партнерства. Ознакомившись с технико-экономическим обоснованием проектов, реализованных в нескольких последних десятилетиях в Германии, Франции, Чехии, можно сделать вывод, что период их работы составляет не менее 30 лет (строительство и эксплуатация). Порог окупаемости инвестиций – 8-20 лет.

Создание комплексных систем городского общественного транспорта включает следующие этапы:

1. Городское пространственное планирование и внесение изменений в генпланы городов. Последовательность действий для достижения интермодального баланса начинается с определения целей общегородского уровня. Они определяют вектор развития инфраструктуры города, способной обеспечить транспортную мобильность горожан на долгосрочную перспективу.

2. Исследования существующих пассажиропотоков в городах и обработка данных.

3. Транспортное планирование. Построение математической модели существующего пассажиропотока. Переформатирование маршрутной сети.

4. Оценка стоимости проекта и разработка ТЭО.

5. Разработка финансово-юридической модели. Определение источников финансирования. ТПУ можно реализовывать как отдельные девелоперские проекты.

6. Проектирование.

7. Проведение тендерных процедур.

8. Строительство элементов инфраструктуры: ТПУ, линии, остановки, информационные системы, подстанции, системы сигнализации.

9. Закупка оптимального подвижного состава по контрактам жизненного цикла на магистральные и подвозящие маршруты.

10. Эксплуатация системы: сбор платежей, поддержание инфраструктуры.

Таким образом, при реализации подобных проектов задействуются: архитектурно-

Табл. 5. Доходность муниципальных трамвайных предприятий<sup>1</sup>

№	Город	Компания	Выручка, млн руб.	С/С, млн руб.	Валовая прибыль, млн руб.	Прочие доходы, млн руб.	Прочие расходы, млн руб.	Чистая прибыль, млн руб.
1	Санкт-Петербург	МП «Горэлектротранс»	4 445,5	7 878,9	-3 433,4	3 593,1	217,1	-53,5
2	Екатеринбург	ЕМУП ТТУ	2 359,6	2 875,3	-515,7	272	113,4	-295,9
3	Самара	МП ГО Самара «ТТУ»	1 586,1	2 065,6	-479,5	794,4	249	6,7
4	Волгоград	МУП «Метроэлектротранс»	1 173,8	1 670,1	-496,3	392,1	56,4	-151,2
5	Челябинск	МУП «Челябинский городской электрический транспорт»	1 063,9	1 217,1	-153,2	57,9	40	-167,1
6	Нижний Новгород	МУП «Нижегородэлектротранс»	866,7	1 708,5	-841,8	927,5	127,9	-35,5
7	Краснодар	МУП «КТТУ»	1 925,0	2 052,0	-127	135,2	74,3	-59,3
8	Ижевск	МУП «ИжГорЭлектроТранс»	1 214,5	1 188,9	25,6	148,8	64,1	-0,2
9	Новосибирск	ФКП «Горэлектротранспорт»	1 296,8	1 568,1	-271,3	345	113,1	-41,1
10	Саратов	МУП «Саратовгорэлектротранс»	433	906,1	-473,1	362,1	46,4	-127,7
11	Уфа	МУП «Муэт»	345,2	976	-630,7	537,7	85,6	-178,6
12	Казань	МУП «Метроэлектротранс»	2 277,0	2 822,4	-545,4	463,4	88	-303,4
13	Барнаул	МУУП «Горэлектротранс»	768,2	886,8	-118,6	188,7	15,1	19,7
14	Пермь	МУП «Пермгорэлектротранс»	647,5	1 254,2	-606,7	526	42,6	-129,5
15	Омск	МП «Электрический транспорт»	739,2	710	29,2	38,2	21,7	33,9
16	Ульяновск	МУУП «Ульяновскэлектротранс»	423,4	708,6	-285,2	251,6	19,4	-47,8
17	Магнитогорск	Маггортранс	405,4	687,5	-282,2	230,8	21,5	-99,8
18	Красноярск	МУП «Горэлектротранс»	500,4	518,2	-17,8	26,1	27	-18,6
19	Ярославль	ОАО «Яргорэлектротранс»	511,8	679	-167,2	134,1	9,7	-37,6
20	Кемерово	ОАО «Кемеровская электротранспортная компания»	332,5	626,8	-294,2	336,7	55,3	-13
21	Ростов-на-Дону	МУП РТК	214,1	259,9	-45,8	11,9	18,8	-43,8
22	Иркутск	МУП «ИркутскГорЭлектроТранс»	328,7	439,7	-111	154,5	43,8	0,4
23	Томск	ТГУ МП «ТТУ»	209,3	403,4	-194,1	238,5	11,7	1,5
24	Хабаровск	МУП «Хабаровское ТТУ»	384,5	540,9	-156,4	81,8	23,5	-99,9
25	Набережные Челны	ООО «Электротранспорт»	349,5	384,9	-35,4	75,1	7,5	-1,4
26	Липецк	МУП «Липецкий пассажирский транспорт»	623,7	1 168,0	-544,2	559,6	37,2	-24,5
27	Пенза	МУП «Пассажирские перевозки г. Пензы»	402,2	686,7	-284,5	373,9	93,5	-84
28	Златоуст	МУУП «ЗТУ» МО Златоустовский городской округ»	77,7	120,6	-42,9	23,4	0,9	-16,4
29	Владивосток	ОАО «Электрический транспорт»	160,6	145,1	15,5	1,8	8	0,8

Источник: РОЭЛ Консалтинг

<sup>1</sup> В таблице не приведены данные по Москве, так как в ней преобладает транспорт более высокого провозного уровня – метро и электрички. Кроме этого, трамвайные маршруты делятся на магистральные с высоким пассажиропотоком и районные. Для того, чтобы сделать объективный анализ по магистральным маршрутам, требуется провести большую исследовательскую работу.

Табл. 6. Комплексный продукт и его элементы

№ п/п	Элемент модели	Удельный вес, %	Ежегодный доход, трлн. руб.	Валовый доход, трлн. руб.	Примечание
1	Инжиниринг	20		2,14	1-й этап. Занимает 1-2 года на проект
2	Девелопмент	70		7,48	2-й этап. Занимает 2-3 года на проект
3	Подвижной состав	10		1,07	3-й этап. Поставка после создания инфраструктуры. Сервисное обслуживание на протяжении 20-30 лет
4	Эксплуатация систем:			52,2	4-й этап. Эксплуатация систем в течение 30 лет
	– оплата за проезд;		0,71	21,3	
	– реклама;		0,1	3	
	– сдача в аренду площадей		0,93	27,9	
5	Экспорт комплексного продукта			26,2	5-й этап. Страны СНГ, рынки стран Азии, Восточной Европы, Африки и Южной Америки
<b>Итого:</b>				<b>90</b>	

Источник: экспертная оценка «УКВЗ им. С.М.Кирова» – филиала ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», ООО «Интро-Н» Аналитическая группа»

проектные бюро, инжиниринговые компании, научные и проектные организации, строительные компании, поставщики элементов системы (энергооборудования, систем сбора и оплаты проезда, информационных систем и др.), поставщики подвижного состава, юридические и финансовые консультанты, PR-агентства и СМИ.

Данный сегмент экономики экспертно оценивается в 90 трлн руб., которые распределяются следующим образом (табл. 6).

Для того чтобы перейти на комплексный продукт и создать новый сегмент экономики в России, требуется ряд серьезных мероприятий. Во-первых, необходимо консолидировать всех участников экономического сегмента для формирования государственной стратегии (принятия ФЦП) по реформированию (модернизации) городских систем пассажирского транспорта. Это позволит всем участникам (урбанисты, архитекторы, федеральные, региональные и муниципальные власти, производители подвижного состава, строители, производители элементов системы и т. д.) придерживаться общего детализированного плана действий.

Во-вторых, нужно создать инжиниринговый центр, который станет ядром группы компаний (альянса) комплексного продукта – это будут современные системы городского общественного транспорта (пла-

нирование, инжиниринг, строительство, подвижной состав, оператор).

В-третьих, следует создать частного оператора для управления мультимодальными системами городского общественного транспорта, в том числе сдачи в аренду площадей ТПУ (деловых и торговых) и привлечения частных инвестиций (франшиза).

В-четвертых, реализовать ряд пилотных проектов в нескольких крупных городах-миллионниках и агломерациях Российской Федерации, а также выработать типовые транспортно-проектировочные решения и бизнес-модель управления.

В-пятых, необходимо масштабировать данные решения на 103 города Российской Федерации (Москва, Санкт-Петербург, 13 городов-миллионников, 21 город с населением выше 500 тыс. чел., 32 города с населением выше 300 тыс. чел., 35 городов с населением выше 200 тыс. чел.). Суммарное число жителей в данных городах – 65,8 млн чел., из которых 74% регулярно пользуются общественным транспортом.

В-шестых, выйти с комплексным продуктом на внешние рынки: страны СНГ, рынки стран Азии, Восточной Европы, Африки и Южной Америки.

Реализация данных шагов позволит решить проблемы передвижения людей в городах и обеспечить российскую экономику 90 трлн руб. в расчете на 30 лет. 

## Развитие единой транспортной системы в мире. Успешный опыт Сингапура



**Я. К. Хардер,**  
генеральный директор ГК «Молинари Рэйл»

По сравнению с индивидуальным общественный транспорт обладает некоторыми недостатками: скорость, комфорт и гибкость. Тем не менее у последнего существует хороший потенциал для создания синергии между разными видами общественного транспорта с целью достижения максимальных характеристик. На основе исследуемых данных по скорости движения автобусов, рельсового транспорта, логистики пересадок можно сказать, что возможность для создания единой транспортной системы, которая будет обладать рядом достоинств по сравнению с индивидуальным транспортом, есть.

### Предпосылки для развития

Исследования в области обеспечения мобильности населения показывают, что за последние 20 лет все крупные города мира сталкиваются с проблемой загруженности основных магистралей. Во время максимальной загруженности средняя скорость движения автомобильного транспорта составляет 10-15 км/ч в таких городах, как Лондон, Париж, Токио, Джакарта, Тегеран и Мехико. Тем не менее, несмотря на развитую инфраструктуру общественного транспорта, количество автомобилей на дорогах уменьшить не удастся.

Ряд городов (рис. 1), за исключением Сингапура, обрели свои очертания до того, как автомобильный транспорт стал основным видом передвижения, в связи с чем инфраструктура городов предусматривала потребности людей, передвигающихся пешком или же на рельсовом транспорте. Однако данные показывают, что автомобильный транспорт используется в большинстве городов более чем в 40% случаев даже при наличии развитого общественного транспорта. В Лондоне, Париже и Нью-Йорке к общественному транспорту прибегает более 60% жителей лишь в пределах мало-

го кольца, где не хватает мест для стоянки в пункте назначения и средняя скорость движения автомобиля меньше 15 км/ч. В других же частях города, где достаточно парковочных мест и дороги менее загружены, личный транспорт использует более 60% населения. Эмпирическое сравнение демонстрирует, что использование автомобиля (не владение) уменьшается, когда существует возможность пешего передвижения и движения на велосипеде<sup>1</sup>.

Исследования транспортного потока в Великобритании и США показывают, что за последние 60 лет количество автомобилей и пройденных ими километров пути увеличилось почти на 1000%, при этом такая динамика характерна по всему миру. Это оказывает и будет продолжать оказывать большое влияние на окружающую среду, а также на экономику стран: увеличение количества автомобилей и пройденных ими километров пути требует развития и расширения дорожного хозяйства.

Европейская комиссия приняла программу<sup>2</sup> в 2011 году, в которой говорится о нулевом выхлопе транспорта в центре городов к 2050 году. Этот документ окажет серьезное

<sup>1</sup> Urban transport – moving from the XIX to the XXI concerns. D. Mohan. – 2015.

<sup>2</sup> Transport White Paper.

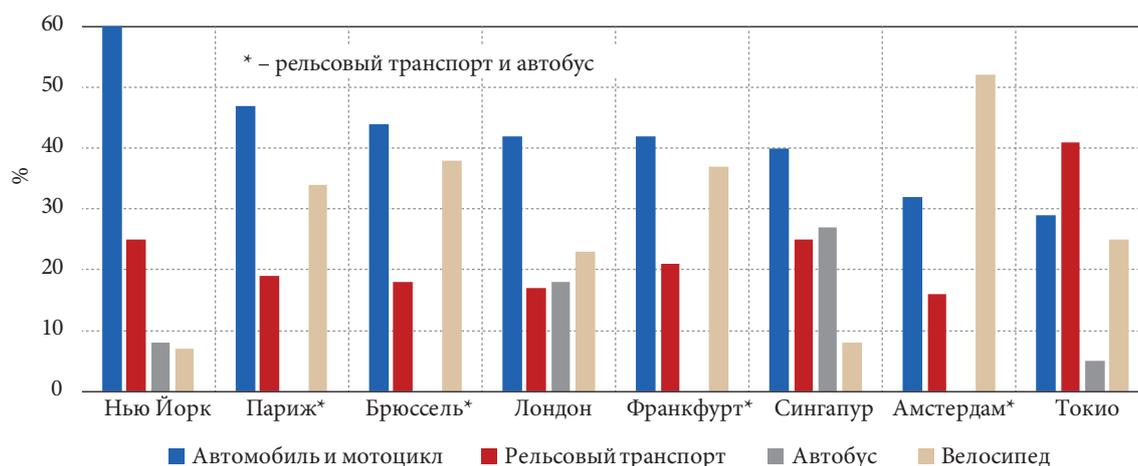


Рис. 1. Распределение по видам транспорта

влияние на развитие системы управления городским транспортом и на транспортную отрасль в целом.

Используемая система управления городским потоком транспорта остается либо статичной (время изменения сигналов – постоянная величина), либо реактивной по отношению к условиям на дорогах при помощи датчиков (индуктивные, радары, инфракрасные датчики). При этом существует огромный потенциал для создания более совершенной системы управления городским потоком транспорта с возможностью прогнозирования событий на основе сбора и обработки «больших данных».

Сегодня наиболее широко применяются точечные датчики, например индуктивные петли, которые встраиваются на дорогах. Однако они предоставляют недостаточный объем информации для оценки состояния транспортного потока на дорогах. Развитие технологий, пронизывающих нашу жизнь, дает возможность собирать и обрабатывать новые источники данных. Так, большинство населения в странах ЕС и США использует смартфоны, которые могут предоставить данные по беспроводным каналам связи. Количество спутниковых навигаторов на автомобильном транспорте также увеличивается (около 7,5 млн спутниковых систем в Великобритании в 2010 году<sup>3</sup>). По оценкам экспертов такие системы в стране будут установлены на большинстве автомобилей к 2022 году. Новые источники данных формируют «большие данные». Например,

координаты автомобиля, скорость движения, маршрут следования при правильной обработке данных дают огромный потенциал для улучшения системы управления транспортными потоками на дорогах.

В рамках шестой программы научно-исследовательских и конструкторских работ Европейского союза с 2006 по 2010 год принял участие 61 партнер (компании и органы исполнительной власти) при финансовой помощи со стороны Европейской комиссии, в ходе которой были выделены 7 проектов, в том числе программа Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems (CVIS) о развитии единой и умной транспортной системы ЕС. Принятие программы стало ответом на аналогичные проекты развития транспортной системы в Японии и США.

В рамках CVIS было проведено обоснование системы коммуникации между автомобилями и окружающей инфраструктурой. Полученные данные позволили обеспечить обмен информацией между транспортными средствами о состоянии потока на дорогах, что уменьшит время поездки на личном транспорте в среднем на 15%<sup>4</sup>. Например, загруженность полос, скорость движения, положение транспортных средств – эти данные можно использовать в режиме реального времени с целью оптимального распределения транспортного потока по полосам, а также определения рекомендуемой скорости движения.

Общественный городской транспорт включает в себя разные виды транспорта,

<sup>3</sup>BBC survey 2010.

<sup>4</sup>William van Hemert, 2010, Logica, SCR-09-33.

каждый из которых предоставляет услуги для пассажиров, различающиеся по скорости, вместимости, стоимости и уровню комфорта. При этом по определенным параметрам один уступает другому. В то же время невозможно, чтобы один вид транспорта удовлетворил потребности пассажира, в связи с чем возникает необходимость создания единой транспортной системы, в которой каждый вид транспорта в целях обеспечения качественных перевозок выполнял бы свою функцию, гармонично дополняя другой. Только отлично слаженная единая транспортная система может предоставить все преимущества каждого вида транспорта, обеспечив безопасность, скорость, удобство, точность расписания и

экономически обоснованные услуги населению, сохранив время для его социальной активности, производительности труда и других аспектов жизни.

С развитием экономики и технологий городов внедряются, помимо традиционных, иные виды общественного транспорта: скоростной автобус и рельсовый транспорт. Они должны создать единую транспортную систему, в которой гармонично взаимодействуют все виды транспорта. Такая система обладает следующими достоинствами: может удовлетворить требования всех категорий населения; формирует развитие транзитно-ориентированной схемы; увеличивает конкурентоспособность экономики города.

## Сингапур

Благодаря умной транспортной системе Сингапура уровень загруженности дорог города является одним из самых низких, средняя скорость движения автомобилей на основных дорогах составляет 27 км/ч, тогда как в Лондоне – 16 км/ч, Токио – 11 км/ч.

В Сингапуре была принята программа – Smart Mobility 2030 – по созданию умной транспортной экосистемы города-государства до 2030 года. Его демографическая и социально-экономическая картина силь-

но изменилась за последние 10 лет. Город-государство занимает площадь около 715 км<sup>2</sup>, население – более 5,4 млн, плотность – более 7 500 чел./км<sup>2</sup>. Парк моторизованных транспортных средств – более 970 тыс. ед. (2015 год), при этом общая площадь дорог – около 12% всей территории страны, около 14% – жилые строения. Целостная транспортная система (рис. 2) является ключом для устойчивого обеспечения мобильности населения. Согласно этой программе строительство дорог продолжится в основном для обеспечения доступности новых районов и улучшения схемы работы автобусов, также планируется строительство новых путей для рельсового транспорта.

Для обеспечения надежности и безопасности рельсового транспорта Сингапура была введена в эксплуатацию первая в мире полностью автоматизированная подземная транспортная линия в рамках единой транспортной системы Сингапура (протяженность – 20 км, 16 станций). Линия соединила центр Сингапура с северо-восточной частью острова, обеспечивая ежедневную перевозку около 560 тыс. пассажиров. Единая же транспортная система ежедневно перевозит около 3,1 млн пассажиров (данные за III квартал 2016 года). Линия может обеспечить интервал движения подвижного состава в 90 сек., время

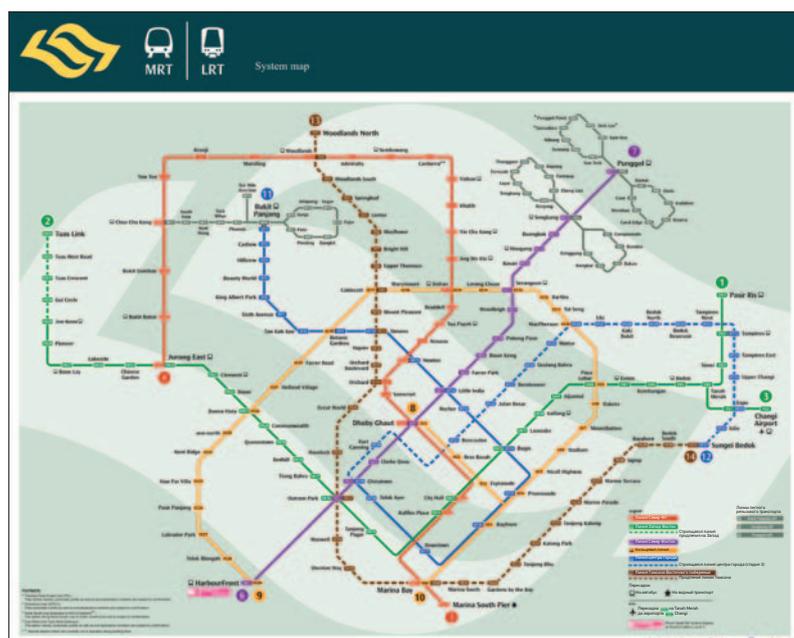


Рис. 2. Схема рельсовой транспортной системы Сингапура – 2016, Land & Transport Authority

поездки подвижного состава от начальной до конечной станции составляет 33 мин. Планируется, что операционные затраты на полностью автоматизированной линии должны быть уменьшены почти на 60% по сравнению с неавтоматизированными линиями метро. Беспилотный подвижной состав (рис. 3) вмещает в себя больше пассажиров (77 000 пасс./ч на направление), при этом коэффициент технической готовности такого подвижного состава остается на высоком уровне (99,96%), тогда как обычный подвижной состав схожей конфигурации обеспечивает 70 000 пасс./ч на направление.

На основании успешного опыта эксплуатации Департамент земли и транспорта правительства Сингапура принял решение сделать весь последующий рельсовый транспорт полностью автоматическим (без машиниста). Цифровые информационные панели с указанием времени прибытия поезда на всех станциях, на основных автобусных остановках в режиме реального времени обеспечивают логистику пересадок и мобильность пассажиров.

На сегодня город внедрил собственный национальный стандарт использования бесконтактных систем – Contactless e-Purse Application Standard (CEPAS), позволяющий всем эмитентам различных пластиковых карточек предлагать такие функции, которые совместимы с национальной системой оплаты проезда без каких-либо дополнительных изменений. Таким образом, CEPAS



Рис. 3. Беспилотный подвижной состав метро Сингапура (SBS Transit)

дает возможность потребителям использовать свои карты для оплаты проезда на общественном транспорте и для целей, не связанных с ним. К тому же это позволит обеспечить сбор обезличенных данных для последующей обработки, чтобы существенно улучшить работу общественного транспорта. В 2011 году на специальном веб-портале была представлена вся необходимая информация по работе общественного транспорта: о загруженности дорог, мест стоянок такси, проката велосипеда и автомобиля. С развитием смартфонов веб-портал был адаптирован и под их требования, на сегодня более 1 млн пользователей AppStore и GooglePlay установили это приложение на свой смартфон (рис. 4).

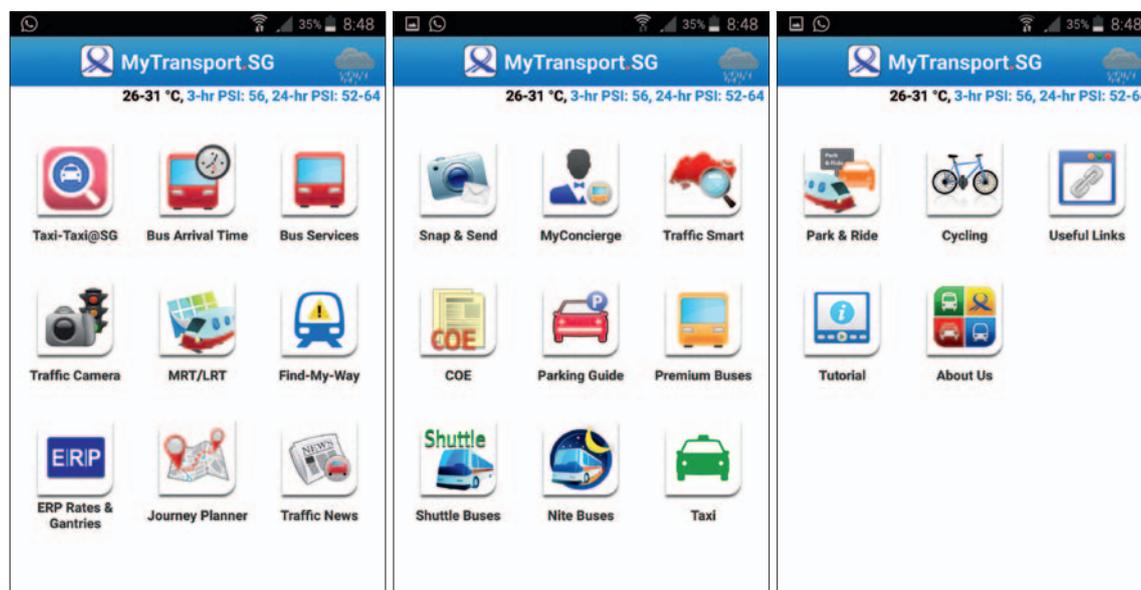


Рис. 4. Приложение для смартфона MyTransport.SG

В программе развития единой транспортной системы до 2030 года важная роль отводится сбору и качеству безличной информации. В связи с этим будут внедрены новые технологии по ее сбору, динамической обработке «больших данных» и использованию умных систем анализа, обеспечению безопасности хранения и их передачи. Это позволит лучше понять динамику заполнения общественного транспорта и тем самым прогнозировать события.

Большая часть данных о транспортной системе собирается на основе инфраструктурных датчиков. При этом миллиарды мобильных устройств, приложений и датчиков позволяют обеспечить сбор информации. Например, координаты и скорость движения. Концепция интерактивности будущей транспортной системы также заложена в программе ее развития. Окружающая транспортная инфраструктура, транспортные средства и смартфоны будут взаимодействовать в соответствии с предпочтениями пассажиров без какого-либо вмешательства человека.

Операторы транспортных компаний Сингапура внедрили с 2013 года умную систему управления и мониторинга на подвижном составе общественного транспорта. Она позволяет осуществить сбор информации от всех операторов, что в конечном итоге дает возможность пассажирам лучше планировать поездку на общественном транспорте. Системы предоставляют возможность более удобный способ аренды автомобиля (каршеринг). Местоположение машины достаточно найти на смартфоне и арендовать, при этом возвращать в пункт отправления ее не нужно. Каршеринг ощутимо уменьшил количество личного транспорта на дорогах. Согласно последним данным ассоциации каршеринга в Сингапуре каждая машина системы каршеринга заменяет 15 ед. личного транспорта, клиенты каршеринга в среднем используют машины каршеринга на 31% реже по времени, чем личный транспорт. Департамент транспорта Сингапура совместно с операторами внедрили централизованную систему, которая определяет координаты 4 700 автобусов на

360 маршрутах в режиме реального времени. Также на каждом автобусе доступна информация о заполненности автобусов в цветовой схеме. На ее основании пассажиры могут принять решение – садиться в автобус или нет.

В Сингапуре общественный транспорт производит около 20% выброса оксида углерода, тогда как личный транспорт – почти 75%<sup>5</sup>. Из этого следует, что создание единой транспортной системы в Сингапуре позволит увеличить использование общественного транспорта и существенно уменьшит производство выбросов личным. На основе последних разработок ГК «Молилари Рэйл» относительно модернизации маневровых локомотивов типа 1063 путем внедрения аккумуляторных элементов можно утверждать, что вскоре появится возможность переоборудовать существующие автобусы в электробусы. Такие электробусы будут работать на аккумуляторных элементах с электрическим приводом, при этом технология быстрой зарядки аккумуляторных элементов (до 15 сек.) позволит заряжать элементы на остановках маршрута следования автобусов<sup>6</sup>.

Эффективная система управления загруженностью дорог является важным элементом транспортной программы Сингапура, поскольку события на дорогах влияют как на общественный транспорт, так и на личный. Развитие спутниковой системы глобального позиционирования позволяет внедрить новую форму тарификации за пользование дорогами. Это существенно улучшит текущую систему оплаты за проезд по дорогам Сингапура.

Развитие технологий оказало сильное влияние на транспортную систему крупных городов всего мира. На основе опыта их развития можно сделать вывод: необходимо взаимовыгодное сотрудничество между органами исполнительной власти, промышленными предприятиями и академическими институтами. Сенсорные технологии, встроенная телематика и беспилотное управление транспортом являются ключевыми технологиями дальнейшего развития компетенций и транспортных систем. 

<sup>5</sup> Land & Transport Authority – 2016.

<sup>6</sup> <http://www.molinar-rail.com/wp-content/uploads/2016/07/ehybrid-en.pdf>.

Соорганизатор



# ЮБИЛЕЙНЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА

30 ноября – 2 декабря 2016  
Комплекс «Гостиный Двор», Москва



Реклама

Генеральный спонсор



Генеральный спонсор



Генеральный спонсор



Партнер



Партнер



Спонсор



Спонсор



Спонсор



Спонсор



При поддержке



При поддержке



При поддержке



При поддержке



Генеральные информационные партнеры



Официальная газета



Организатор



TRANSWEEK.RU

+7 (495) 988 18 00  
info@transweek.ru

## Московское центральное кольцо: инновационные решения



**Е. Н. Розенберг,**  
д.т.н., профессор, первый заместитель  
генерального директора ОАО «НИИАС»

Во время встречи с президентом России президент ОАО «РЖД» подвел первые итоги работы Московского центрального кольца (МЦК). Новая транспортная структура столицы начала работать в режиме коммерческой эксплуатации. Современные технологии прошли апробирование в достаточно сложных и жестких условиях соблюдения напряженного графика движения. Способствовало этому прежде всего то, что на МЦК дальнейшее развитие получили системы управления движением поездов, успешно зарекомендовавшие на транспортной инфраструктуре Олимпийского Сочи. Для служб кольца эти месяцы стали своеобразным тестовым полигоном, на котором в режиме реальных пассажироперевозок проверялась работа всех систем, обеспечивающих перевозочный процесс и его безопасность.

### Тренды на МЦК

Проект МЦК уникальный – в мировой практике подобного нет. Здесь собраны самые передовые технические решения, которые позволяют пригородным поездам двигаться в режиме метрополитена. Достигается это внедрением технологии управления движением с подвижными блок-участками. Традиционно железнодорожный путь разбит на блок-участки, на границах которых установлены светофоры. Длины этих участков подбираются с расчетом, чтобы обеспечить торможение поезда до следующего закрытого участка. Как правило, в целях обеспечения безопасности длина блок-участка рассчитывается по тормозному пути самого длинного и нагруженного поезда. Бессветофорная сигнализация и подвижные блок-участки дают возможность сокращать интервалы между поездами, следующими в попутном направлении.

Инновационная система управления движением поездов с одного диспетчерского центра – АСУ-Д – была разработана для полигона Сочи – Адлер – Красная Поляна. Вместе с тем Московское центральное кольцо потребовало модернизации системы управления движением поездов.

Совершенствование автоматизированных систем управления движением, разработка новых бортовых приборов и устройств на подвижном составе, напольного оборудования заставило разработчиков внести необходимые изменения, которые повышают надежность функционирования сложной автоматизированной системы управления.

На МЦК (рис. 1) внедрение криптозащищенной безбумажной технологии передачи на борт ответственной информации позволило организовать движение электропоездов в режиме «Автомашинист» и «Автодиспетчер» в соответствии с установленными требованиями безопасности движения. Также комплекс дает возможность в автоматизированном режиме вести управление по нормативному графику, контролировать движение поезда в реальном времени с помощью системы позиционирования на основе спутниковой навигации, используемой в бортовой системе безопасности (рис. 2), а также выявлять конфликтные ситуации, осуществлять автоматизированный расчет и применять вариантный график движения поездов для выхода из конфликт-

ных ситуаций и восстановления планового графика в реальном масштабе времени.

Такие технологии действуют в ряде зарубежных стран. Их особенность состоит в концентрации, сочетании в пригородных зонах интенсивного движения. Подобные технологические системы – сложный комплекс, но реализовать его нужно с учетом экономических факторов. Для МЦК таким фактором является сочетание транспортных систем пригородного сообщения, городского наземного и подземного транспорта. Единая логистика позволяет обеспечить мультимодальность, за счет чего повысилась транспортная доступность отдельных районов столицы.

Функционирование систем «Автодиспетчер» и «Автомашинист» обеспечивается комбинированной системой интервального регулирования с подвижными блок-участками на базе автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты и микропроцессорных бортовых устройств, решающих задачи совмещенного движения пассажирских и грузовых поездов. Система обеспечивает два режима работы: световой сигнализации для движения грузовых поездов установленной массы и длины, а также бессветовой сигнализации для ускоренного движения пригородных поездов с интервалом попутного следования до 2 мин. 40 с.

Для системы интервального регулирования может быть применена волоконно-оптическая система виброакустического мониторинга протяженных объектов и передачи данных по цифровому радиоканалу.



Рис. 1. Электропоезд «Ласточка» на одном из перегонов МЦК

лу. Это позволит контролировать проследование подвижного состава по участкам.

Реализация системы интервального регулирования движения поездов на участках с малой и средней интенсивностью движения дает возможность исключить из эксплуатации напольное оборудование железнодорожной автоматики и при этом получить значительную экономию стоимости ее жизненного цикла. Эксплуатационные испытания такой технологии уже начаты на участке Болшево – Фрязино Московской дороги.

Передовая технология, примененная на МЦК, не имеет аналогов в мире, поскольку таких комплексных задач ранее не было. Цифровые технологии обеспечивают единую систему обработки информации. Далее она распространяется не только на управление, но и на ремонтную технологию, включая определение местоположения персонала.

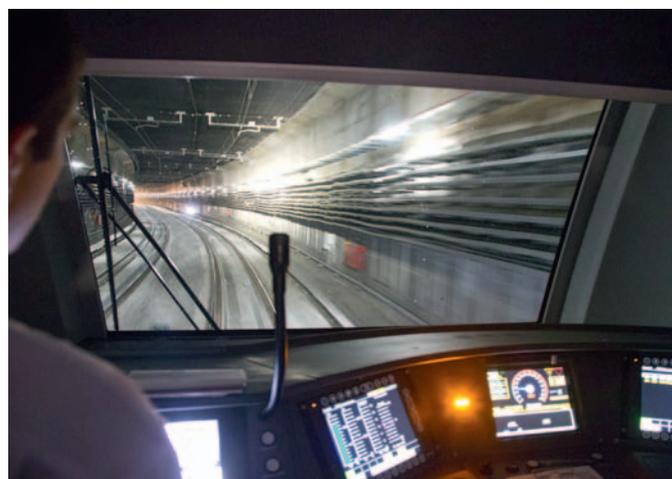


Рис. 2. Инновационные приборы безопасности в кабине машиниста

## Информационные технологии и искусственный интеллект

В научной среде долгое время звучали устойчивые словосочетания: «умный локомотив», «умная станция», «умный вокзал». Эти понятия подразумевали такое качественное развитие информационных технологий и появление такого количества технических устройств, управляемых искусственным интеллектом, что появился даже специальный термин «Интернет вещей». То есть достижение такой степени автоматизации рутинных операций, когда сложная техника в состоянии себя диагностировать, определять технологические риски и обеспечивать продолжительность жизненного цикла изделия. Мировым трендом является создание цифровой железной дороги, и в этом отношении Россия занимает одно из ведущих (если не лидирующее) положений.

Во время открытия движения по Московскому центральному кольцу (рис. 3, 4) президент ОАО «РЖД» Олег Белозёров заверил руководство страны, что через несколько лет электропоезда будут управляться без присутствия машиниста в кабине головного вагона из единого центра диспетчерами. И это не голословное обещание. В нем скрыта логика развития транспортных систем на базе искусственного интеллекта и самодиагностируемой техники.

Одним из ключевых звеньев является интеллектуальная система управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ)<sup>1</sup>. Эта система имеет возможность осуществлять автоматический сбор всей необходимой первичной информации о состоянии перевозочного процесса, куда входит техническое состояние систем и средств ЖАТ, подвижного состава, сведения о скорости и весе поездов, местоположении локомотивов, поездов и вагонов, наличии предупреждений и др. Основная ее задача – повышение качества управления перевозочным процессом посредством комплексности принимаемых решений, учета ситуации на участках и масштабного уровня автоматизации функций диспетчерского персонала. Таким образом, ИСУЖТ позволяет с помощью интернет-технологий объединять информационные сигналы, аналитические средства и управляющие воздействия в единое пространство, в котором технологические процессы выполняются с минимальным участием человека.

Также на МЦК предусмотрена автоматизация технологического процесса ограничения скорости движения поездов. Данная технология дает значительную экономию в расходе электроэнергии, людских ре-



Рис. 3. Торжественное открытие МЦК



Рис. 4. Второе кольцо (МЦК) Московского метрополитена

<sup>1</sup> Технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности управления перевозочным процессом / Е.Н.Розенберг // Техника железных дорог. – 2016. – № 3 (35). – С. 66–72.

сурсов в обслуживании, централизацию управления. Это достигается за счет того, что боковые пути кодируют радиоканалы и заменяют САУТ на беспроводные, а также технологии ограничения скорости и контроля автоматических координат, работающих на пути, и др.

Кроме того, принципиально меняется система мониторинга и диагностики состояния железнодорожной инфраструктуры. Переход на бортовые информационно-измерительные системы, интегрированные в конструкцию подвижного состава, обеспечивают автоматическую диагностику состояния инфраструктуры. Благодаря этому мы отказываемся от использования вагонов-дефектоскопов, путеизмерителей, лабораторий контактной сети. Планируется также оснастить электропоезд бортовым комплексом ультразвуковой дефектоскопии рельсов, который в условиях интенсивного движения будет обеспечивать надежное функционирование всего комплекса автоматизированного управления движением. Применение технологий, снижающих человеческий фактор, способствует повышению безопасности движения поездов, поскольку значительно уменьшается риск от принятия ошибочных решений персоналом.

Перспективной задачей является замена машиниста в поездах на автоматическую систему управления. Подобные решения уже применяются в ряде стран на метрополитене, где в электропоездах полностью отсутствует даже кабина машиниста. Это стало частью программ внедрения цифровых технологий на ряде железных дорог мира.

Основной технической сложностью автоматического вождения электропоездов по сравнению с метрополитеном является открытый доступ к железнодорожным путям и, следовательно, возможность внезапного появления перед поездом людей и других объектов.

Современные системы обнаружения, такие как радары, лидары<sup>2</sup>, стереокамеры по

своим характеристикам вплотную приблизились к физическим возможностям человека, а по ряду параметров превосходят их. Например, радары, в отличие от человека, прекрасно обнаруживают препятствия ночью, в туман и снег. К тому же автоматические системы не знают такого понятия, как усталость, потеря концентрации и внимания.

Внедрение безлюдных технологий оказывает большое влияние и на общество, так как уходят в прошлое профессии, которые предполагают монотонный ежедневный труд, и появляются новые, требующие созидательного труда, высокой квалификации, в первую очередь это работники инженерных специальностей, занимающиеся созданием и обслуживанием технических систем.

В ОАО «РЖД» данному направлению придается большое значение с учетом влияния таких факторов, как экономический, человеческий фактор и фактор безопасности. Это не только решение задач повышения эффективности операционной деятельности, но и возможность решать проблемы с обеспечением трудовыми ресурсами в среднесрочной перспективе, когда неизбежно возникнут демографические проблемы. Кроме того, важным аспектом является снижение напряженности труда, развитие операторских функций, при этом от работников потребуются повышение квалификации и уровня знаний, позволяющих эффективно действовать в условиях нестандартных ситуаций, когда необходимо брать управление на себя. Такая технология нужна в условиях интенсивного движения на Московском центральном кольце и является составляющей обеспечения надежности функционирования всего комплекса автоматизированного управления движением поездов. По нашим оценкам, в ближайшее десятилетие возможен полный переход на диагностику инфраструктуры с использованием только графического движения. 

<sup>2</sup> Лидар (транслитерация LIDAR англ. *Light Identification Detection and Ranging* – световое обнаружение и определение дальности) – технология получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления отражения света и его рассеяния в прозрачных и полупрозрачных средах.

## Применение тягового линейного электропривода (ТЛЭП) в транспортных системах различного назначения



**А. А. Галенко,**  
и.о. генерального директора ОАО ИНЦ «ТЭМП»,  
член-корреспондент АЭН РФ

В последнее время в мире наблюдается бурный рост облегченных автоматизированных транспортных систем, предназначенных для перевозки устойчивого пассажиропотока, а также создания грузовых автоматизированных транспортных систем локального назначения. Формирование такой локальной системы и ее апробирование в условиях эксплуатации с учетом климатических условий средней полосы России позволит рекомендовать ее в качестве грузовой транспортной системы нового поколения. Одним из направлений является переход на новый принцип тяги.

Принцип тяги (движения), применяемый сейчас на железной дороге, метрополитене, трамвае, основан на физическом явлении – трении качения (сцепления колеса с рельсом). Передача и преобразование энергии при этом сводится к тому, что снимаемая с контактного провода скользящим контактом электрическая энергия преобразуется в механическую посредством вращающихся тяговых электрических двигателей. Тяговый двигатель, как известно, через редуктор соединен с колесом, которое за счет сил трения с рельсом преобразует вращательное движение тягового двигателя в поступательное движение поезда. Другими словами, колесо, снабженное приводом, выполняет двойственную функцию, являясь и движителем, и опорой транспортного средства, а колесо, не снабженное приводом, выполняет только функцию опоры.

Однако перед колесом-движителем существует многозвенная система передачи и преобразования энергии: тяговая подстанция – контактный провод – скользящий контакт – тяговый двигатель – редуктор – контакт «колесо-рельс». В каждом звене есть потери энергии, и если принять КПД каждого звена передачи и преобразования энергии в среднем 92-96%, то общий КПД традиционной транспортной системы не превысит

50-60%. В эксплуатационных условиях, когда устройства электроснабжения, тяговые двигатели, редукторы работают значительное время в режимах, далеких от номинальных, общий КПД транспортной системы будет заведомо ниже указанного.

Первый путь экономии ресурсов и упрощения системы – сокращение числа звеньев передачи и преобразования энергии, что возможно в транспортных системах при изменении принципа тяги. Общеизвестно, что радикального улучшения показателей технических устройств, в том числе и транспортных систем, можно достичь при переходе на принципиально новые технологии.

Затраты на инфраструктуру, энергозатраты на тягу поездов, экологическое и техногенное воздействие на человека и окружающую среду во многом зависят от массы подвижного состава и скорости движения. Следует признать, что показатель массы тары вагона, приходящейся на пассажира или тонну груза, – мера совершенства подвижного состава. Очевидно, что чем меньше масса подвижного состава, тем ниже техногенное воздействие от подвижного состава на инфраструктуру (тоннели, эстакады), окружающие здания и сооружения. От массы подвижного состава прямо зависит материалоемкость, соответственно, стоимость всей инфраструктуры.

Кроме того, от массы подвижного состава зависят расход электроэнергии на тягу поездов, установленная мощность и масса как стационарных устройств, так и электрооборудования, размещенного на вагонах и, следовательно, цепи всех составляющих элементов.

Массу собственно кузова можно уменьшить в 2-2,5 раза, применяя новые материалы, например композитные. На базе авиационных технологий это осуществимое, но дорогостоящее мероприятие, а в рамках традиционного принципа тяги, основанного на сцеплении «колесо-рельс», в сущности, малоэффективное для транспортной системы в целом.

Более продуктивный путь – уменьшать массу подвижного состава и габариты, изменяя конструкцию ходовой части. Однако без изменения принципа тяги уменьшить габариты и массу ходовой части – непростая задача.

На современном уровне знаний заменить принцип тяги, основанный на сцеплении «колесо-рельс», можно при переходе на тягу электромагнитным полем посредством линейных электрических двигателей. Сегодня наиболее перспективны колесно-рельсовые транспортные системы с приводом от линейных двигателей (ЛАД) (рис.1). Колесу эффективной замены пока нет, и это должно усилить поиск альтернативных устройств в качестве опоры транспортных средств.

Одна из первых систем с применением линейного асинхронного двигателя и колесных опор эксплуатируется с 1986 году в Ванкувере (Канада). Ее длина – 21,4 км (из них на эстакаде – 16,6 км, в тоннеле – 1,3 км, по земле – 3,5 км). В Осаке и Токио (Япония) по такой схеме с 1990 года эксплуатируется метрополитен (рис. 2).

Под каждой двухосной тележкой вагона размещена первичная часть (индуктор) линейного асинхронного двигателя, а по оси пути на уровне головок рельсов – вторичная часть (реактивная шина) линейного двигателя.

Принцип создания тяги следующий. Напряжение, снимаемое с контактного провода через инвертор, подается на индуктор, где создается бегущее электромагнитное поле, которое, взаимодействуя с реактивной шиной, уложенной между рельсами, создает силу тяги и приводит поезд в движение.



Рис. 1. Транспортная система с линейным асинхронным двигателем. Канада

Эксплуатируемые колесно-рельсовые транспортные системы на новом принципе тяги имеют ряд достоинств:

- капитальные затраты при строительстве метрополитена, по утверждениям японских специалистов, снижены на 25-30% в основном за счет уменьшения внутреннего диаметра тоннеля с 5,1 до 4,0 м;
- давление колеса на рельс доведено до 5-6 т/ось (против 13-14 т/ось), что существенно облегчает борьбу с вибрацией и шумом.

Транспортная система с линейным асинхронным двигателем менее энергоемка, чем при вращающихся тяговых двигателях. Это прямой результат сокращения числа звеньев в передаче и преобразовании энергии.

ТС с ЛАД можно определить как облегченные системы горизонтального транспорта,



Рис. 2. Линия метро с применением линейного асинхронного двигателя. Япония



Рис. 3. Высокоскоростная транспортная система с ЭМП. Китай



Рис. 4. Городская система ToBu HSST Maglev Line. Япония

предназначенного для перевозки пассажиров и грузов, который функционирует на специальном обособленном полотне. Независимо от вида направляющего полотна подвижной состав взаимодействует с ней с помощью систем опор. В ТС практическую реализацию получили все известные устройства взаимодействия экипажа с путевым полотном, начиная от классических опор качения (рис. 1, 2) и кончая магнитным подвесом (рис. 3, 4).

Выбор типа опор определяется совокупностью требований, предъявляемых к ходовой части экипажа.

Применение традиционных стальных колес в ТС с ЛАД снимает проблему передачи тяги через пару «колесо-рельс», но при этом необходимо жестко стабилизировать плоскость ЛАД относительно ответной части, расположенной в пути.

Применение пневматических опорных колес позволяет значительно уменьшить уровень шума, но создает дополнительные трудности в обеспечении стабилизации ЛАД относительно путевого полотна.

Отличительной особенностью транспорта с подвижным составом на магнитном подвесе является отсутствие традиционного для наземного транспорта колеса, выполняющего функции опоры, направления и передачи тягового усилия за счет сцепления с путевым полотном, а следовательно, и механического контакта подвижного состава с путевым полотном. Подвижной состав в новом виде транспорта с помощью магнитных систем подвеса на постоянных магнитах (ПМ), электродинамического подвеса со сверхпроводящими магнитами (ЭДП) или регулируемыми электромагнитами (ЭМП) удерживается и стабилизируется отно-

сительно путепровода на расстоянии 10-15 мм (ПМ и МП) или 100-300 мм (ЭДП) и приводится в движение бесконтактным линейным электродвигателем. Он преобразует электрическую энергию непосредственно в поступательное движение без механических промежуточных звеньев. Это позволяет обеспечить движение практически без ограничения скорости. Снимаются ограничения скорости по углам подъема и уклона, ускорению и замедлению, так как для движения и стабилизации подвижного состава не требуется традиционного сцепления пары «колесо-путь».

В новом виде транспорта резко падает нагрузка на путепровод и уменьшается его износ. По данным зарубежных специалистов, затраты на техническое обслуживание и ремонт пути у транспорта с магнитным подвесом (МП) составляют 15-20% аналогичных затрат железнодорожного транспорта.

Уровень шума транспорта на МП в 2-3 раза меньше, чем у традиционных видов, поэтому новый вид может быть расположен в середине автодороги или в полосе отчуждения. Однако такая транспортная система требует эстакадной прокладки дороги.

Мощность, потребляемая на электромагнитный подвес в наиболее распространенной электромагнитной системе МП, равна 1,0-1,5 кВт/т, что составляет до 5% мощности привода.

Величина общих удельных энергозатрат транспорта на электромагнитной системе МП при скоростях до 100-200 км/ч сравнима с энергопотреблением на рельсовом колесном транспорте. В зоне высоких скоростей энергопотребление транспорта на МП ниже на 10-12%, чем на железнодорожном.

Сравнение трех предложенных вариантов компоновочных решений подвижного состава ТС с применением ТЛЭП в сочетании различных типов опор подвижного состава (стальное ребордное колесо, пневмошины и магнитная подвеска) проводилось в ОАО ИНЦ «ТЭМП» на уровне ТЭО, реальных конструкторских разработок и испытаний экспериментальных объектов на полигоне ОАО ИНЦ «ТЭМП» г. Раменское Московской области на универсальной трассе длиной 850 м (рис. 5).

В ОАО ИНЦ «ТЭМП» было разработано техническое решение по схеме «пневматическое колесо – тяговый линейный электродвигатель».

Данное техническое решение с применением ТЛЭП было реализовано в ОАО ИНЦ «ТЭМП» в 1996 году и является уникальным по сочетанию линейного асинхронного двигателя с пневматическими колесами и направляющим рельсом, исполняющим несколько технических функций (стабилизация зазора, троллей и направляющий элемент пневматических колес).

Таким образом, предварительные экспериментальные работы дали возможность получить достаточный опыт для внедрения ТЛЭП в реальные транспортные системы.

Совместная работа специалистов ОАО ИНЦ «ТЭМП» и ОАО «ММД» привела к внедрению ТЛЭП на Московской монорельсовой дороге (рис. 6), которая введена в эксплуатацию в ноябре 2004 года, где подвижной состав опирается на пневматические колеса, исполняющие только опорную функцию.

Параллельно проводимым работам в ОАО ИНЦ «ТЭМП» велись работы по со-



Рис. 5. Испытания вагона ТП-05 массой 18 т с ТЛЭП с опорой на систему магнитного подвеса



Рис. 6. Московская монорельсовая транспортная система

зданию автономных грузовых транспортных систем. В начале 2008 года на одном из домостроительных комбинатов Ростова-на-Дону была смонтирована и введена в эксплуатацию транспортная система с тремя автономными тележками грузоподъемностью 12 т (одна тележка) и 30 т (две тележки) для перевозки строительных панелей из цеха на погрузочную площадку. Тележки с опорой на стальное ребордное колесо снабжены ТЛЭП с автономными источниками питания.

В настоящее время проводится работа над созданием транспортных систем с расположением линейного асинхронного двигателя в пути. Отличительной особенностью такого ТС является размещение индукторов линейного двигателя (элемент линейного двигателя – аналог статорной обмотки) в пути.

Преимущества ТС:

- уменьшение массы колесной тележки ориентировочно на 30%;
- возможность полной автоматизации за счет размещения ЛАД в пути;
- возможность увеличения скорости движения до 300 км/ч;
- отсутствие элементов передачи электроэнергии;
- возможность работы от автономных источников питания.

Области применения ТС с линейным электроприводом: локальные системы быстрой доставки грузов и пассажиров; высокоскоростные ТС для перевозки пассажиров и грузов на большие расстояния; адаптация существующих грузовых систем различного назначения к новому виду привода и его последовательная автоматизация; вспомогательное тяговое обрудование на больших уклонах. 

## Модернизация трамвая ЛМ-68М и создание новой модели 71-301



**А. С. Гультяев,**  
главный конструктор ОАО «ОЭВРЗ»

В начале 2015 года в Санкт-Петербурге встал вопрос о трамвайном обслуживании Васильевского острова на время ремонта Тучкова моста. Дело в том, что трамвайная линия, проходящая по данному мосту, оставалась единственной связью трамвайной сети острова с Большой землей, а на время ремонта сохранение трамвайного движения по мосту не планировалось. СПб ГУП «Горэлектротранс» приняло решение о сохранении движения на участке от Тучкова моста по трассе 6-го маршрута до конечной станции «Улица Кораблестроителей» (рис. 1), при этом подвижной состав должен был быть исключительно челночного типа (из-за невозможности организации разворотного кольца возле Тучкова моста). В качестве парка было решено использовать бывшую 2-ю площадку Трамвайного парка № 3, где на тот момент располагался музей городского электротранспорта. Опыт эксплуатации челночных маршрутов у СПб ГУП «Горэлектротранс» уже был, поэтому первоначально планировалось использовать уже имевшиеся в наличии вагоны модели 71-631-02 производства ФГУП «УКВЗ им. С.М. Кирова». Но из-за возникших проблем с сочленением в ходе обкатки этих вагонов при прохождении кривых малого радиуса было принято решение использовать двухсторонние 4-осные вагоны, способные ездить в составе челночного поезда по системе многих единиц (СМЕ). Часть вагонов было решено создать путем модернизации трамваев ЛМ-68М. По результатам конкурса контракт на модернизацию 14 вагонов был заключен с ОАО «ОЭВРЗ».



Рис. 1. Схема маршрута по Василеостровскому району

Кроме возможности работы вагонов в составе челночного поезда, целью модернизации являлось повышение надежности конструкции вагонов, замена технически устаревшего оборудования современным, повышение комфортности перевозки пассажиров, приведение эстетических характеристик вагонов в соответствие с современными требованиями.

В результате проведенных работ от старых вагонов остались только рамы тележек и сцепные приборы, все остальное – абсолютно новое. Выполненная модернизация оказалась на 35% экономичнее, чем покупка аналогичного нового трамвая.

### Тележка

В конструкции тележек 13Т00 изменили тип тормоза с барабанного прямого действия 13Т60 на дисковый обратного действия 57Т60, а также заменили моторно-подвесную балку 13Т70 на балку 15Т70М (под уста-

новку асинхронных двигателей АД-3.2) (рис. 2). Остальные узлы были отремонтированы или заменены на новые. Модернизированная тележка получила наименование 13Т00М (рис. 3).

Фото: ОАО «ОЭВРЗ»



Рис. 2. Тележка 13Т00 (до модернизации)



Рис. 3. Тележка 13Т00М (после модернизации)

Фото: Максим Ляденко

## Кузов, салон

Обязательным условием модернизации было наличие низкопольной части. По этой причине конструкторами ОАО «ОЭВРЗ» был разработан новый кузов с низкопольной средней частью (30% от общей площади салона) и дверями на обе стороны движения.

В салоне установлены сиденья с каучуковым покрытием и обивкой с мягким на-

полнителем, обшивка салона сделана из стеклопластиковых панелей светлых тонов, пассажирские окна – тонированные (рис. 4). Вместо высоковольтного освещения лампами накаливания сделаны две низковольтные светодиодные линии. Теплоэлектронагреватели (ТЭНы) заменены на более эффективные калориферы.



Рис. 4. Салон до модернизации и после



Фото: Олег Соловьев

## Кабина водителя

В кабине установлен новый пульт управления, аналогичный пультам управления на вагонах ЛМ-99 с модернизированным кузовом и ЛМ-68М2. Разработкой и сборкой пульта занималось ОАО «ОЭВРЗ». Посередине пульта – многофункциональный цветной панельный компьютер, позволяющий следить за состоянием всех систем трамвая, а также производить тестирование систем при наладке и обслуживании. Освещение кабины – светодиодное,

с возможностью регулировки яркости. Установлено новое эргономичное кресло водителя с возможностью регулировки и подогрева. На потолке установлен кондиционер (рис. 5).

От салона кабина огорожена перегородкой с распашной дверью, которая может фиксироваться в открытом положении, тем самым препятствуя выходу пассажиров в случае выхода водителя на проезжую часть.

Фото: Олег Соловьев



Рис. 5. Кабина водителя до модернизации и после

## Компрессор

Произведена замена компрессора ЭК-4 с двигателем постоянного тока на современный компрессор СБ-4 с двигателем переменного тока. Для его питания напряжением

380 В, 50 Гц на крыше установлен инвертор двигателя компрессора ИДК-10ТРМ производства ООО «Чергос».

## Электрооборудование

На тележках коллекторные двигатели ДК-259ГЗ были заменены на асинхронные АД-3.2, а реостатно-контакторная система управления (РКСУ) током в обмотках тяго-

вых электродвигателей – на более компактную и современную транзисторную систему управления (ТрСУ). Это позволило снизить энергопотребление трамвая на 25%.

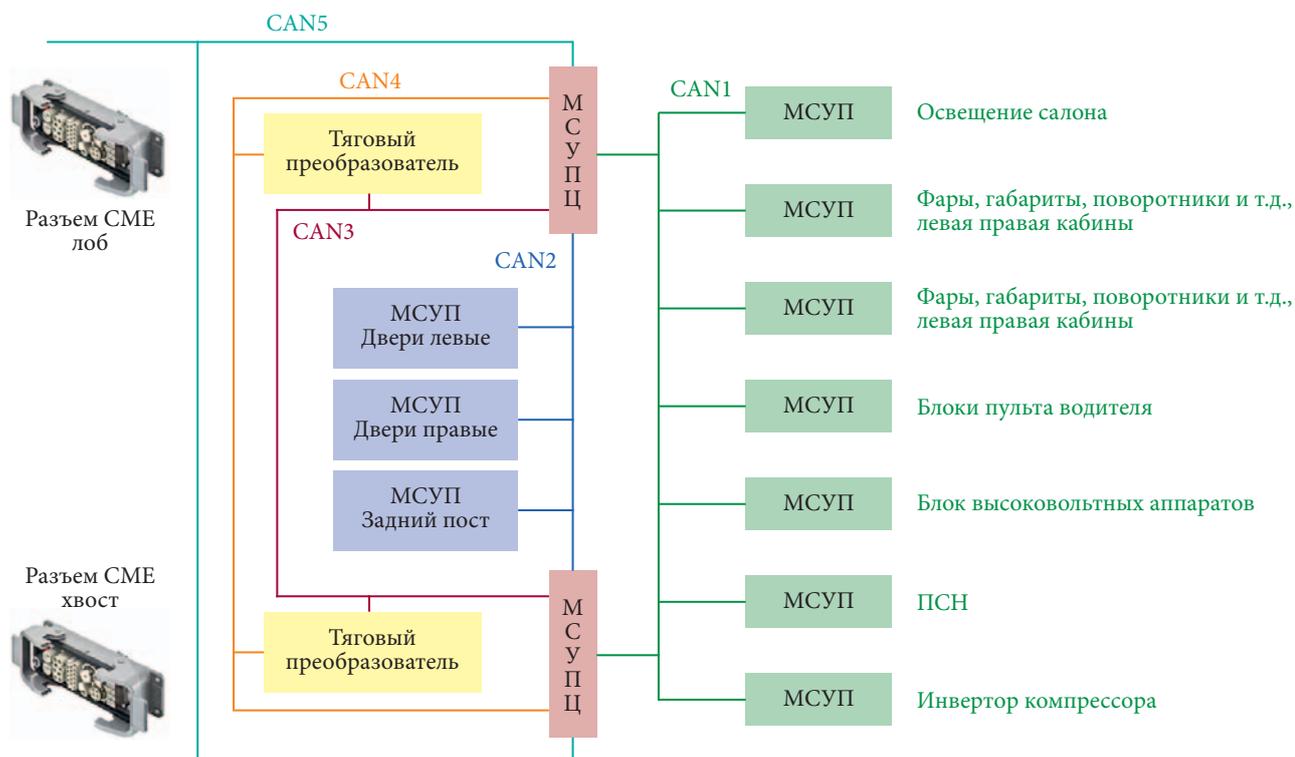


Рис. 6. Структурная схема CAN

Также на вагонах внедрена система управления трамваем на базе CAN-шины. В основе построения системы управления трамвайным вагоном лежит принцип локального управления оборудованием по месту его нахождения в вагоне. Все оборудование, имеющее в своем составе микроконтроллер, имеет выход на CAN-шину. Остальное оборудование управляется модулями мультиплексной системы управления (МСУП, разработка ООО «Чергос»). МСУП в зависимости от модификаций имеют разное количество входов-выходов, а также

коммутируют разные токовые нагрузки (твердотельные реле).

Для повышения надежности, а также разделения потока информации с целью повышения пропускной способности последовательных каналов управления CAN-шины разделены на пять гальванически разделенных каналов передачи управления (рис. 6). Управление вагоном, а также передача информации с одной шины на другую осуществляется центральными модулями мультиплексной системы управления.

## Сертификация

При отсутствии обязательной государственной сертификации, тем не менее, по желанию ОАО «ОЭВРЗ» трамвай прошел добровольную сертификацию в Научно-техническом центре НИИ Горэлектротранспорта (НТЦ НИИ ГЭТ), заключавшуюся в прове-

дении различного рода испытаний, а также проверке технических характеристик на соответствие действующим ГОСТам. По результатам испытаний модернизация ЛМ-68М (рис. 7) по проекту ЛМ-68МЗ (рис. 8) была рекомендована в промышленное производство.



Рис. 7. Трамвай ЛМ-68М до модернизации



Рис. 8. Модернизированный трамвай ЛМ-68МЗ

Фото: Олег Соловьев

## Результат

Проведенные работы включали в себя полную переоснастку салона, электрооборудования и модернизацию ходовой части – подвагонных тележек. Прошедшие ремонт трамвайные вагоны получили новый композитный кузов со стальной сварной рамой и

каркасом, обшитым композитными листами. Срок службы вагона продлен на 15 лет. Приобретенный опыт в конструировании и строительстве вагонов ЛМ-68МЗ позволил воплотить второй проект – трамвай модели 71-301.

## Трамвай 71-301

71-301 (рис. 9) – полностью новая разработка, здесь уже нет модернизированных тележек, а используются новые,

серии 911, с двухступенчатым подвешиванием производства ООО ПК «Транспортные системы».



Фото: Максим Ляденко

Рис. 9. Трамвай 71-301

Табл. 1. Сравнительные характеристики вагонов ЛМ-68МЗ и 71-301

Характеристика	ЛМ-68МЗ	71-301
Длина, мм	15 370	16 290
Высота (по кузову), мм	3 680	3 317
Ширина (по откидным фальшбортам), мм	2 576	2 650
База, мм	7 500	7 500
Масса, т	20,5	22
Количество дверей: – на правом борту – на левом борту	3 2	3 3
Тип дверей	поворотно-лавирующие	прислонно-сдвижные
Тележка	13Т00М	911.0.01.00.00.000
Количество ступеней подвешивания тележки	1	2
Мощность электродвигателей, кВт	50	72
Номинальный диаметр колес, мм	700	620
Доля низкого пола, %	30	40
Пневматическое оборудование	есть	отсутствует
Пассажировместимость: – номинальная (5 чел./м <sup>2</sup> ) – максимальная (8 чел./м <sup>2</sup> )	105 155	120 177
Количество сидячих мест	23 + 1 (кондукторское)	26 + 1 (кондукторское)

Помимо тележек на трамвае увеличился процент низкого пола до 40%, а высокопольная часть снижена на одну ступеньку за счет меньшего диаметра колес и компо-

новки новой тележки. Двери на бортах стали располагаться в одной плоскости, что позволило улучшить обзорность водителем посадки-высадки пассажиров. Вместо поворотных-лавирующих дверей установлены прислонно-сдвижные двери производства ОАО «ПФ «КМТ». Двери получили электрический привод. Пассажировместимость достигает 120 человек при номинальной загрузке за счет увеличения длины вагона до 16,3 м (удлинены передние и задние свесы). Пневматическое оборудование на вагоне не применяется, в связи с этим переработан пульт управления, для работы механических тормозов добавлены блоки ДВМ-Т (ООО «Чергос»), управляемые в том числе по CAN-шине. Блоки МСУП, отвечающие за работу пульта управления и передней светотехники, перенесены в легкодоступное место под пультом.

За счет применения более мощных электродвигателей АД-10 (4x72 кВт) улучшена динамика вагона.

Для удобства посадки, высадки и проезда маломобильных граждан на вагоне предусмотрены откидывающиеся аппарели в низкопольной части (по одной на обеих сторонах) и отдельное оборудованное место. Для связи пассажиров с водителем в середине салона установлено переговорное устройство. Каждая дверь оборудована кнопками открытия.

Как и ЛМ-68МЗ, трамваи 71-301 (табл. 1) могут работать в составе как классического двухвагонного или трехвагонного поезда по СМЕ, так и в составе челночного поезда.

Система управления трамвайным вагоном сделана на основе CAN-шины и аналогична системе управления ЛМ-68МЗ. Таким образом, заводом ОАО «ОЭВРЗ» совместно с фирмой ООО «Чергос» создан универсальный базовый комплект электрооборудования для оснащения трамвайного вагона любой составности, а модульный подход и управление по CAN-шине позволили гибко подходить к построению новых типов трамваев в короткие сроки.

В августе первый трамвай 71-301 успешно прошел сертификацию в НТЦ НИИ ГЭТ и был рекомендован к промышленному производству. 

## 71-633 – новая модель низкопольного трамвайного вагона



**О. В. Слепов,**  
главный конструктор  
ФГУП «УКВЗ им. С.М. Кирова»



**Н. Л. Дружкова,**  
ведущий специалист  
по трамваестроению  
ФГУП «УКВЗ им. С.М. Кирова»

Тема развития и модернизации систем городского общественного транспорта как никогда актуальна в России. Максимальная безопасность, комфорт, доступность для пассажиров и водителей, надежность и ремонтпригодность для технического персонала – основные показатели современного трамвая. В декабре 2015 года завод презентовал трамвайный вагон модели 71-633 (рис. 1), который стал основоположником нового модельного ряда низкопольных вагонов. С января 2016 года в тестовом режиме он эксплуатируется с пассажирами в Самаре.

### Технические характеристики модели 71-633

В таблице 1 даны основные технические характеристики модели 71-633.

Табл. 1. Характеристики трамвая 71-633 (начало)

Длина вагона (по кузову), мм, не менее	26 000
Ширина вагона, (по кузову), мм	2 500+25
Высота вагона: – со сложенным токоприемником, мм, не более – по кузову, мм, не более	3 900 3 150
Высота опорной площадки ступеньки над уровнем головки рельса (УГР) для порожнего вагона, мм, не более	370
База головных секций вагона (от оси шкворневой балки до оси узла сочленения), мм	6 300+25
База средней секции вагона (по осям узлов сочленения), мм	4 200
База моторной тележки, мм	1 850
База бегунковой тележки, мм	1 940
Ширина колеи, мм	1524
Клиренс (кроме рельсовых тормозов, деталей их подвески, путеочистителя), при новых бандажах и под максимальной нагрузкой, мм, по ГОСТ 8802, не менее	110
Количество мест: – без откидных сидений – с откидными сиденьями	54+1 (место кондуктора) 57+1 (место кондуктора)
Вместимость, чел., не менее: – номинальная (5 чел./м <sup>2</sup> ) – максимальная (8 чел./м <sup>2</sup> )	213 309
Двери наружные прислонно-сдвижные, шт.	4
Ширина дверных проемов в свету, мм, не менее: – одинарных – двойных	850 1 300

Табл. 1. Характеристики трамвая 71-633 (продолжение)

Весовые данные, т, не более:	
– масса вагона	35
– масса поворотной тележки	4,75
– масса неповоротной тележки	2,8
Тяговый привод:	
– номинальное напряжение на токоприемнике, В	600
– колебания напряжения по ГОСТ 6962, В	400-720
– токоприемное устройство	полупантограф с электроприводом и алюминиевыми вставками
– количество и длительная мощность тяговых двигателей, шт. х кВт	4 х 105
– тип управления	электронное
– тип тягового редуктора двухступенчатый цилиндрический	эвольвентное зацепление
– передаточное число редуктора	6,75
– диаметр колеса, мм	640
– удельный расход электроэнергии на тягу при условной расчетной скорости сообщения 25 км/ч и номинальной нагрузке, Вт·ч/т·км, не более	64
Скорость, км/ч:	
– конструкционная	75
– установившаяся, при движении с номинальной нагрузкой при напряжении 550 В на горизонтальном участке пути	62
– сообщения (расчетная), не менее	25
Динамические параметры:	
– время разгона вагона при номинальных нагрузке и напряжении в контактной сети, при движении на прямолинейном горизонтальном участке пути с уклонами не более 0,3 % по сухим и чистым рельсам до скорости 40 км/ч, по ГОСТ 27364, с, не более	14
– максимальный тормозной путь порожнего вагона с номинальной нагрузкой при торможении со скорости 40 км/ч, м, не более:	
а) при служебном	60
б) при экстренном	30
– максимальное ускорение вагона при разгоне на горизонтальном участке, м/с <sup>2</sup> , по ГОСТ 27364, не менее	1,4
Параметры вспомогательных цепей:	
– номинальное напряжение, В	24
– емкость аккумуляторных батарей, А, ч	160
– количество аккумуляторных батарей, шт.	8
Показатели надежности:	
– назначенный ресурс по предельному состоянию колесной пары с редуктором, по ГОСТ 27364, тыс. км:	
а) до текущего ремонта	200
б) до капитального ремонта	400
в) установленная безотказная наработка для гарантийного периода эксплуатации вагона, тыс. км, не менее	2,0
– назначенный срок службы вагона по предельному состоянию кузова и рамы тележки, лет	30

## Вагон

Модель 71-633 – шестиосный, трехсекционный шарнирно-сочлененный трамвайный вагон, предназначенный для односторонней эксплуатации на городских линиях с шириной колеи 1524 мм. Внешний вид значительно отличается от предыдущих моделей как в дизайнерских, так и в технических решениях, при этом некоторые традиционные наиболее надежные технологичные узлы и элементы были сохранены.

Кузов выполнен по традиционной технологии из металлических труб прямоугольного сечения, что обеспечивает долговечность вагона и безопасность пассажиров и водителя в случае ДТП. Внешняя обшивка частично выполнена из металлического листа, частично – из формованных пластиковых деталей. Это позволяет легко и быстро производить ремонт и замену отдельных элементов.

Ширина просветов двух средних дверей салона дает возможность беспрепятственно заезжать маломобильным гражданам, а также пассажирам с детскими колясками. В средней части пассажирского салона для них предусмотрены откидные сиденья. Все пассажирские сиденья – с антивандальным покрытием, нерегулируемой спинкой. Салон оснащен аппарелью, двумя местами, имеющими устройство голосовой связи с водителем, с креплениями для инвалидных колясок. Освещается салон с помощью светодиодных линий с функцией автоматического частичного отключения элементов при аварийном режиме. Система отопления пассажирского помещения и кабины водителя имеет возможность автоматического ступенчатого регулирования в зависимости от температуры воздуха в салоне.

Автоматические системы обнаружения очагов возгорания и пожаротушения расположены в кабельных каналах и блоках с коммутационным высоковольтным оборудованием.

Энергосберегающее электрооборудование обеспечивает низкое энергопотребление и возврат в контактную сеть электроэнергии в режиме рекуперативного торможения до 40%.

Режим «автономный ход» позволяет осуществлять движение вагона со скоростью



Рис. 1. Трамвайный вагон модели 71-633

10-15 км/ч при потере высокого напряжения на участке длиной до 1 000 м.

Для повышения безопасности и снижения воздействия электромагнитного поля из салона и кабины водителя высоковольтное коммутирующее оборудование вынесено на крышу трамвайного вагона.

Ко всему этому пассажиры и водители успели привыкнуть за годы эксплуатации моделей 71-623, 71-623-02, 71-623-03, 71-630, 71-631, 71-631-02 («рыжиков», «морковок», «распашонок».)

## Тележка

В трамвае применены новые ходовые тележки с компоновкой оборудования, которые дают возможность реализовать 100-процентный низкий уровень пола по всей длине салона вагона. Используется шарнирная конструкция рамы, что позволяет избежать кососимметричных нагрузок и продлить усталостный ресурс рамы тележки. Мотор-редукторный блок имеет опорное рамное подвешивание. Это в сочетании с двухступенчатым подрессориванием обеспечивает минимальную величину неподрессоренной массы (рис. 2). Тележки и кузов спроектированы таким образом, что при ширине прохода в надтележечной зоне 570 мм обеспечивается прохождение вагона в минимальных радиусах 14 м.

Под переднюю и заднюю секции установлены моторные поворотные тяговые

тележки, под среднюю – неповоротная безмоторная тележка. Моторные тележки оснащены гидравлическими механическими дисковыми тормозами негативного



Рис. 2. Низкопольная тележка

действия, выполняющими функцию стояночного тормоза и электромагнитными тормозами позитивного действия. Безмоторная тележка оснащена гидравлическими механическими дисковыми тормозами

позитивного действия, выполняющими функцию замедлителя при электродинамическом торможении и функцию стояночного тормоза при остановке вагона, но не более 1 ч.

## Салон и кабина машиниста

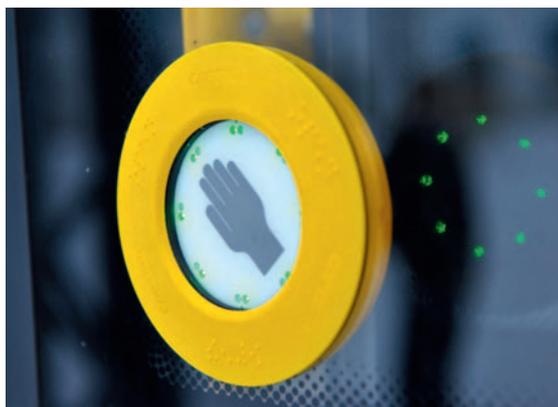


Рис. 3. Кнопка для самостоятельного открывания дверей



Рис. 4. Салон



Рис. 5. Кабина машиниста

Вагон оснащен уникальной интеллектуальной системой управления тормозами, которая автоматически выбирает необходимый режим торможения в зависимости от профиля пути и условий эксплуатации. Сведения о скорости движения, токах в электродвигателях, положения контроллера водителя, педали безопасности и стоп-кранов поступают в электронный блок управления тормозами. Специальная программа позволяет блоку анализировать комбинации поступивших параметров и определять целесообразность включения тормозных систем. Совместное включение или в определенной последовательности. Комплекс систем торможения обеспечивает минимальный тормозной путь независимо от условий эксплуатации и удержание вагона на уклоне 110‰ не менее 1 ч. Система позволит свести к минимуму человеческий фактор (отвлечение внимания, усталость, невнимательность, скорость реакции, быстрота принятия решений, стресс и панические атаки), вследствие чего повышается безопасность пассажиров.

Двери вагона прислонно-сдвижного типа с электроприводом располагаются в одной плоскости на боковой поверхности кузова. У пассажиров есть возможность самостоятельного открывания (рис. 3) как снаружи, так и изнутри вагона только на остановочных площадках. Дверные проемы имеют дополнительное освещение в момент их открывания. В рамках реализации требований государственной программы «Доступная среда» во время движения створок дверей включается дополнительный световой сигнал для слабослышащих пассажиров и звуковой сигнал для слабовидящих пассажиров.

Салон вагона (рис. 4) оборудован двумя системами кондиционирования воздуха, совмещенными с функцией приточной вен-

тиляции с улицы. Благодаря продуманной системе воздухопроводов обеспечено равномерное распределение воздушных потоков по салону.

Новый дизайн интерьера создает иллюзию большого пространства (при сохранении гостовских размеров) за счет геометрических форм деталей интерьера и цветовых решений внутренней отделки. Перегородка кабины выполнена из цельно-

го высокопрочного стекла с односторонним пропусканием света для улучшения обзора салона водителем.

Кабина имеет новую компоновку: лобовое стекло с электрообогревом, зеркала заднего вида с дистанционной регулировкой, сиденье с подогревом и регулировкой положения, также есть кондиционер и отопление с обдувом ног водителя теплым воздухом (рис. 5).

## Безопасность

Трамвай комплектуется бортовым комплектом транспортной безопасности и навигационным связным оборудованием.

Установленные в салоне медиакомплексы представляют собой инновационное решение: Wi-Fi, трансляция актуальных новостей, в том числе сообщений МЧС.

Примененные современные материалы отделки салона и решения для пассивной и активной пожарной защиты позволяют справиться с главной проблемой пассажирского транспорта – пожарной безопасностью. Также использованы новые материалы для шумоизоляции вагона.

Немаловажным является и то, что вагон производится в Российской Федерации с локализацией более 85%. Кроме того, конструкторами завода ведется работа по переходу на стопроцентное сотрудничество с отечественными поставщиками. Конструкция вагона проработана так, что не требуется изменений существующей инфраструктуры (депо, пути, контактная сеть). В целом проект 71-633 можно считать завершённым. Впереди освоение серийного выпуска трамвайных вагонов и новые проекты. 

Реклама



# ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ МИРА

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ  
ЖУРНАЛ**  
о современных железных  
дорогах, городском рельсовом  
транспорте, новых технологиях  
и инновациях

[www.zdmira.com](http://www.zdmira.com)  
[info@zdmira.com](mailto:info@zdmira.com)

## Журнал «Железные дороги мира»

выходит ежемесячно уже более 50 лет, делая доступной для российских читателей информацию о развитии железных дорог и городского рельсового транспорта за рубежом и в России, о новых проектах в сфере организации перевозок, подвижного состава и инфраструктуры.



**Подписка  
в любом отделении  
связи**

**Подписной индекс — 87096  
(для подписки на полгода —  
индекс 70306)**

**ISSN 0321 – 1495**

# Моделирование потери устойчивости свободно стоящих стреловых самоходных кранов

**Я. С. Вагулин,**

к.т.н., доцент, зав. каф. «Автоматизированное проектирование» ПГУПС

**Д. А. Потахов,**

студент, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС

**Е. А. Потахов,**

студент, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС

Безопасность производства погрузо-разгрузочных работ, выполняемых с привлечением стреловых самоходных кранов (ССК), в значительной степени определяется уровнем технического состояния оборудования и технологии организации производства работ. Из всего спектра неблагоприятных факторов, оказывающих влияние на надежность крановой установки, наиболее опасными являются возмущения, природа которых носит случайный характер и не зависит от квалификации оператора. Например, отклонение углового положения платформы от установочного в процессе рабочего цикла по причине неравномерного внедрения опорных плит аутригеров в грунт или случаи внезапного обрыва грузового каната в процессе перемещения груза.

## Проблематика потери устойчивости ССК

Учитывая факт концентрации внимания оператора на перемещаемом объекте, а также скоротечный характер переходных процессов нагружения установки, обеспечение ее устойчивости должно быть возложено на бортовое автоматическое устройство стабилизации ее положения. Задача подобного устройства должна состоять в заблаговременной автоматической блокировке всех рабочих функций оборудования без участия оператора. Основная проблема создания устройства – формирование интеллектуальной системы принятия решения в контуре обратной связи автоматизированной системы управления, оснащенной программным обеспечением, реализующим виртуальную модель свободностоящего грузоподъемного средства. Степень детализации математической модели, описывающей процесс функционирования крановой установки, должна быть сбалансирована с точки зрения реализации целевой функции стабилизации машины и экономической целесообразности производства устройства.

Согласно принципу, положенному в основу базовой модели устойчивости свободно стоящего крана, для его опрокиды-

вания требуется определенное количество кинетической энергии, необходимое для преодоления приращения потенциальной энергии, получаемой при повороте крановой установки вокруг ребра опрокидывания на угол, достаточный для перехода центра масс крана за ребро опрокидывания [1, 2]. В четырехопорном контуре ребро опрокидывания в общем случае может не совпадать с линией опорного контура, чаще всего имеет место трехопорная схема, когда одно из опорных устройств находится в состоянии отрыва от опорной поверхности [3, 4]. В процессе вращения поворотной платформы при строго диагональном расположении стрелового оборудования в течение определенного промежутка времени опирание установки осуществляется только на две диагональные опоры [5]. Приращение потенциальной энергии, получаемое в процессе качения крановой установки вокруг оси, проходящей через эти опоры, преобразуется в кинетическую энергию удара штока гидродомкрата о подпятник, вследствие чего происходит внедрение опорной плиты в грунт [2, 6, 7]. Циклически повторяющийся процесс трансформации схемы опирания (при вра-

щении поворотной платформы) нарушает равновесие уплотненного состояния грунта, вызывая прогрессирующую осадку диагонально расположенных опор, что влечет за собой увеличение угла наклона платформы и, следовательно, снижает восстанавливающий момент крановой установки [4, 8].

В результате крановая установка может иметь достаточный запас устойчивости по опрокидывающему моменту в текущем азимутальном положении стрелового оборудования и ускоренно терять его в процессе вращения (то есть установка может находиться в горизонтальном положении и при этом быть на пределе устойчивости).

Из практики эксплуатации ССК известны случаи образования усталостных разрушений в узлах соединения несущих элементов опорных конструкций, которые в процессе проектирования не определялись как критичные. Следовательно, можно предположить наличие некоторых неучтенных сочетаний нагрузок. Например, в процессе трансформации ядра опорного контура при

вращении платформы крановой установки вокруг своей оси возникает кратковременное явление балансирования ССК на диагонально расположенных опорах, при этом элементы опорного контура могут испытывать нештатный режим нагружения [5].

Решением проблемы может стать создание бортовой интеллектуальной системы принятия решения в контуре обратной связи автоматизированной системы управления устойчивостью ССК.

Наиболее информативным и простым способом для практической реализации является вычисление текущего положения проекции центра масс системы относительно актуального ребра опрокидывания в реальном масштабе времени. Актуальное ребро опрокидывания ССК, функции блокирующих устройств определяются программным обеспечением бортового вычислительного устройства, реализующим математическую модель ССК, как динамической системы упруго взаимодействующих между собой элементов.

## Создание виртуальной модели ССК

Натурные исследования явлений, связанных с потерей устойчивости ССК, представляют большие сложности, поскольку предполагают доведение крановой установки до предельного состояния. Наиболее целесообразно проведение численного эксперимента (компьютерного моделирования), который позволяет получить информацию о режимах нагружения узлов и деталей в процессе потери устойчивости машины. Моделирование осуществляется в среде специализированного функционала Simulation и Motion программного комплекса SolidWorks.

В основу виртуальной модели положено конструктивное устройство стрелового крана КС-4571, механизмы условно учтены сосредоточенными массами, элементы несущей металлоконструкции, не оказывающие значимое влияние, редуцированы. Адекватность виртуальной модели определяется геометрическим подобием конструктивного устройства основных узлов и деталей ССК, точностью воспроизведения условий механического контактирования

взаимодействующих между собой элементов, учетом динамики изменения реологических свойств грунтов опорной поверхности.

Исследование проходит в несколько этапов. На начальном осуществляется настройка адекватности поведения виртуальной модели своему прототипу. С этой целью проводится статический анализ конструкции под действием собственного веса и контрольного веса (рис. 1) [9, 10]. Уровень соответствия определяется сравнением значений перемещений в характерных точках модели с реальным прототипом.

Характерными точками приняты: точка 1 (головная часть концевой секции) относительно опорной точки 2 (узел телескопического сочленения концевой и промежуточной секций); соответственно для 2-й точки опорной принята точка 3 (узел телескопического сочленения промежуточной и корневой секций); аналогично для точки 3 – опорная точка 4. Варьированием значений величин зазоров в телескопических сочленениях, модулем упругости направляющих ползунов достигается удовлетворительная

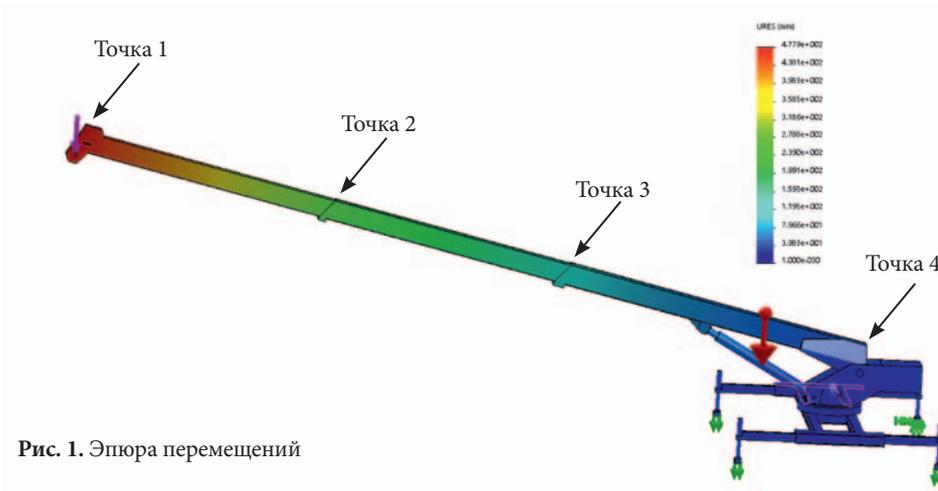


Рис. 1. Эпюра перемещений

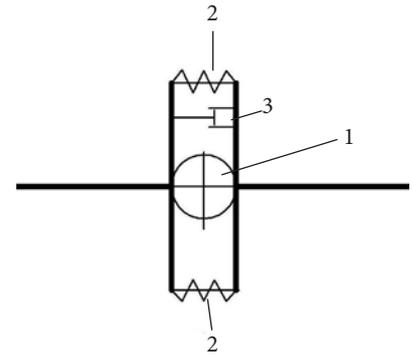


Рис. 2. Схема реализации «фиктивного» шарнира (1 – фиктивный шарнир, 2 – пружина, 3 – демпфер)

сходимость перемещений точек модели с перемещениями реальной конструкции.

На следующем этапе проводятся частотные исследования и модальный анализ конструкции: определяются резонансные частоты, формы (моды) деформаций элементов, коэффициенты массового участия элементов [10, 11].

С целью изучения кинематики сопряженных элементов в процессе нагружения применяется специализированный функционал Motion среды SolidWorks [9, 10]. Существующая концепция Motion рассматривает кинематические группы в виде взаимодействующих между собой жестких элементов,

деформации самих элементов при этом не учитываются, соответственно, результаты кинематического анализа в значительной степени отличаются от результатов измерений реальной конструкции [11].

С целью достижения адекватности поведения модели применяется специальный элемент – «фиктивный» шарнир, представляющий собой шарнир второго рода, оснащенный группой упругих элементов (пружинами) и демпфером (рис. 2).

Введение в конструкцию подобного настраиваемого элемента позволяет моделировать собственную изгибную деформацию сопряженных элементов конструкции под действием инерционных нагрузок.

Для настройки характеристик жесткостных параметров «фиктивных» шарниров используются результаты перемещения контрольных точек, полученные в функционале Simulation при динамических испытаниях. Сэтой целью в контрольных точках конструк-

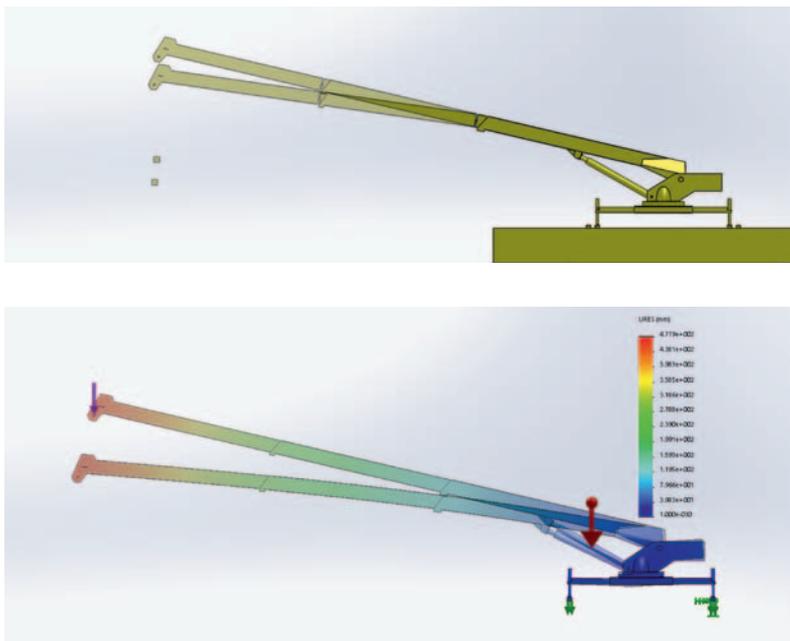
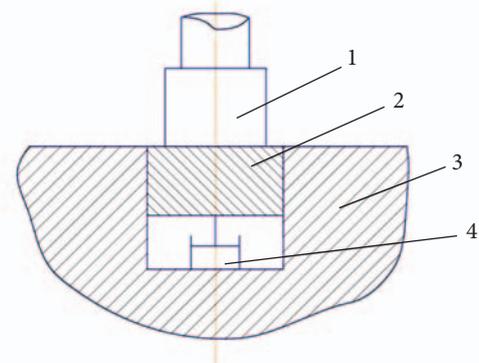


Рис. 3. Сравнение колебаний упругодеформированной телескопической стрелы в модальном анализе (сверху) и телескопической стрелы с фиктивными шарнирами (снизу)



- 1 – выносная опора
- 2 – податливая втулка
- 3 – основное тело грунта
- 4 – демпфер

Рис. 4. Схема реализации просадки опор

ции устанавливаются виртуальные датчики линейных перемещений. Жесткость упругих элементов, коэффициент демпфирования, места расположения шарниров выбираются таким образом, чтобы получить удовлетворительную сходимость результатов перемещений в контрольных точках конструкции соответственно данным, полученным в модальном анализе (рис. 3).

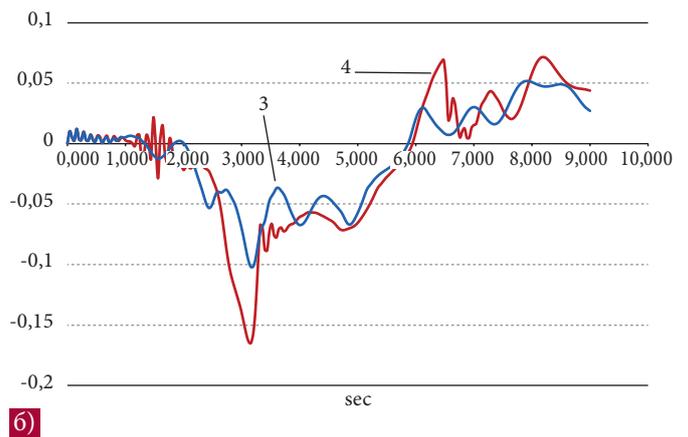
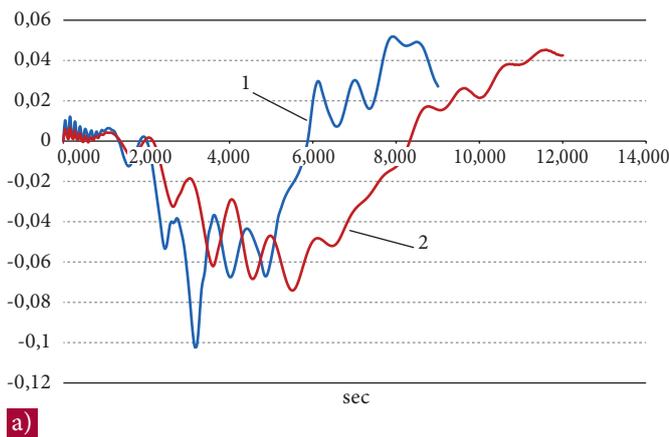
Для полного соответствия адекватности поведения модели необходимо учесть физико-механические свойства опорной поверхности. С этой целью разработан механизм, представляющий собой податливый элемент, – втулку (рис. 4), оснащенную демпфером, характеристики которого позволяют реализовать известные из практики значения осадки выносных опор.

## Моделирование явления балансирования ССК на выносных опорах

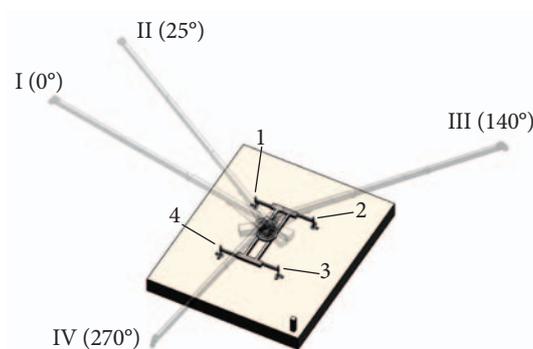
На данном этапе исследования осуществляется вращение платформы ССК на угол 270 градусов в плане. При повороте на данный угол наблюдается трансформация ядра опирания, сопровождающаяся ударом штока гидроцилиндра выносной опоры о подпятник, вследствие

чего происходит внедрение опорной плиты в грунт.

Мониторинг угла наклона рамы крановой установки демонстрирует устойчивую тенденцию роста показателя при увеличении рабочих скоростей стрелового оборудования (рис. 5).



а) скорость движения стрелы: 1 – 30°/сек.; 2 – 22,5°/сек. б) вес переносимого груза: 3 – 500 кг; 4 – 800 кг  
**Рис. 5.** Зависимость крена рамы в функции азимутального угла положения платформы



Положения при повороте:  
 I – начальное, IV – конечное, II-III – промежуточные.  
 Выносные опоры (обозначены цифрами 1-4) теряют контакт с поверхностью в последовательности: 2-3-4-1  
**Рис. 6.** Фазы поворота стрелового крана из положения I в положение IV на 270°

Исследование процесса балансирования ССК представлено на рисунках 6-8.

На рисунках 7-8 – дистанция между опорной поверхностью подпятника и грунтом, а также силы противодействия.

Исследование полученных зависимостей показывает, что с ростом скоростей рабочих движений стрелового оборудования соответственно возрастает сила противодействия между штоком гидродомкрата выносной опоры и грунтом опорной поверхности. Явление имеет место в момент контактирования аутригера с опорным башмаком. Наблюдаются следующие вариации взаимодействия: при повышенных

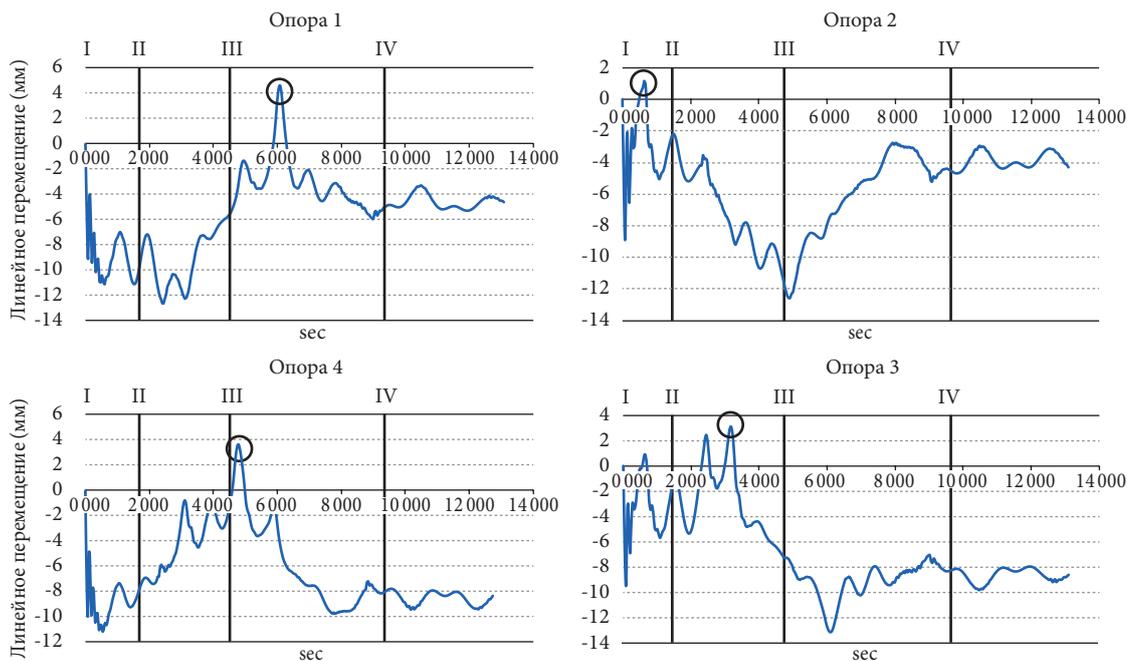


Рис. 7. Временная зависимость дистанции между выносными опорами и грунтом (\* окружностями обозначены моменты отрыва выносных опор)

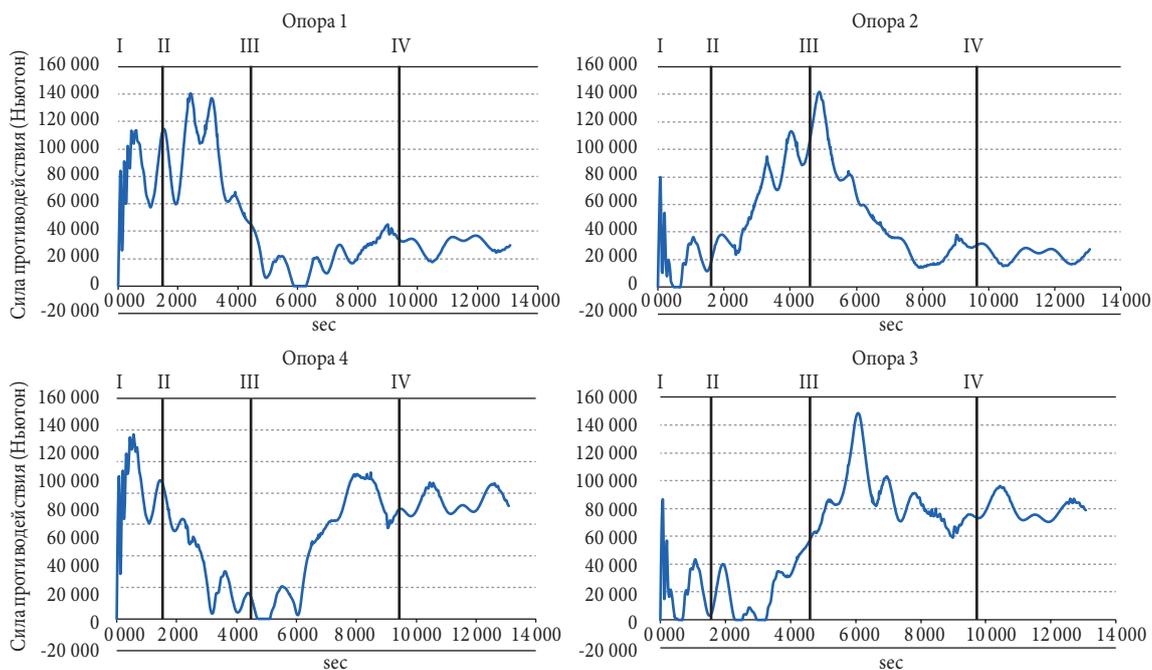


Рис. 8. Временная зависимость силы противодействия между выносными опорами и грунтом

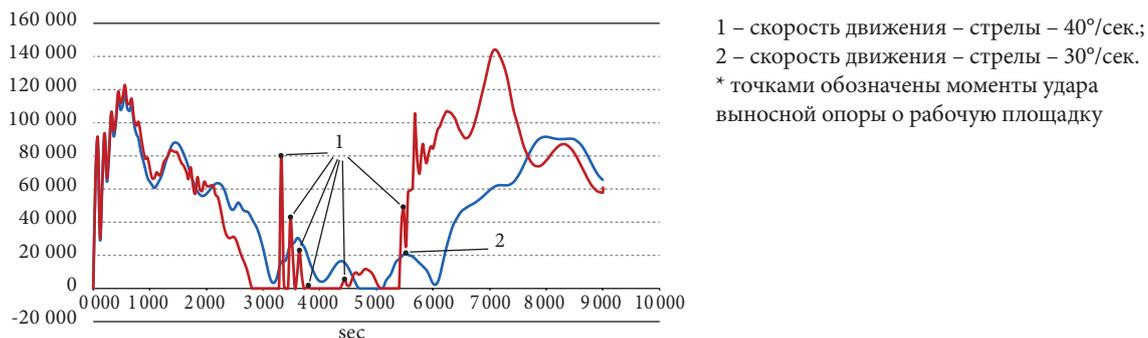


Рис. 9. Временная зависимость силы противодействия между выносными опорами и грунтом

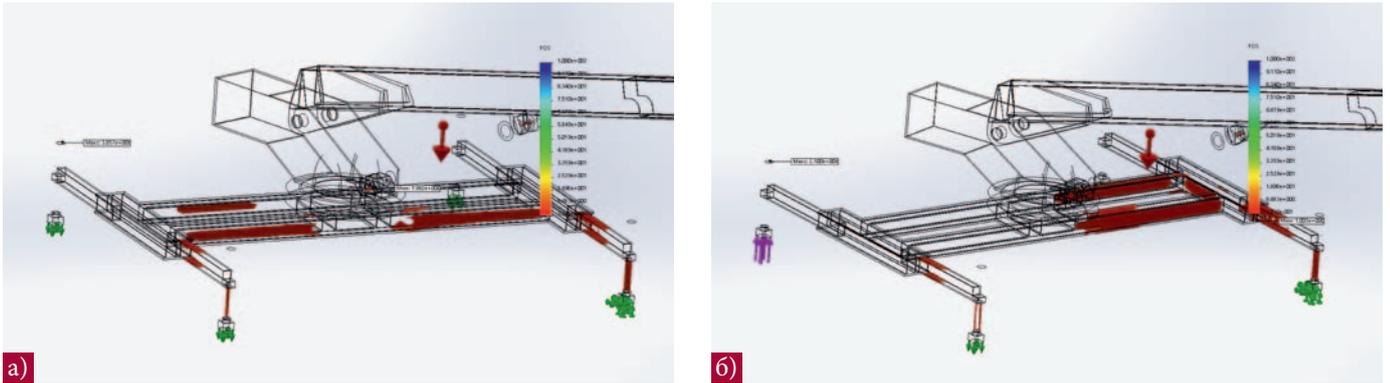


Рис. 10. Область распределения запаса прочности: а) при штатном нагружении; б) при наличии ударной нагрузки

скоростях происходит серия ударов аутригера о грунт, при пониженных – отрыв аутригеров от рабочих площадок не происходит (рис. 9).

Таким образом, наличие ударной нагрузки значительно изменяет картину напряженно-деформированного состояния (рис. 10) опорной несущей крановой установки, которое не учитывается традиционными

методиками. В частности, в значительной мере увеличались амплитуды напряжений в крановой раме; изменился лимитирующий элемент (наиболее напряженным элементом теперь является участок крановой рамы в узле соединения лонжерона с выносной опорой); кроме того, увеличился объем конструкции, находящейся в предельном состоянии.

## Моделирование явления обрыва грузового каната ССК

К разряду критических состояний по критерию устойчивости ССК можно отнести также случай опрокидывания крана в случае внезапного обрыва грузового каната в процессе перемещения груза [12]. Этот вид нагружения представляет наибольшую опасность по причине интенсивно развивающихся инерционных явлений головной части стрелового оборудования ССК. Данный вид нагружения не рассматривается существующими расчетными схемами.

С целью изучения явления выполняется численный эксперимент моделирования обрыва грузового каната с последующим опрокидыванием машины: модель крана установлена на грунтовой площадке; к оси направляющего блока оголовка стрелы модели приложена сила, имитирующая вес груза на грузовом канате; момент обрыва грузового каната моделируется прерыванием действия силы.

При обрыве каната высвобождается потенциальная энергия упругой деформации стрелы, находящейся в напряженно-деформированном состоянии в процессе подъема и перемещения груза, преобразуется в кинетическую энергию заброса секций стре-

лы в сторону противовеса [6, 12]. Заброс сопровождается сменой ядра опирания и ребра опрокидывания. При перемещении проекции центра масс системы за пределы контура ядра опирания ССК окончательно теряет устойчивость, что сопровождается его опрокидыванием.

Для моделирования таких явлений в виртуальную модель конструкции машины дополнительно вводятся «фиктивные» шарниры, позволяющие учитывать инерционную составляющую подвижных секций стрелы крана за счет собственного прогиба секций под действием инерционных нагрузок.

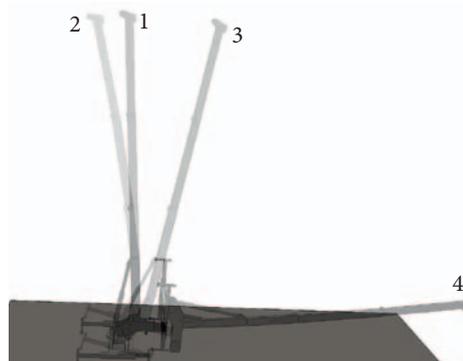


Рис. 11. Фазы процесса опрокидывания крана при обрыве грузового каната

В результате проведенного исследования (рис. 11) установлено, что под действием груза стрела упруго деформируется до момента обрыва каната (переход из начального положения 1 в положение 2). В дальнейшем под действием инерционных сил происходит заброс секций стрелы (переход из

положения 2 в положение 3), сопровождающийся сменой ребра опрокидывания. Процессу заброса секций стрелы сопутствует резкое увеличение ускорения оголовка секции стрелы. Дальнейшее развитие процесса приводит к опрокидыванию крана (рис. 11: переход из положения 3 в положение 4).

## Результаты моделирования

В результате проведения численного эксперимента по исследованию явления балансирования опорного устройства ССК в процессе вращения поворотной платформы крана установлена качественная картина нагружения несущих элементов опорных конструкций крана в результате ударного взаимодействия аутригера с опорной плитой.

Установлен характер влияния рабочих скоростей стрелового оборудования, физико-механических свойств грунта опорной площадки, значение текущего вылета стрелы и веса переносимого груза на процесс взаимодействия аутригера с опорной поверхностью.

Моделирование процесса обрыва каната позволяет установить безопасные участки ядра опирания гарантированной устойчивости ССК, принять превентивные меры по снижению рабочих скоростей оборудования или полной его блокировки.

Исследования позволят повысить уровень безопасной эксплуатации свободстоящих грузоподъемных средств, оборудованных гибким подвесом.

### Список использованной литературы

1. Невзоров Л.А., Зарецкий А.А., Волин Л.М. и др. Башенные краны. – М. : Машиностроение, 1979. – 292 с.
2. Козлов М.В. Устойчивость мобильных грузоподъемных машин при ненормируемых внешних воздействиях: дисс. ... канд. техн. наук. – Т., 2006. – 153 с.
3. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины: учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1989. – 536 с.
4. Редькин А.В., Сорокин П.А., Чернов А.В. Расчет нагрузок на опоры крана с учетом
5. характеристик упругости рамы, опорных элементов и грунта / А.В. Редькин, П.А. Сорокин, А.В. Чернов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – Вып. № 2–1. – 2009.
6. Бардышев О.А., Попов Д.Е., Ватулин Я.С., Попов В.А. Адаптивная выносная опора для кранов на железнодорожном ходу // О.А. Бардышев, Д.Е. Попов, Я.С. Ватулин, В.А. Попов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – Вып. № 2. – 2004.
7. Чернов А.В. Устойчивость стрелового самоходного крана при выполнении рабочих операций: дисс. ... канд. техн. наук. – Т., 2011. – 125 с.
8. Попов Д.Е. Определение вероятности неразрушения корпусных элементов гидроцилиндра аутригера путевой машины / Д.Е. Попов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – Вып. № 1. – 2005.
9. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М. : Высшая школа, 1983. – 288 с.
10. Алямовский А.А. Инженерные расчеты и SolidWorks Simulation. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 464 с. (Серия «Проектирование»).
11. Алямовский А.А., Собачкин Е.В., Одинцов А.И., Харитонович Н.Б., Пономарев А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
12. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. – М. : ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
13. Справочник по кранам: В 2 т. Т.1 / В.И. Браунде, М.М. Гохберг, И.Е. Звянгин и др. // Под общ. ред. М.М. Гохберга. – Л. : Машиностроение, 1988. – 536 с. 

## Повышение эффективности тяги локомотивов на примере электровоза 2ЭС5



**Ю. В. Голов,**

д.т.н., региональный инспектор ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»

Современные локомотивы, поступающие на сеть ОАО «РЖД», отличаются высоким уровнем компьютеризации и автоматизации. Однако такая технологическая вооруженность имеет и обратную сторону: зачастую установленное на локомотивах программное обеспечение искусственно ограничивает возможности новой техники и не учитывает условия эксплуатации, не позволяя таким образом подвижному составу реализовывать заявляемые параметры. Проведенная ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» совместно с производителем доводка нового электровоза 2ЭС5 позволила раскрыть проектные характеристики, а полученный опыт может послужить отправной точкой при разработке нового программного обеспечения для вновь конструируемых локомотивов.

Опытная эксплуатация нового магистрального грузового электровоза переменного тока 2ЭС5 «Скиф» (рис. 1) проводилась осенью – зимой 2014 года в локомотивном депо Северобайкальск на участке Лена – Северобайкальск – Таксимо. Отличительной особенностью этого участка являются подъемы до 19‰, когда локомотиву с поездом приходится подниматься и опускаться от уровня моря до высоты 1 100 м за одну поездку.

Согласно заявляемым производителем параметрам технические характеристики силы тяги в продолжительном режиме при одинаковой секционности и осности у электровоза 2ЭС5 больше, чем у 2ЭС5К. Кроме того, 2ЭС5 во 2-й секции незначительно уступает по данному показателю электровозу 3ЭС5К, имеющему 3-секционное исполнение (табл. 1).

Однако Байкало-Амурская магистраль, место эксплуатации электровоза 2ЭС5 – это Сибирь со своими особенностями, которые не были учтены при разработке алгоритма и программного обеспечения (ПО) для этого локомотива. Так, 3 ноября 2014 года на участке Северобайкальск – Лена электровоз 2ЭС5, ведущий поезд общим весом 1 600 т (порожний состав) при норме нагрузки для 2ЭС5К в 2 200 т, не



Рис. 1. Магистральный грузовый электровоз переменного тока 2ЭС5

смог «поднять» состав до станции Дабан. На подъеме 16,2‰ скорость состава из-за автоматического режима регулирования силы тяги упала до 30 км/ч, что значительно сказалось на реализуемой силе тяги (анализ тяговых свойств 2ЭС5 во время пробега в 5 000 км выявил потерю до 15% касательной силы тяги).

При проведении испытаний специалистами была зафиксирована некорректная работа алгоритма управления:

Табл. 1. Сравнение технических характеристик электровозов 2ЭС5, 2ЭС5К и 3ЭС5К

Наименование параметров	2ЭС5	2ЭС5К	3ЭС5К
Формула ходовой части	2(2o-2o)	2(2o-2o)	3(2o-2o)
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	245	235±5	235±5
Служебная масса при 2/3 запаса топлива и песка, т	200	192±4	288±6
Конструкционная скорость, км/ч	120	110	110
Скорость в часовом режиме, км/ч, не менее	45	49,9	49,9
Скорость в продолжительном режиме, км/ч, не менее	55	51	51
Мощность в часовом режиме на валах тяговых двигателей, кВт, не менее	–	6 560	9 840
Мощность в продолжительном режиме на валах тяговых двигателей, кВт, не менее	8 400	6 120	9 180
Сила тяги в часовом режиме, кН (тс), не менее	–	464 (47,3)	696 (71)
Сила тяги в продолжительном режиме, кН (тс), не менее	539 (55)	423 (43,1)	634 (64,7)

Источник: ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»

- сбросы нагрузки электровоза при следовании в автоматическом режиме управления, отсутствовавшие в ручном режиме;
- срабатывание автоматического выключателя защиты крышевого разъединителя электровоза;
- снижение скорости движения на подъемах по причине неполной реализации системой управления заданного значения силы тяги;
- снижение скорости движения на лимитирующих подъемах из-за отсутствия подачи песка под колесные пары электровоза в автоматическом режиме управления.

Подробное изучение результатов испытаний подтвердило, что примененный на электровозе 2ЭС5 алгоритм управления, заложенный в ПО, не позволял реализовать требуемую проектную силу тяги продолжительного режима на скорости 55 км/ч. С учетом вышеуказанных ошибок в работе алгоритма управления разработчикам электровоза были направлены предложения по корректировке ПО.

Локомотив с внесенными изменениями был повторно испытан 18 ноября 2014 года на участке Тайшет – Таксимо с весом поезда 5 135 т. В результате внесенных изменений он смог продемонстрировать проектные показатели силы тяги на подъемах 17,8-17,9%.

Однако динамическая нагрузка при испытаниях 2ЭС5 на участке Тайшет – Таксимо составила:

- на первой по ходу колесной паре – 22,7 тс;
- второй – 28,5 тс;
- третьей – 22,7 тс;
- четвертой – 26,7 тс.

Опрокидывающий момент тележки электровоза во время подъемов привел к разгрузке нечетных колесных пар и загрузке четных. Разница между колесными парами 1-й тележки составила 5,8 тс, 2-й тележки – 4 тс. Совместно с производителем электровоза было определено, что при доводке 2ЭС5 в дальнейшем необходимо определить компенсацию разгрузки колесных пар без потери силы тяги электровоза, настроить через ПО с учетом разницы динамической нагрузки и фактического задания силы тяги каждой оси поосное регулирование силы тяги в процессе боксования, а также регулирование коэффициента сцепления на определенных порогах скольжения через импульсную подачу песка.

Очередные испытания были проведены в июне 2015 года также на участке Тайшет – Таксимо (12 поездов электровоза с поездом весом 6 000 т): уточнялись величины порогов скольжения, регулирования тяги и автоматической импульсной подачи песка. По их результатам было получено подтверждение соответствия электровоза 2ЭС5 установленным нормативам.

Достижение таких результатов крайне важно для совершенствования работы железнодорожного транспорта, так как

Табл. 2. Сравнительный анализ расхода электроэнергии электровозами 2ЭС5 и 3ЭС5К на участке Лена – Северобайкальск

№ п/п	Дата	Вес поезда, т	Работа, 10 тыс. ткм брутто	Расход электроэнергии, кВт·ч	Возврат электроэнергии (рекуперация), кВт·ч
<b>2ЭС5</b>					
1	06.05.2015	5 787	198,49	21 537	4 406
2	11.06.2015	5 726	196,40	24 258	6 393
3	23.09.2015	5 306	181,99	19 244	4 967
4	21.10.2015	5 272	180,83	20 916	2 774
5	25.10.2015	5 257	180,32	21 081	5 064
6	16.07.2015	5 249	180,04	20 377	4 433
7	06.06.2015	5 054	173,35	25 077	6 384
8	04.12.2015	6 093	208,9	23 664	3 648
<b>Среднее значение</b>		<b>5 468</b>	<b>187,54</b>	<b>22 019</b>	<b>4 759</b>
<b>3ЭС5К</b>					
1	30.09.2015	5 829	199,93	24 160	4 040
2	30.09.2015	5 777	198,15	25 670	4 190
3	06.10.2015	5 377	184,43	23 540	2 380
4	09.10.2015	5 359	183,43	23 540	5 160
5	04.10.2015	5 255	180,25	22 900	2 750
6	02.10.2015	5 240	179,73	23 770	3 860
7	01.10.2015	5 027	172,52	23 120	4 830
<b>Среднее значение</b>		<b>5 409</b>	<b>185,5</b>	<b>23 814</b>	<b>3 887</b>

Источник: ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»

основная доля грузоперевозок на Восточном полигоне осуществляется на сегодняшний день электровозами 3ЭС5К. Электровоз 2ЭС5, имеющий асинхронный привод, является альтернативной заменой 3ЭС5К (привод постоянного тока). Так, часовая сила тяги 2ЭС5 при часовой скорости 45 км/ч соответствует характеристикам электровоза 3ЭС5К и позволяет водить поезда весом 6 000 т. При этом осная касательная тяга 2ЭС5 составляет 8,8 тс, что на 2,9 тс больше, чем у 3ЭС5К. Это позволяет при реализованной мощности на валах тяговых двигателей на 100 кВт больше у 2ЭС5 по сравнению с 3ЭС5К достигнуть экономического эффекта.

Значительный эффект достигается и по показателям расхода электроэнергии. Так, при сравнении расходов электроэнергии на тягу на участке Лена – Северобайкальск при соизмеримых весах водимых поездов и при почти одинаковой тонно-километровой работе на 2ЭС5 фактический расход

электроэнергии значительно меньше, чем у 3ЭС5К (табл. 2).

В результате испытаний электровозов 2ЭС5 подтверждены их тяговые возможности и энергетическая эффективность, заложенные заводом-изготовителем при разработке. Впервые на данном локомотиве полностью реализована система поосного регулирования тяги (торможения) как в летнем, так и в зимнем режиме работы, а также применена на практике компенсация разгрузки нечетных колесных пар по ходу движения локомотива. Принято решение о необходимости вводить в ТЗ и ТУ на вновь разрабатываемый тяговый подвижной состав обязательный коэффициент использования сцепного веса локомотива.

На сегодняшний день электровоз 2ЭС5 может послужить головным проектом для широкого ряда российских грузовых электровозов нового поколения с асинхронным тяговым приводом для последующих серий локомотивов эталоном. 

## 120 лет главному транспортному вузу России



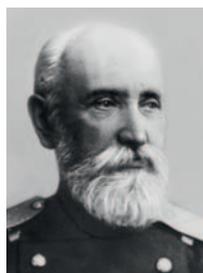
**М. Ю. Чевычелова,**  
студентка кафедры «Управление  
процессами перевозок» МИИТ



**А. Г. Зайцев,**  
генеральный директор  
Ассоциации выпускников МИИТ

В сентябре 2016 года ведущий транспортный вуз страны – Московский государственный университет путей сообщения императора Николая II (МИИТ) – отметил свое 120-летие, а также еще три юбилейные даты. Как именно создавался и развивался МИИТ сквозь века? Что позволило ему стать одним из ведущих транспортных вузов мира?

### Рождение императорского училища



Николай Павлович  
Петров  
(1836-1920)

Значительные темпы развития железнодорожной сети России во второй половине XIX века требовали увеличения масштабов подготовки квалифицированных инженерных кадров. К концу XIX века единственный российский транспортный вуз – Институт инженеров путей сообщения в Санкт-Петербурге – уже не мог удовлетворить все возрастающие потребности государства в инженерах-путейцах.

Динамично развивавшийся железнодорожный транспорт, а также грандиозный проект строительства Транссибирской магистрали определили актуальность открытия еще одного высшего учебного заведения Министерства путей сообщения (МПС). В связи с этим МПС внесло в Правительство предложение о создании заведения, которое готовило бы инженеров путей сообщения в соответствии с потребностями транспортной отрасли.

Одним из важнейших вкладов в науку стала созданная Н.П. Петровым гидродинамическая теория трения между телами, разделенными смазкой. Значительны его достижения и в области тепловых расчетов, сопротивления и безопасности движения поездов, прочностных расчетов рельсов, вопросов развития сети железных дорог с учетом экономических факторов. Н.П. Петров вел большую практическую и организационную деятельность по строительству Транссибирской магистрали, возглавлял Управление казенных железных дорог, Инженерный совет МПС и др.

На размещение такого института претендовали многие города: Киев, Казань, Воронеж, Екатеринослав, Орел, Саратов, Москва. Николай Павлович Петров – главный идеолог создания вуза, выдающийся ученый и государственный деятель, заместитель министра путей сообщения – обосновал и доказал целесообразность создания инженерного транспортного училища именно в Москве. Следуя доводам Н.П. Петрова, министр путей сообщения М.И. Хилков убедил императора Николая II в том, что появление нового вуза отвечает стратегическим интересам России. К тому же столица располагала превосходными преподавательскими кадрами. Это стало решающим фактором.

В 2016 году транспортное сообщество торжественно отметило 180-летие со дня рождения Николая Павловича Петрова (13 (25) мая 1836 года).

«Высочайше утвержденное Положение о Московском инженерном училище ведомства путей сообщения» датируется 4 июня (23 мая) 1896 года. На следующий день появилось «Высочайшее повеление» о присвоении училищу наименования «Императорское» (ИМИУ), свидетельствующего о важности события и особой роли вновь созданного учебного заведения.

Торжественное открытие ИМИУ состоялось 26 сентября 1896 года. Главной его задачей являлась подготовка инженеров

путей сообщения для строительства и эксплуатации железных дорог и водного транспорта. Учебное заведение было закрытым. Курс продолжался 3 года, после чего следовала двухгодичная практика на строительстве или эксплуатации путей сообщения, далее – защита отчета по ней. При поступлении на государственную службу инженеры-строители получали право на чин губернского секретаря (это чин 12-го класса, соответствующий воинскому званию «инженер-лейтенант»). Инженеру-строителю, успешно выдержавшему при Институте инженеров путей сообщения Императора Александра I дополнительные испытания по особой программе, утвержденной министром путей сообщения, присваивалось звание инженера путей сообщения.

Проживание студентов в действующем при нем общежитии пансионного типа было обязательным для иногородних воспитанников. Учащиеся должны были стро-

го соблюдать установленный в училище порядок и носить форменную одежду.

В соответствии с Положением от 23 мая 1896 года в ИМИУ преподавались: высшая математика; начертательная геометрия; топография и геодезия; теоретическая, строительная и прикладная механика; физика; химия; физическая геология с петрографией; гражданская архитектура; строительное искусство, в том числе общие начала с технологией строительных материалов; сухопутные сообщения (шоссейные и грунтовые дороги, мосты, постройка и эксплуатация железных дорог); гидротехнические сооружения (водяные сообщения, портовые сооружения, осушение, орошение, водопроводы и водостоки); законоведение; черчение и рисование; начала счетоводства; составление смет и техническая отчетность; французский, немецкий, английский языки, из которых изучение одного было обязательным.

## Первые преподавательский состав и выпускники

Первым директором ИМИУ был назначен Филипп Емельянович Максименко, известный специалист в области гидравлики, талантливый педагог и руководитель, человек высокой культуры и эрудиции.

Особого внимания заслуживает гидравлическая мемориальная лаборатория, которая носит его имя до сих пор. Она действовала для подтверждения и демонстрации теории истечения жидкости из отверстий различной формы, разработанной Ф.Е. Максименко. И по сей день студенты кафедры «Гидравлика и водоснабжение» выполняют там свои лабораторные работы.

Его заместителем стал крупнейший мостостроитель профессор Лавр Дмитриевич Проскураков. В 1896 году он был приглашен в Императорское Московское инженерное училище на должность инспектора (проректора), заведующего кафедрой «Строительная механика и мосты», а также механической лабораторией (в 1927 году установлен его бюст, находящийся там и по сей день).

Выдающимся его творением был проект моста через реку Енисей, который состоял из шести главных пролетов по 144,5 м

и двух беговых. Важно, что на разработку ушло всего четыре месяца, а утверждение в Министерстве путей сообщения заняло меньше месяца.

Этот проект принес автору мировую известность. Модель моста экспонировалась на Парижской выставке в 1900 году и его создатель был награжден золотой медалью.

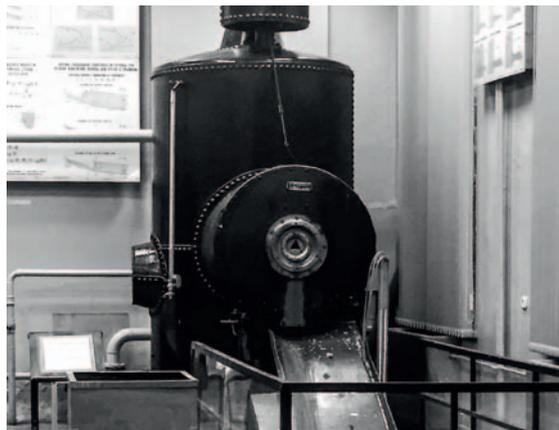
Преподавателями училища стали известные ученые: Д.Ф. Егоров, ученый-математик, автор трудов по дифференциальной геометрии, интегральным уравнениям, теории функций; И.А. Каблуков, выдающийся физик и химик; Т.П. Кравец, ученый-физик в области физической оптики, скрытого фотографического изображения; Б.К. Млодзиевский, автор научных изысканий в области дифференциальной и алгебраической геометрии, математического анализа, механики, астрономии; Е.О. Патон, специалист в области мостостроения и электросварки; С.М. Соловьев, крупный специалист в области геодезии; С.А. Чаплыгин, выдающийся ученый в области теоретической механики, один из основоположников современной гидроаэродинамики.



Филипп Емельянович Максименко, первый директор ИМИУ



Лавр Дмитриевич Проскуряков (1858-1926)



Фрагменты гидравлической лаборатории



Мост Л.Д. Проскурякова через реку Енисей, фото из Музея МИИТ

Выпускникам, удостоенным диплома инженера-строителя, предоставлялось право ношения особого нагрудного знака. Специалисты, поступавшие на государ-

ственную службу, имели право носить форменную одежду установленного для инженеров путей сообщения образца.

Первые выпуски (с 1901 года) инженеров-путейцев Императорского Московского инженерного училища дали России целую плеяду выдающихся специалистов. Среди них: И.А. Александров, академик АН СССР, член комиссии ГОЭЛРО, выдающийся специалист в области мостостроения, гидротехники и энергетики, автор проекта Днепрогэса; Б.Н. Веденисов, член-корреспондент АН СССР, видный ученый в области строительства и транспорта; И.П. Прокофьев, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, крупный специалист в области строительной механики и мостостроения, и многие др. Впоследствии часть выпускников стали организаторами строительства и эксплуатации российских железных дорог, авторами проектов крупнейших железнодорожных магистралей, мостов, тоннелей, основоположниками научных школ в области транспорта и транспортного строительства.

13 декабря 1913 года Императорское Московское инженерное училище было преобразовано в Московский институт инженеров путей сообщения Императора Николая II (МИИПС). В дореволюционный период вуз эффективно выполнял функции, наложенные на него государством, подготовив более тысячи квалифицированных дипломированных специалистов.

## Научные достижения с 1917 по 1941 год

Знаменательной датой в истории вуза стало 19 ноября 1924 года. МИИПС был преобразован в Московский институт инженеров транспорта, тогда и появилась ныне известная всему миру аббревиатура МИИТ. В начале 30-х годов прошлого века профильные факультеты МИИТ стали родоначальниками новых транспортных вузов, в том числе:

- Ленинградского института инженеров водного транспорта;
- Московского автомобильно-дорожного института (МАДИ);
- Московского электромеханического института инженеров железнодорожного транспорта;

– Московского эксплуатационного института инженеров железнодорожного транспорта.

В период с 1917 по 1941 год МИИТ подготовил около 12 тыс. квалифицированных инженеров для транспортной отрасли. Во многом это заслуга элитного профессорско-преподавательского состава, ученых, обеспечивавших тесную связь науки с образовательным процессом и производством.

Среди них был и В.Н. Образцов – дважды лауреат Государственной премии в годы Великой Отечественной войны, талантливый педагог, методист, один из организаторов рабочих факультетов при высших учебных

заведениях, борец за повышение технического образования трудящейся молодежи, учитель и воспитатель многих видных транспортных ученых. Он был первым, кто дал оценку значению использования товарного вагона.

В 1909 году им была опубликована работа «Теоретические исследования по обороту вагонов». В дальнейшем показатель ускорения оборота вагонов Владимир Николаевич положил в основу исследований и технических мероприятий по развитию станций и узлов, успешно применяя их на практике.

В 1949 году улица Бахметьевская, на которой находится главное здание Московского государственного университета путей сообщения, была переименована в улицу Образцова. Имя академика улица носит и по сей день.

Нельзя не упомянуть и об Анатолии Филипповиче Смирнове. С его именем связаны существенные изменения в развитии строительной механики и ориентации ее методов на использование электронно-вычисли-

тельной техники, а труды, продолженные учениками, сделали свой язык линейной алгебры языком строительной механики, создали научную базу для быстрого и рационального привлечения ЭВМ к прочностным расчетам конструкций.

Также в число известных научных деятелей входят: А.М. Бабичков, один из руководителей отечественной научной школы по тяге поездов; Н.М. Герсеванов, специалист по механике грунтов; Л.В. Дрейер, специалист в области электротехники; Г.К. Евграфов, автор новой технологии и конструкции предварительно напряженных блочных железобетонных пролетных конструкций; В.П. Зылев, автор научных работ в области теории матриц; В.М. Кирпичев, ученый теплотехник и теплофизик; Е.В. Михальцев, крупный специалист по анализу расходов и расчетов себестоимости железнодорожных перевозок; К.А. Оппенгейм, крупный специалист в области верхнего строения железнодорожного пути, мостовых переходов и конструкций и др.

## МИИТ в годы Великой Отечественной войны

В годы Великой Отечественной войны МИИТ продолжал готовить квалифицированных специалистов для работы в условиях военного времени. Преподаватели и студенты покидали кафедры и учебные аудитории. Одна из самых славных страниц в истории МИИТ – формирование на его базе 6-й дивизии Народного ополчения. В нее добровольцами вступили более 300 студентов, преподавателей и сотрудников вуза.

Дивизия участвовала в тяжелейших боях под Ельней и получила звание Краснознаменной. Студенты МИИТ героически воевали в составе Сводного лыжного батальона Калининского фронта. В тяжелейшие для столицы месяцы 1941 года миитовцы участвовали в строительстве оборонительных рубежей на подступах к Москве.

Осенью 1941 года МИИТ был эвакуирован в Сибирь. Миитовская наука активно работала во имя победы над врагом. Более 300 разработок ученых университета были внедрены в интересах страны, противостоящей фашистским агрессорам.

Так, академик В.Н. Образцов занимался проблемами транспортного обеспечения фронта и тыла и участвовал в работе Комиссии АН СССР по мобилизации ресурсов Урала для нужд фронта. Под руководством заведующего кафедрой «Мосты» профессора Г.К. Евграфова велась большая работа по восстановлению мостов.

В 1942 году МИИТ вернулся в Москву, где в условиях морозной зимы в единственном отапливаемом корпусе продолжались непрерывный учебный процесс и научная деятельность.

Одним из известных подвигов является и подвиг старшего сына Сталина – Якова Иосифовича Джугашвили, окончившего МИИТ и погибшего в немецком плену. Нельзя забыть и о Василии Тимофеевиче Осипове, начальнике военного отдела службы движения Куйбышевской железной дороги. Предложенный В.Т. Осиповым метод календарного планирования и маршрутизации перевозок грузов был принят в работу и сыграл особую роль в годы войны.



Василий Тимофеевич Осипов  
(1906-1984)



Иван Георгиевич Евсеев (1916-1990)

Иван Георгиевич Евсеев, инженер 12-й Скуратовской дистанции сигнализации и связи Московско-Курской железной дороги, был известен тем, что возглавлял в линейно-кабельной лаборатории института важнейшее направление научно-исследовательской работы по защите устройств автоматики, телемеханики и связи от грозовых и коммутационных перенапряжений. Им были разработаны новые теоретические и методические положения, новые средства защиты, многие нормативные документы по применению средств защиты.



Георгий Александрович Николаев (1903-1992)

Будет несправедливо не упомянуть и Георгия Александровича Николаева, ученого в области сварки, прочности, собственных напряжений и деформаций сварных конструкций, основоположника отечественной школы прочности сварных со-

единений, а также создателя многих новых научных направлений в области сварки. Именно Г.А. Николаев разработал технологический процесс ультразвуковой сварки пластмасс, а под его руководством впервые в нашей стране были начаты работы по горению дуги в вакууме, исследования по сварке и резанию органических тканей с помощью ультразвука.

Всех упомянуть невозможно, а памяти достойны многие. МИИТ помнит и чтит своих героев. На территории университета в 1970 году сооружен памятник воинам-миитовцам, павшим в боях за родину в Великой Отечественной войне, а к 60-летию Великой Победы – мемориальная доска у входа в главный корпус с барельефом, на котором изображены студенты и сотрудники университета, ушедшие в ополчение.

## Исторические даты послевоенного периода



Студенческие отряды перед выездом на стройку 1976 года. Одними из добровольцев в то время были Виктор Вексельберг и Марина Добрынина (по центру)

26 декабря 1946 года в ознаменование 50-летия со дня создания университета МИИТ получил высшую государственную награду – орден Ленина.

В 1955 году этот вуз возглавил заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор Ф.П. Кочнев, который руко-

водил институтом четверть века. Трудно переоценить вклад Федора Петровича в развитие МИИТ. При нем вуз значительно укрепил и расширил инфраструктуру и социальную базу, войдя в пятерку крупнейших высших учебных заведений Москвы.

1956 год для МИИТ стал точкой отсчета еще одного, третьего юбилея. 70 лет назад, с началом «целинного этапа» университет дал путевку в жизнь первым студенческим отрядам. В 1970-1980 годы студенческие отряды МИИТ подхватили эстафету целинников и принимали активное участие в реализации крупнейшего для страны проекта – строительстве БАМ. И в дальнейшем миитовские молодежные студенческие отряды активно участвовали в реализации судьбоносных для страны проектов, а свое 70-летие отметили на стройке, которая сегодня справедливо считается самой важной для государства: возведение многофункциональной транспортной переправы между полуостровом Крым и остальной Россией.

## Постсоветские годы

В 1993 году в результате реформы российского профессионального образования вуз получил статус универ-

ситета и стал называться Московским государственным университетом путей сообщения.

Перестроечные процессы в России второй половины 1990-х годов и последующая реформа транспортного образования привели к значительному укрупнению МИИТ за счет включения в его состав учебных заведений разного уровня. Это потребовало коренного изменения структуры вуза путем объединения факультетов и кафедр в специализированные институты, внедрения новой системы управления университетом.

В 1999 году в состав МИИТ вошли Российская академия путей сообщения и не-

государственный вуз – Институт защиты предпринимательства. Это первый и едва ли не единственный случай вхождения негосударственного учебного заведения в состав государственного университета. Кроме того, в 2009 году в него влились Российский государственный открытый технический университет путей сообщения (вместе с филиалами) и 17 отраслевых техникумов и колледжей. На базе вуза был сформирован крупнейший в Европе научно-образовательный комплекс.

## МИИТ сегодня

С 1997 года ректором университета стал Борис Алексеевич Левин – выпускник МИИТ, известный в России и за ее пределами ученый, создатель, пользующейся общероссийским и международным авторитетом научной школы, талантливый организатор высшего профессионального образования автор более 200 научных и научно-методических трудов. Им подготовлен 21 кандидат и 10 докторов наук.

Ученые и выпускники МИИТ были руководителями и главными участниками судьбоносных для России проектов: строительства и эксплуатации Транссибирской и Байкало-Амурской магистралей, электрификации железных дорог, строительства космодрома Байконур, Днепрогэса, канала Москва – Волга, российских метрополитенов, крупнейших и красивейших мостов через великие реки, разработки плана ГОЭЛРО и т. д. Результаты деятельности университета воплотились и в космосе: при участии ученых университета по поверхности спутника Земли прошел легендарный «Луноход».

В университете действуют 24 научные школы, имеющие общероссийское и международное признание, 115 кафедр, 8 диссертационных советов. При этом заведующими и профессорами профильных кафедр, постоянными лекторами являются ведущие ученые в области транспорта и транспортного строительства, представители Администрации Президента РФ, члены Правительства России, руководители ОАО «РЖД», Московского метрополитена и других крупных транспортных предприятий.

В 2015 году на базе МИИТ создан Отраслевой инновационный центр импортозамещающих технологий на транспорте. Это стало эффективным отзывом на требования времени и интересы отрасли и государства.

МИИТ регулярно повышает потенциал научно-учебной базы и сегодня обладает самыми передовыми, не имеющими аналогов научными центрами, отраслевыми лабораториями.

При активном научно-техническом сопровождении ученых МИИТ на Ямале возведена уникальная арктическая железная дорога Обская – Бованенково – Карская протяженностью 628 км. На ней сооружено 70 мостов, в том числе самый длинный в мире за полярным кругом протяженностью 3,9 км, построенный через реку Юрибей в рекордно короткие сроки (менее трех лет).

В настоящее время университет осуществляет многопрофильное сотрудничество со 143 вузами и фирмами-партнерами из 44 стран мира. МИИТ – постоянный участник крупных международных проектов и программ, в том числе по линии ЕС (TEMPUS, Erasmus Mundus, NEAR 2, SMARTTRAIL, EUTRAIN, CITISET).

Подтверждением высокого статуса МИИТ как главного транспортного вуза страны стало принятое коллегией Министерства транспорта РФ в феврале 2016 года решение о создании на базе МИИТ Российского университета транспорта. За 120 лет в МИИТ подготовлены около 650 тыс. высококвалифицированных специалистов с высшим и средним профессиональным образованием. §



Борис Алексеевич Левин

# Муромтепловоз. Век в железнодорожной отрасли

**Е. И. Третьяков,**

генеральный директор ОАО «Муромтепловоз»

**А. Б. Конохов,**

зам. главного конструктора конструкторско-технологического отдела производства железнодорожного машиностроения ОАО «Муромтепловоз»

**С. Н. Баранов,**

начальник отдела ценных бумаг, секретарь совета директоров ОАО «Муромтепловоз»

**В. А. Матвеева,**

редактор газеты «Голос Дзержинца» ОАО «Муромтепловоз»

Своим рождением ОАО «Муромтепловоз» обязано предпринимательской деятельности двух выдающихся промышленников – Карла Федоровича и Николая Карловича фон Мекков, отца и сына, заложивших 100 лет назад паровозоремонтные мастерские. Род знаменитой фамилии внесен в матрикул Лифляндского дворянства. Потомки этой династии попали в Россию при Петре I.

## Начало. Муромские паровозоремонтные мастерские



Карл фон Мекк

Карл фон Мекк окончил Петербургский институт инженеров путей сообщения. Целью его жизни стало строительство Московско-Казанской железной дороги. Из пяти сыновей дело отца унаследовал и достойно продолжил старший – Николай. Своим трудом он завоевал право стать главой правления, связав со своим именем крупные постройки на дороге, в том числе и Муромские паровозоремонтные мастерские, появившиеся на бывшем пустыре.

Движение на муромском участке Московско-Казанской железной дороги открылось в августе 1911 года. Осенью того же года были заложены корпуса мастерских.

Постройка Муромских мастерских была предпринята Московско-Казанской железной дорогой с целью сконцентрировать в одном месте капитальный ремонт паровозов всей дороги вместе с тем, чтобы перенести свои главные мастерские при станции Москва-Пассажирская, которые закрывали в связи с расширением станции.

Для осуществления этого плана Муромские мастерские были запроектиро-

ваны на годовую производительность 128 паровозов (капитальный ремонт), то есть на 1/6 всего инвентаря дороги в 1912 году с увеличением на 50%. Кроме того, корпуса расположили таким образом, чтобы путем перенесения торцевых стен можно было бы почти вдвое увеличить размеры мастерских без нарушений типа зданий.

Постройка мастерских проходила в то время, когда война только началась, то есть велась при относительно благоприятных условиях, однако оборудование их станками сильно затормозилось из-за отложенной правлением дороги ликвидации Московских мастерских. В связи с этим большинство станков для Муромских мастерских пришлось приобретать вновь в такое время, когда с рынка они совершенно исчезли<sup>1</sup>.

Оборудование мастерских нельзя было считать законченным, хотя их деятельность и началась в 1916 году. В этом же году в ноябре и в декабре Муромскими паровозоремонтными мастерскими было выпущено из среднего ремонта 2 и 4 паровоза соответственно. Литейный цех уже давал в месяц до 6 000 пудов чугуна литья. С этого времени мастерские нача-



Николай фон Мекк

<sup>1</sup> Комиссариат путей сообщения «Муромские мастерские Московско-Казанской железной дороги (1912-1921 годы)», брошюра

ли свою производственную деятельность. «Рабочих на заводе было около 600 человек... работа в цехах производилась вручную, работали по 11 и 13 ч. Большинство рабочих из деревень ночевали в цехах, прямо на земле, принося пищу на несколько дней», – говорится в воспоминаниях рабочего, опубликованных в газете «Голос Дзержинца» от 06.11.1932 № 122.

С первых дней гражданской войны в мастерских одевали в броню паровозы серии Ов, для бронепоездов оборудовали специальные металлические полувагоны под площадки.

Выпуск отремонтированных паровозов в 1916-1920 годы составил: 6, 39, 47, 69 и 86 ед.

С самого начала деятельности предприятие завоевало репутацию передового в отрасли. В качестве примера можно привести хранящуюся в архиве музея копию приказа от 26.12.1922 № 31122 «О выдаче наград администрации Муромских мастерских за работы по научной организации производства» за разработку и организацию «...“распределительного шкафа” по производству механического цеха, который, будучи введен в жизнь, дал прекрасные результаты в смысле распределения заказов по станкам и по контролю за выполнением работ по механическому цеху, что уже отразилось на значительном усилении его производительности...».

Важность нововведений, производимых в Муромских мастерских, отражена в



Панорама завода, 1917-1918 годы



У отремонтированного паровоза. Крайний слева – И.И. Пурышев, директор завода с 1920 по 1928 год

письме Ф.Э. Дзержинского – наркома путей сообщения И.И. Пурышеву – одному из первых руководителей предприятия, в котором нарком пишет: «Прошу срочно разработать и представить мне план распространения на всю сеть железных дорог Республики достигнутых у вас усовершенствований...».

## Паровозоремонтный завод им. Ф.Э. Дзержинского

После смерти Председателя Высшего Совета народного хозяйства СССР Феликса Эдмундовича Дзержинского в 1926 году Муромские паровозоремонтные мастерские были переименованы в Паровозоремонтный завод им. Ф.Э. Дзержинского.

Традиция быть в первых рядах научного и технического прогресса нашла отражение в создании в начале 30-х годов системы использования отработанного тепла (пара) от паровых молотов с установкой аккумуляторов тепла, впервые осуществленной начальником силовой станции Муромско-

го паровозоремонтного завода Николаем Васильевичем Кудряшовым. Способ использования тепла нашел применение на подавляющем большинстве паровозо- и вагоноремонтных заводов. В частности, в 1933 году только по шести паровозоремонтным заводам (Вологда, Воронеж, Красноярск, Пролетарский, Тихорецкий и Тифлиссский) сэкономлено 10 705 т топлива, что составляло около 250 000 руб. (в ценах на 1933 год).

Работа Н.В. Кудряшова не только привела к оптимизации, но и подняла на

должную высоту взгляд на энерготехническое хозяйство железных дорог СССР за границей.

Применение новых методов организации производства, внедрение технологий, участие в движении ударничества в годы первых пятилеток привели к небывалым темпам роста производительности труда в стране и, в частности, на Муромском заводе.

Если в 1928 году простой паровоза в ремонте составлял 46 дней, то в 1931 году – превышал 71 ч (паровоз серии Э первого класса). Это значительно превосходило мировые рекорды того времени. В письме руководства завода И.В. Сталину от 1930 года с гордостью докладывается о капитальном ремонте паровоза серии Э-13 со сменой задней решетки за 65 ч.

## Завод в годы Великой Отечественной войны и после

В суровые годы Великой Отечественной войны по решению Государственного комитета обороны завод полностью перешел на выпуск военной продукции и был переименован в Завод № 176 Наркомата танковой промышленности.

Продукцией стали бронекорпуса для танков Т-60, Т-70, самоходные артиллерийские установки СУ-76, корпуса гранат, мин, снарядов, в том числе для знаменитых «Катюш», детали для танков Т-34.

Неоценимый вклад коллектив завода внес в постройку бронепоезда «Илья Муромец», созданного в 1942 году по горьковским чертежам. Приземистый, обтекаемой формы, вооруженный мощной (45 мм) броней бронеплощадки, бронепоезд являлся образцом технических новшеств по сравнению с предшественниками. Состоял из бронепаровоза, двух артиллерийских бронеплощадок, вооружение каждой – две 76-миллиметровые пушки Ф-34 в башнях танков Т-34, 6 пулеметов (ДТ) и двух площадок ПВО – на каждой – по два 77-миллиметровых зенитных орудия и две реактивные установки М-8-24 («Катюши»).

Всего «Илья Муромец» совершил более 150 боевых операций, не получив ни одной

пробоины. За время войны он уничтожил 7 самолетов, 14 орудий и минометных батарей, 36 огневых точек противника, 875 солдат и офицеров. Среди особых побед «Илья Муромца» – уничтожение в очной дуэли под Ковелем лучшего немецкого бронепоезда «Адольф Гитлер» в 1944 году. Это была единственная документально зафиксированная очная дуэль бронепоездов.

За боевые заслуги 31-й отдельный особый Горьковский дивизион бронепоездов, в который входили бронепоезда «Илья Муромец» и «Козьма Минин», был награжден орденом Александра Невского. Бронепоезд закончил войну во Франкфурте-на-Одере.

В знак признательности и благодарности к подвигу советского народа в Великой Отечественной войне в 1971 году в парке им. 50-летия Советской власти г. Мурома был открыт памятник легендарному «Илье Муромцу».

Послевоенная разруха требовала нечеловеческих усилий ото всех. Восстанавливаемые заводы нуждались в новой технике. Перед муромчанами была поставлена задача строительства маневровых паровозов серии 9П мощностью 300 л.с., предназначенных для работы на путях промышленных предприятий, строек и на коротких переда-



Бронепоезд «Илья Муромец»

точных ветках. Первый новый полностью самостоятельно изготовленный паровоз 9П-001 ушел на обкатку 13 августа 1946 года. На базе паровоза серии 9П был спроектирован и построен бестопочный паровоз.

В 1946 году завод был переименован в Паровозостроительный завод им. Ф.Э. Дзержинского.

Всего за период с 1946 по 1957 год было выпущено 2 736 паровозов, в том числе 5 бестопочных, для КНДР произведено 4 паровоза 9ПК с колеей 1435 мм.



Памятник паровозу 9П

## Новый этап. Тепловозостроение



Группа конструкторов, принимавших активное участие в создании тепловоза ТГМ 1. В центре — главный конструктор завода А. М. Русак. 1957 год

В 1956 году на XX съезде КПСС был взят курс на коренную реконструкцию транспорта с переходом на прогрессивные виды тяги. Паровозостроение на крупнейших отечественных заводах было свернуто.

Завод одним из первых в стране спроектировал и построил два опытных образца промышленного тепловоза ТГМ 1 с дизелем 1Д12-400 мощностью 400 л.с. Экипажная часть локомотива – трехосная с дышловым движущим механизмом. На этой машине впервые в советском локомотивостроении применена гидромеханическая передача, основными преимуществами которой по сравнению с электрической передачей являлись меньшая стоимость на единицу мощности, а также малый расход цветных металлов.

Работы по созданию нового локомотива и его гидропередачи были выполнены на самом заводе силами вновь созданного отдела главного конструктора, возглавляемого Александром Матвеевичем Русаком, главным конструктором, и его заместителем Вячеславом Ивановичем Филато-

вым, Героем Советского Союза, память о котором увековечена в заводском адресе.

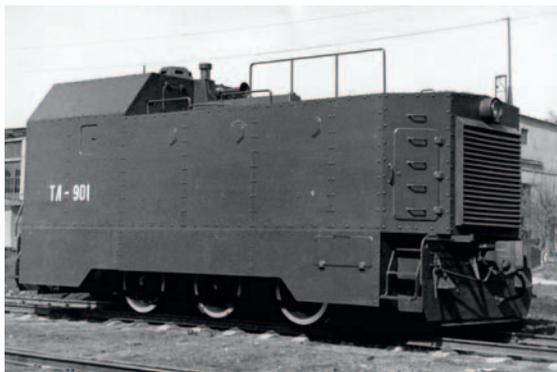
С 1957 года начат серийный выпуск тепловозов, и в этом же году завод был переименован в Муромский тепловозостроительный завод им. Ф.Э. Дзержинского.

Памятным для заводчан стал 1962 год, когда был выпущен 1000-й тепловоз, ставший подарком к 40-летию отечественного тепловозостроения. В этом же году был выпущен первый тепловоз ТГМ 23. Тепловоз оснащался дизелем 1Д12Н-500 с газотурбинным наддувом. Вращающий момент передавался от дизеля отбойному валу через унифицированную гидропередачу УПГ-350-500 и реверс-режимный редуктор (самостоятельная разработка конструкторского отдела завода). Гидропередача имела гидротрансформатор и две гидромуфты.

Применение в конструкции тепловозов нового современного оборудования, а также новых конструктивных решений (гидропередача, реверс-режимный редуктор с отбойным валом, модернизированный



Руководители у тысячного тепловоза, 1962 год



Бронелетучка ТА-901

двигатель, охлаждающее устройство, более совершенные гидротрансформаторы, система управления и др.) привели к созданию новых модификаций тепловозов типа ТГМ 23 – тепловозов ТГМ 23Б, ТГМ 23 В, ТГМ 23Д, ставших основной продукцией завода с 60-х по 90-е годы.

Локомотивы до настоящего времени имеют авторитет безотказных трудяг, просты и экономичны в эксплуатации.

За годы семилетки (1959-1965) завод освоил ряд новых образцов машин:

- тепловозы ТГМ 23, ТГМ 25 (экспортный вариант тепловоза ТГМ 1);
- электровозы ЭК-10, ЭК-12, ЭК-13 (электровозы, предназначенные для передвижения коксотушильных вагонов между печами и коксотушильной башней при мокром тушении кокса);
- чугуновозы ЭЧ-1.

После советско-китайского пограничного конфликта на острове Даманский в 1969 году по заданию Правительства в 1971 году завод изготовил партию бронелетучек БТЛ-1.

В 1972 году тепловоз ТГМ 23 стал первым изделием в Муроме, удостоенным Государ-

ственным знаком качества, в чем ведущую роль сыграли главный конструктор Николай Васильевич Воробьев и его заместитель Владимир Николаевич Ощехин. Этот высший знак подтверждения надежности техники сохранялся за тепловозом вплоть до известных событий конца 80-х годов.

В 1975 году Указом Президиума Верховного Совета СССР Муромский тепловозостроительный завод им. Ф.Э. Дзержинского за достигнутые успехи в производстве тепловозов для железнодорожного транспорта страны был удостоен ордена «Знак Почета».

В 1977 году и вторично в 1982 году завод награждался Дипломом ВЦСПС и Госстандарта СССР.

В настоящее время заводом выпускается тепловоз ТГМ 23Д с модернизированным двигателем 1Д12-400БС2 и двухтрансформаторной гидропередачей. Применение двухтрансформаторной гидропередачи по сравнению с трехаппаратной гидропередачей на тепловозе ТГМ 23В позволило повысить силу тяги и коэффициент полезного действия тепловоза на маневровом режиме на 2-3%. Экономическая эффективность в условиях рядовой эксплуатации составляет 5-7%, а общий средний часовой расход топлива на тепловозе с двухтрансформаторной гидропередачей меньше на 0,6 кг/ч, что с учетом эксплуатации тепловоза на маневровом режиме дает экономию топлива 10%.

Всего, включая экспортные модификации (ТГМ 25, ТГМ 25Т, ТГМ 23БЭ, ТГМ 23БТ), заводом было выпущено около 13 000 тепловозов, в том числе 129 экспортных: в Болгарию, Югославию, Польшу, ФРГ, Турцию, Иран, Монголию, Египет, Пакистан, Алжир, КНДР, на Кубу.

## Переходные годы и новое время

Кризис 90-х годов был отмечен спадом спроса на тепловозы и инициировал работу в новом для предприятия направлении – производстве путевой техники. Работа конструкторско-технологического отдела производства машиностроения и цехов предприятия (во главе с Анатолием Андреевичем Добро-ризом, главным конструктором) дала свои результаты. В 1992 году выпущена автомат-

риса грузовая дизельная АГД-1А, которая применяется при текущем техническом обслуживании и ремонте верхнего строения пути. В 1993 году организовано ее серийное производство, а также прицепа УП-4.

Затем функциональные возможности автотрисы были расширены другим оборудованием (грейфером, кусторезом, косилкой и др.), позволяющим производить



АГД-1А

необходимые работы по содержанию железнодорожных магистралей.

Перестройка жизни советского общества конца 80-х – начала 90-х годов вызвала и изменения организационной структуры, и наименований предприятия. В 1991 году завод был переименован в производственное объединение «Муромтепловоз», в 1992 году – в акционерное общество открытого типа «Муромтепловоз», в 1995 году – АО «Муромтепловоз».

В этом же году было освоено производство автомотрисы грузовой служебной АГС-1, отличающейся от АГД-1А увеличенной кабиной для перевозки крупногабаритной бригады монтеров, а также выпуск автомотрисы ремонтно-восстановительной АРВ-1, применяемой при текущем техническом обслуживании и ремонте устройств электроснабжения (контактной сети).

С 1996 года предприятие стало называться ОАО «Муромтепловоз».

В настоящее время заводом выпускается широкий спектр путевой техники для нужд железных дорог.

Для тушения пожаров в непосредственной близости от железнодорожных путей и на подвижном составе разработан и готов к производству пожарный самоходный поезд, состоящий из автомотрисы АГД-1А (АГС-1), трех-четырех прицепных пожарных цистерн для воды на базе прицепа УП-4 общей вместимостью 51-68 т. В составе поезда могут быть использованы универсальная многоцелевая плавающая гусеничная пожарная машина МТ-ЛБУ-ГПМ-10, предназначенная для тушения пожаров в труднодоступных лесных и болотистых местах, борьбы с торфяными пожарами и



ГПМ-10 в огне

др., лесопожарный трактор МТ-ЛБ-ЛПТ и другая продукция предприятия.

На сегодня выпущено более 1 800 единиц путевой техники различных модификаций. Путевая техника поставлялась на Украину, в Казахстан, Белоруссию, Сирию, Ирак.

В рамках межправительственного соглашения между Российской Федерацией и Республикой Кубой в 2013 году завод исполнил контракт по организации на кубинских предприятиях производства по изготовлению самоходных и несамоходных железнодорожных вагонов с поставкой технологического оборудования, машинокомплектов и готовых машин.



Рельсовый автобус «Сусанна»

Среди последних разработок – рельсовый автобус «Сусанна» на дизельной тяге с одним пультом управления и механической трансмиссией общей пассажировместимостью 50 человек (число сидячих мест – 24), который в настоящий момент отправлен для проведения испытаний в процессе эксплуатации на Кубу.

Трудовая биография ОАО «Муромтепловоз» продолжается. В декабре заводу исполнится 100 лет! 🇷🇺

# ЭкспоСитиТранс 2016

**ВАШ  
БИЛЕТ В  
МУЛЬТИМОДАЛЬНОЕ  
БУДУЩЕЕ** [www.exposcitytrans.com](http://www.exposcitytrans.com)

**29 НОЯБРЯ**  
**1 ДЕКАБРЯ 2016** года  
Москва, ВДНХ, 75 павильон

Организаторы



При поддержке



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России



ПРАВИТЕЛЬСТВО  
МОСКВЫ

Генеральные  
информационные партнеры

Оператор



## Передовые технологии на InnoTrans 2016

Выставка InnoTrans 2016, созданная 20 лет назад, с 20 по 23 сентября в 11-й раз собрала на своей площадке в Берлине ведущих представителей международного сообщества. Первое свое участие Россия приняла 10 лет назад, а в 2008 году представила англоязычный отраслевой журнал *Railway Equipment*, пятый номер которого гости выставки могли держать в своих руках. В этот раз InnoTrans прошла под знаком перехода к цифровым технологиям на рельсовом транспорте и упрочнения позиций на глобальном рынке Китая. Размах выставки все более впечатляет, продолжая свой рост и не оставляя посетителям никаких шансов осмотреть все экспонаты за отведенные дни.

### Мировой железнодорожный тренд

Несмотря на гигантские размеры (2 955 экспонентов из 60 стран) и огромное число посетителей (145 тыс. специалистов из 140 стран), выставка отличается великолепной организацией и является достоверным индикатором развития железнодорожной отрасли.

Согласно прогнозу консалтинговой компании Roland Berger, сделанному по заказу Объединения европейской железнодорожной промышленности (UNIFE), годовой объем общемирового железнодорожного рынка составит 185 млрд евро в 2019-2021 годах с ежегодным ростом 2,6%. В 2013-2015 годах среднегодовой объем глобального рынка – 159,3 млрд евро. Наиболее быстро будет расти рынок Западной Европы (3,1% в год) и региона, включающего Африку и Ближний Восток (3,0% в год). Азиатско-Тихоокеанский регион занимает более скромную позицию (2,6%), уступая Восточной Европе (2,8%), но опережая Южную (2,3%) и Северную Америку (2,2%). Наиболее слабый рост ожидается в России и других странах СНГ (0,9% в год).

Консалтинговая компания SCI Verkehr прогнозирует ежегодный рост к 2020 году для рынка Западной Европы в размере 3,2%, Азии, Австралии и Тихоокеанского региона – 2,6%, стран СНГ – 0,8%. Однако SCI Verkehr дает более пессимистические прогнозы по Северной Америке (1,4%), Южной и Центральной Америке (-2,0%), Восточной Европе (0,6%) и заметно более оптимистические в отношении рынка Африки и Ближнего Востока (7,1%). В целом среднегодовой рост снизится с 3,2% в 2014 году до 2,3% в 2020 году. Важнейшим рынком остается Китай, за которым следуют

США, Россия, Германия и Франция. Среди поставщиков железнодорожной техники лидирует китайская корпорация CRRC, далеко оторвавшаяся от Bombardier, Alstom и Siemens – прежде всего за счет заказов на китайском рынке.

По мнению генерального директора UNIFE Ф. Ситроена (Ph. Citroen), выступавшего на пресс-конференции перед началом выставки, рост рынка железнодорожного транспорта определяют урбанизация, сопровождаемая общим ростом численности населения, и переход к цифровым технологиям, стимулирующим мобильность.

Министр транспорта и цифровой инфраструктуры Германии А. Добриндт заявил, что пришло время уходить от тепловозов. Наряду с дальнейшим развитием электрической тяги на сети необходимо использовать подвижной состав на аккумуляторных батареях и топливных элементах в случаях, когда электрификация линий нерентабельна. Экспозиция на выставке подтвердила, что промышленность уже готова к производству таких поездов.

К выставке InnoTrans 2016 была приурочена ставшая уже традиционной международная конференция «Железнодорожное машиностроение: партнерство производителей 1520 и 1435», в которой приняли участие представители Министерства промышленности и торговли РФ, ОАО «РЖД», UNIFE, российского и зарубежного бизнеса. Пленарные заседания были посвящены развитию взаимоотношений между Россией и Европейским союзом в железнодорожной сфере, включая гармонизацию соответствующего законодательства с целью создания современной железнодорожной

техники, а также использования информационных технологий на железнодорожном транспорте.

В рамках конференции прошло награждение победителей конкурса за лучшее качество подвижного состава и технических решений за 2016 год.

В номинации «Подвижной состав» 1-е место присуждено ООО «ПК «Ново-черкасский электровозостроительный завод» за электровоз магистральный двухсистемный пассажирский ЭП20; 2-е место – ООО «Уральские локомотивы» за электропоезд ЭС2Г «Ласточка»; 3-е место – АО «Фирма ТВЕМА» за высокоскоростной диагностический вагон «Спринтер».

В номинации «Компоненты для подвижного состава и инфраструктуры» 1-е место заняло ООО «Кнорр-Бремзе 1520» за воздухораспределитель КАВ60; 2-е место – АО НПК «Уралвагонзавод» за тележки двухосные модели 18-555 и модели 18-555-1 (тип 2); 3-е место – АО «Выксунский металлургический завод» за колеса цельнокатанные повышенной надежности из легированной стали марки Б.

В номинации «Системы диагностики и управления» 1-е место присуждено ОАО «Объединенные электротехнические заводы» и ООО «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)» за комплексную систему повышения киберзащищенности; 2-е место – АО НПЦ ИНФОТРАНС за самоходную многофункциональную диагностическую лабораторию на базе тепловоза 2ТЭ116; 3-е место – ОАО «НИИАС» за комплекс технических средств передачи ответственной информации.

В рамках выставки российская делегация, возглавляемая президентом ОАО «РЖД» О.В. Белозёровым, помимо участия в конференциях, провела ряд переговоров с зарубежными партнерами. В

частности, с руководством железных дорог Ирана обсуждались вопросы, связанные с началом реализации проекта по электрификации железнодорожной линии Гармсар – Инче Бурун, научно-техническим сотрудничеством, подготовкой кадров и привлечением грузов для международного транспортного коридора «Север – Юг». Темой встречи с руководством железных дорог Казахстана стала подготовка к очередному Форуму межрегионального сотрудничества России и Казахстана, а с руководством железных дорог Турции – восстановление грузового движения между двумя странами. Рабочие встречи О.В. Белозёрова с главой SNCF Г. Пепи (G. Pery) и руководителем Объединения транспортных предприятий Германии (VDV) О. Вольфом (O. Wolff) были посвящены, в частности, высокоскоростному движению и кибербезопасности.

Ряд важных документов был подписан со стратегическими партнерами ОАО «РЖД». Так, достигнуто соглашение с компанией Siemens о научно-техническом сотрудничестве в области внедрения цифровых технологий, разработке, адаптации и локализации продукции для железнодорожного транспорта. Согласно меморандуму о взаимопонимании между ОАО «РЖД», НИИАС, компаниями Bombardier Transportation Sweden и «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)» стороны намерены экспортировать на рынки других стран совместно разрабатываемые технологии в области железнодорожной автоматики и телемеханики, в том числе решения по киберзащите, системы управления станциями, комплексные системы диагностики и мониторинга инфраструктуры и другие перспективные решения. Соглашения о сотрудничестве были заключены также с Ассоциацией железнодорожной промышленности Швейцарии (Swissrail) и Мюнхенским техническим университетом.

## Основные игроки

За последние два года в железнодорожной промышленности произошли заметные изменения: китайские компании продолжают экспансию в глобальном масштабе – они уже добились успеха в США, участвуют в проектах высокоскоростного движения в разных

странах, включая Россию, и выходят на европейский рынок. Сделка с General Electric позволила компании Alstom усилить позиции в сфере железнодорожной автоматики и управления движением поездов. Компания Stadler приобрела у Vossloh производство в

Фото: П. Яковлев



Поезд с питанием от топливных элементов Coradia iLint

Валенсии, где строятся тепловозы с электрической передачей и подвижной состав для облегченных рельсовых транспортных систем. Knorr Bremse купила ряд небольших и средних компаний и значительно расширила линейку выпускаемой продукции. Тем же путем идет немецкая Schaltbau. В результате обе компании были представлены на выставке сразу несколькими стендами.

Германия взяла тренд на отказ от тепловозной тяги в пользу других, более экологических решений, одним из которых может стать новый поезд Coradia iLint Alstom, оснащенный батареями топливных элементов, впервые продемонстрированный сообществу специалистов. Компания рассчитывает на успех новой технологии, поскольку значительная часть железнодорожной сети в Европе не электрифицирована и дальнейшее развитие перевозок на ней возможно только с применением технических решений, обеспечивающих сокращение вредных выбросов и снижение уровня шума.

Bombardier Transportation сосредоточилась на разработке новых продуктов, часть которых была продемонстрирована на ее стенде: новые платформы электропоездов Talent 3 и метропоездов Movia Maxx, а также OPTIFLO – комплексная система менеджмента инфраструктуры.

Siemens представила на открытой площадке выставки целый ряд экспонатов – от высокоскоростного поезда и нескольких локомотивов (в частности, электровоз семейства Vectron с функцией последней мили) до метропоезда (на основе платформы Inspiro) и трамвая (на основе платформы Avenio).



Электропоезд FLIRT с пониженным уровнем пола для железных дорог Нидерландов

Одним из главных экспонатов выставки InnoTrans 2016 стал высокоскоростной электропоезд Stadler EC 250 Giruno, предназначенный для работы на линии, идущей через новый Готардский базисный тоннель.

Электропоезд FLIRT нового поколения имеет пониженный уровень пола. Спальный вагон с раздвижными колесными парами, построенный для железных дорог Азербайджана (ADY), имеет тележку с раздвижными колесными парами системы RAFIL/DBAG типа V, которая позволяет эксплуатировать вагоны на линиях, имеющих ширину колеи как 1520, так и 1435 мм.

Также компания продемонстрировала на выставке два вагона трамвая. Вагон Citylink, созданный консорциумом компаний Stadler Rail Valencia и Vossloh Kiepe (изготовитель электрооборудования), предназначен для транспортной системы «трамвай-поезд» Хемница (Германия). Он может эксплуатиро-



Вагон трамвая Citylink

Фото: П. Яковлев

Фото: П. Яковлев



Тележка поезда Dart

ваться как на городских маршрутах, так и на железнодорожных линиях, в том числе неэлектрифицированных.

Развивающий скорость до 100 км/ч вагон получает питание от воздушной контактной сети напряжением 600 или 750 В постоянного тока, а неэлектрифицированные участки он преодолевает, используя две размещенные на нем дизель-генераторные установки. Вагон длиной 37,2 м и шириной 2,65 м состоит из трех сочлененных секций, опирающихся на четыре тележки, две из которых обмотены.

Большой интерес у посетителей выставки и журналистов вызвали мероприятия, проводившиеся китайской компанией CRRC. Она была представлена футуристическим стендом и организовала несколько конференций, в ходе которых ее руководители рассказывали о развитии и перспективах компании на международных рынках, подчеркивая готовность к работе по европейским стандартам и отказу от заимствования чужой интеллектуальной собственности. Было подписано важное со-



Промышленный локомотив ModuTrac MMT-M270-BDE компании Schalker

глашение между CRRC и независимой международной компанией TUV Nord, работающей в области сертификации, стандартизации и экспертизы качества продукции. TUV Nord является первой организацией по сертификации в области железнодорожного транспорта, начавшей с CRRC сотрудничество на уровне экспертных групп.

Чешская компания Škoda Transportation в этот раз показала на открытой площадке два экспоната: четырехосный пассажирский электровоз переменного тока серии 102 (Emil Zatopek) и вагон трамвая ForCity Plus с передней и задней поворотными тележками, созданный на основе конструктивной платформы ForCity Classic. Пятисекционный вагон колеи 1000 мм с 69 местами для сидения вмещает 345 пассажиров. Компания PESA (Польша) представила на выставке электропоезд Dart, дизель-поезд Link и вагон трамвая Krakowjak.

Восьмивагонный электропоезд Dart снабжен шестью асинхронными тяговыми двигателями суммарной мощностью 2400 кВт. Четырехсекционный вагон трамвая Krakowjak длиной 42,83 м создан на базе конструктивной платформы Twist. Трамваи такой длины до сих пор в Польше не выпускались. Вагон снабжен шестью тяговыми двигателями мощностью 105 кВт. Низкопольный вагон с 93 местами для сидения вмещает до 300 пассажиров.

Компания Schalker Eisenhutte Maschinenfabrik (Германия) показала несколько промышленных локомотивов разных типов. Особо выделялся локомотив ModuTrac MMT-M270-BDE, предназначенный для использования на предприятиях горнодобывающей промышленности. Он обладает наибольшей массой среди выпускаемых компанией двухосных локомотивов – 40 т. Локомотив имеет капотную компоновку. Каждая его колесная пара приводится в движение тяговым электродвигателем переменного тока мощностью 135 кВт. Двигатели получают питание от тяговых преобразователей с жидкостным охлаждением на транзисторах IGBT. Применяется поосное регулирование тягового усилия. Локомотив имеет гибридный тяговый привод: он оснащен токоприемником для питания от воздушной контактной сети и силовым блоком Powerpack, состоящим из дизель-генератора и аккумуляторной батареи. Блоки Powerpack могут быть достаточно просто и

быстро заменены, эта операция занимает приблизительно 1 ч.

Свою продукцию на выставке продемонстрировали и 33 российские компании, работающие в самых разных областях – от транспортного машиностроения до информационных технологий, в том числе такие известные компании, как «Трансмашхолдинг», «ЕВРА32», «МТЗ Трансмаш», «Радиоавионика», НПЦ «Промэлектроника», «Фирма ТВЕМА», «НИИЭФА-ЭНЕРГО» и др. Так, российская компания «ФАСТВЕЛ ГРУПП», производящая электронное оборудование для промышленности и транспорта, представила на выставке линейку высокотехнологичных микропроцессорных модулей управления для транспорта, рассчитанных на работу в экстремальных условиях эксплуатации.

Большой интерес у посетителей выставки вызывала экспозиция ОАО «РЖД», где,

в частности, демонстрировались достижения во внедрении цифровых технологий на железнодорожном транспорте и проекты, направленные на развитие евро-азиатских транспортных коридоров.

На открытой площадке выставки был продемонстрирован высокотехнологичный вагон-цистерна для расплавленной серы модели 15-9544 производства Новозыбковского машиностроительного завода, входящего в состав компании «РейлТрансХолдинг».

Улучшенная теплоизоляция позволяет сохранить грузы в горячем состоянии до 10 суток. Усовершенствованная система разогрева резко сокращает затраты электроэнергии. Повышенная до 25,0 т/ось осевая нагрузка позволяет перевозить в составе из 71 условного вагона на 390 т груза больше по сравнению с вагонами с осевой нагрузкой 23,5 т/ось.

## Компоненты подвижного состава

На выставке InnoTrans 2016 был представлен широкий ассортимент разнообразных компонентов для рельсового подвижного состава. В последние годы многие ведущие поставщики – Knorr Bremse, Wabtec, Schaltbau и др. – существенно расширили ассортимент своей продукции, приобретя более мелкие компании. Процесс слияний и поглощений на этом рынке продолжается. Компания MTU (Германия) представила готовый для коммерческого внедрения силовой блок гибридного тягового привода Hybrid PowerPack, созданный в результате выполнения пятилетней программы разработок, исследований и испытаний.

Центральным экспонатом на стенде электротехнического концерна ABB стал тяговый трансформатор Effilight, отличающийся малой массой и низким уровнем потерь. Запатентованная конструкция трансформатора Effilight позволяет существенно уменьшить его раз-

меры и массу по сравнению с аналогичными серийными образцами, что особенно важно при необходимости соблюдения габаритно-массовых ограничений на подвижном составе. ABB продемонстрировала также компактное устройство для подзарядки аккумуляторных батарей подвижного состава BORDLINE BC.

Компания Greenbrier показала двухосную тележку GB25RS с осевой нагрузкой 25 т для грузового вагона.

Компания Kawasaki Heavy Industries представила первую в мире тележку, рама которой изготовлена из углепластика. Этот материал обладает исключительной прочностью и в то же время небольшой массой. Двухосная тележка получила название efWING (экологичная облегченная инновационная нового поколения). Тележка не имеет пружинного подвешивания, его функцию выполняет рама.

## Средства управления, контроля, диагностики и обеспечения безопасности

Российская компания Fastwel Group представила панельный компьютер BS04 с двухъядерным процессором Intel Pineview-D (D510), ОЗУ 1 Гбайт и флэш-накопителем

объемом 4 Гбайт. Компьютер предназначен для использования в качестве интерфейса машиниста в системах видеонаблюдения на подвижном составе. Он удовлетворяет са-

мым жестким требованиям в отношении механических и электромагнитных воздействий и способен работать при температуре окружающей среды от -50 до +60 °С. Еще одним экспонатом компании стал многоцелевой бортовой планшетный компьютер ONYX08 с операционной системой Android или Linux, рассчитанный на диапазон температур от -30 до +60 °С.

Швейцарская компания PROSE внесла свой вклад в процесс автоматизированного документирования результатов проверки тормозной системы поезда. Устройство BrakePASS фиксирует давление в тормозной системе ведомого локомотивом поезда при опробовании тормозов и передает результат по беспроводной связи Bluetooth на мобильное устройство оператора, а также по каналу сотовой связи в центральную базу данных.

Российская компания «АВП Технология» изначально специализировалась на разработке систем автотоведения поездов, но со временем занялась созданием разнообразных

систем управления, контроля и диагностики подвижного состава. На выставке она продемонстрировала, в частности, высокоточную систему контроля расхода топлива для тепловозов и оригинальную систему пожаротушения, создающую в месте возгорания газовую среду, не допускающую повреждения электрического и электронного оборудования.

Немецкая компания ROSEN совместно с Институтом технологий неразрушающего контроля Fraunhofer IZFP разработала новую модульную систему автоматического ультразвукового контроля колес на предприятиях-изготовителях. Тестовый блок RAWIS на базе фазовой дифракционной решетки осуществляет диагностику обода и ступицы колеса, а посредством двух стандартных УТ-тестов водяными струями – поверхности колесного диска. Роботы-манипуляторы перемещают сенсоры по обеим сторонам колеса. В начале тестирования лазерный луч определяет кромку колеса и передает эту информацию в блок управления манипуляторами.

## Инфраструктура

На выставке InnoTrans 2016 традиционно демонстрировалось множество путевых машин, специализированных вагонов и машин на рельсовом и комбинированном ходу для строительства, диагностики, технического обслуживания и ремонта инфраструктуры. Новая шпалоподбивочная машина Unimat 09-32/4S Dynamic E3 была представлена компанией Plasser & Theurer (Австрия). Компания Linsinger Maschinenbau (Австрия) показала рельсофрезерный поезд MG11 узкой колеи, предназначенный для использования на путях метрополитена и трамвая.

Компания SRT Schorling Rail Tech (Германия) показала мощный автомобиль на комбинированном ходу для уборки путей. Автомобиль оборудован всасывающим вентилятором производительностью 24 тыс. м<sup>3</sup>/ч и емкостью для мусора объемом 10 м<sup>3</sup>, при движении по рельсам он развивает скорость до 30 км/ч, по шоссе – 80 км/ч. Масса автомобиля – 26 т.

В этом году на выставке впервые была выделена открытая площадка в летнем саду,

где демонстрировались автобусы с питанием от аккумуляторных батарей и станции для их подзарядки, в создании оборудования для которых принимают участие ведущие компании, занятые в железнодорожном секторе, в том числе ABB, Bombardier и Siemens. Такие автобусы уже работают на маршрутах некоторых немецких городов, в частности Гамбурга.

В целом выставка продемонстрировала стремление железных дорог найти эффективные решения для достижения высокой конкурентоспособности в условиях, когда в результате наступления цифровых технологий происходят зачастую революционные изменения во многих отраслях экономики. Возможно, именно это наряду с усилением конкуренции со стороны китайских компаний обусловило нарушение сложившегося за последние 15 лет равновесия на рынке и вызвало целую волну слияний и поглощений компаний железнодорожной промышленности. 

## Посещение предприятий Bombardier Transportation в Китае

С 24 по 28 октября 2016 год на предприятиях Bombardier Transportation в Китае состоялся выездной семинар, организованный для российской делегации НП «ОПЖТ». Цель – изучение особенностей производства подвижного состава, подходов к локализации и применения стандартов IRIS. В состав делегации вошли руководители крупнейших российских предприятий железнодорожной промышленности, испытательных центров, органов по сертификации, ОАО «РЖД», НП «ОПЖТ».

### Кратко о Bombardier Transportation

Bombardier Transportation является единственной компанией в мире, одновременно занимающейся производством самолетов и поездов: лучшие в своем классе реактивные самолеты для деловой и коммерческой авиации, скоростные поезда и интеллектуальные системы общественного транспорта повсеместно используются для оптимизации наземных и воздушных пассажирских перевозок. В подразделении железнодорожного машиностроения функционируют 64 производственных объекта и проектных бюро, расположенные в 26 странах, и 19 сервисных центров, обслуживающих клиентов на местах в разных точках земного шара для организации функционирования железных дорог: от полностью укомплектованных поездов до отдельных подсистем, услуг технического обслуживания, средств системной интеграции и сигнальных устройств. Коллектив компании, насчитывающий 36 тыс. сотрудников, осуществляет разра-



Группа российских делегатов и принимающая их сторона

ботку оригинальных решений для сферы железнодорожного транспорта:

- подвижной состав;
- тяговое оборудование и системы управления;
- тележки;
- обслуживание железнодорожных систем, в том числе по контракту полного жизненного цикла;
- транспортные системы;
- системы управления движением поездов;
- инновационные технологии ECO4.

### Развитие сети ВСМ в Китае

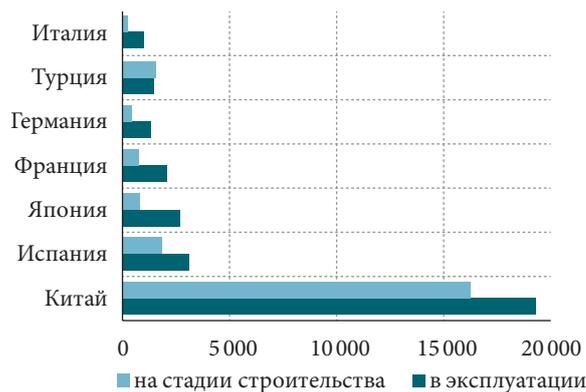
Развитие высокоскоростной железнодорожной сети – одно из приоритетных направлений деятельности правительства КНР. В 2008 году китайское руководство утвердило пакет стимулирующих мер, направленных на придание железным дорогам статуса центрального элемента в развитии инфраструктуры страны.

Сегодня протяженность скоростных железных дорог в Китае – около 20 тыс. км. В настоящий момент страна обладает самой развитой сетью ВСМ в мире<sup>1</sup>. По планам, к

концу 13-й пятилетки (2020 год) их протяженность должна увеличиться до 30 тыс. км, а к 2025 году – до 38 тыс. км. К этому времени общая протяженность всех железных дорог со 121 тыс. км возрастет до 175 тыс. км (включая ВСМ) и позволит связать между собой свыше 80% крупных городов страны.

Все ВСМ относятся к CRH (China Railway High-Speed), «дочке» госкорпорации China Railways (под управлением Министерства железных дорог КНР).

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



Развитие ВСМ в мире

В настоящее время развитие ВСМ в Китае является одним из наиболее масштабных инфраструктурных проектов в мире. Строительству придается особая важность и как средству ускорения экономического и технологического развития, и как политическому

проекту, демонстрирующему миру возросшую мощь и богатство Китая.

Также в КНР реализован первый в мире коммерческий проект железнодорожной линии на магнитном подвесе Shanghai Maglev (Шанхайский маглев). Эта линия соединяет станцию шанхайского метро «Лунъян Лу» с международным аэропортом Пудун. Поезд преодолевает расстояние 30 км приблизительно за 7,5 мин., развивая скорость до 431 км/ч, а скоростной рекорд, достигнутый этим составом, превышает 500 км/ч. Дорога строилась немецкой компанией Transrapid в 2001-2003 годах, начало эксплуатации – 1 января 2004 года.

В ходе семинара состоялось посещение заводов Bombardier Transportation в г. Циндао (BST) по производству высокоскоростных поездов ZEFIRO 380.

## Bombardier Transportation в г. Циндао (BST)

Совместное предприятие Bombardier Sifang (Qindao) Transportation (BST) было образовано в 1998 году. Основными функциями BST являются разработка и изготовление подвижного состава для междугородных пассажирских сообщений по заказам Министерства железных дорог КНР. Активная интеграция компании на локальном рынке обусловлена политикой Bombardier, направленной на долгосрочное и взаимовыгодное сотрудничество. Компания набрала уникальный опыт по передаче значимых технологий при выгоде для регионов без ущерба прав собственности на информацию и процессы, которые необходимы для долгосрочного и стабильного бизнеса. Предприятие осуществляет выпуск высокоскоростных поездов ZEFIRO 380, ZEFIRO300, скоростных поездов ZEFIRO 250. Мощность производственных линий составляет 640 ваг./год.

Данное предприятие также осуществило проект по изготовлению специальных вагонов для эксплуатации на Тибетской железной дороге. Особенность этих вагонов заключается в том, что они эксплуатируются на самой высокогорной дороге в мире, высочайшая точка магистрали – 5 072 м. Все вагоны фактически герметично изолированы от окружающей среды, внутри поддерживается давление, близкое к стандартному, также состав оборудован индивидуальными кислородными масками.

Поезда ZEFIRO 380 в основном создаются в Китае и для Китая с определенным участием центров компетенции компании в Европе. Большая часть работ по проекту выполняется в стране, с максимальным использованием ресурсов BST, а также при участии других китайских мощностей Bombardier Transportation. Сегодня уровень локализации производства поезда ZEFIRO 380 составляет 97%.

На предприятии реализована система Just in time («точно вовремя»); 80% комплектующих поставщики оборудования доставляют прямо на линию сборки поезда в специально обозначенные места. В краткосрочном плане предприятия – полностью отказаться от складских помещений и перейти на поставку всех комплектующих Just in time. Данный запрос ставит перед предприятием задачу по развитию поставщиков и контролю основных технических процессов, в производственной цепочке изготовления поезда ZEFIRO 380 задействовано 170 поставщиков. Аудиторская группа предприятия регулярно проводит аудиты поставщиков и их ранжирование, также осуществляется анализ качества работы поставленных компонентов. В соответствии с требованием Министерства железных дорог КНР BST подбирает двух-трех поставщиков ключевых компонентов.

В поездах по проекту ZEFIRO для Китая предусмотрено использование различных компонентов инновационной стратегии Bombardier в области энергосберегающих технологий (пакет ECO4). Компания внедряет эти технологии в рамках усилий по укреплению позиций железных дорог как наиболее рационального вида транспорта. В поездах ZEFIRO из пакета ECO4 наряду с оптимизацией аэродинамики используются энергоэффективные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также система содействия машинисту EBI Drive 50, способствующая ведению поезда в оптимальном режиме. Компания Bombardier продвигает ZEFIRO 380 как самый экономичный и дружелюбный к окружающей среде высокоскоростной поезд в мире, сочетающий большую пассажироместимость с высоким уровнем комфорта. Конструктивная платформа ZEFIRO весьма гибкая, и поезд может поставляться пассажироместимостью до 1 336 чел. в зависимости от планировки интерьеров по желанию оператора<sup>2</sup>.

На предприятии осуществляется пооперационный контроль основных технологических процессов, приемочный контроль готовой продукции и ее допуск на инфраструктуру инспектором-приемщиком специального подразделения Министерства железных дорог КНР, аналогичного Центру технического аудита ОАО «РЖД».

Особый интерес участников семинара вызвали используемые при производстве и эксплуатации информационные системы сопровождения жизненного цикла железнодорожного изделия (система онлайн-контролинга VEMS, системы Orbita 2.0, Maximo и пр.). Данные системы позволяют повысить эффективность работы сотрудников на 10%, оптимизировать складские запасы на 15%, улучшить качество и надежность подвижного состава, исключить попадание в производство контрафактной продукции, идентифицировать ее на этапе производства и эксплуатации, получать подтверждение показателей RAMS и LCC, разрабатывать мероприятия по повышению надежности.

Также в ходе семинара состоялась встреча с Хансоном Ку, заместителем генерального директора Bombardier Consulting IPO (Международное бюро по закупкам). Данная организация была создана в 2004 году с целью



Высокоскоростной поезд ZEFIRO 380

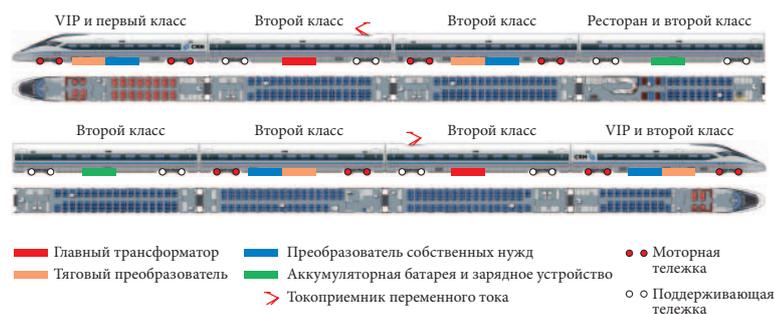


Схема 8-вагонного поезда ZEFIRO 380

осуществления поставок железнодорожных компонентов из Китая для нужд предприятий Bombardier по всему миру (штат – 46 человек). Bombardier Consulting IPO оценивает потенциальных поставщиков в соответствии со стандартами качества Bombardier Transportation, проводит оценочный аудит потенциального поставщика, участвует в контроле первого образца (FAI), осуществляет проведение надзорных аудитов, а также оказывает поддержку в экспорте продукции из КНР. Сегодня в базе данных этой организации находится более 200 проверенных поставщиков продукции железнодорожного назначения.

Учитывая опыт внедрения передовых технологий в транспортном машиностроении, выпуск современной высокотехнологичной продукции на предприятиях компании, опыт локализации производства подвижного состава необходимо обратить внимание отечественных предприятий транспортного машиностроения на возможность организации совместного производства инновационной продукции на территории Российской Федерации. Реализация совместных проектов позволит увеличить объем и повысить качество выпускаемой продукции, создать новые рабочие места, улучшить продвижение продукции на новые рынки. 

<sup>2</sup>Высокоскоростной электропоезд ZEFIRO 380 для Китая // Железные дороги мира. – 2012. – № 8.



### 3 ноября Юрию Завеновичу Саакяну, генеральному директору ИПЕМ, вице-президенту НП «ОПЖТ», исполнилось 60 лет!

#### *Уважаемый Юрий Завенович!*

От лица открытого акционерного общества «Российские железные дороги» и Некоммерческого партнерства «Объединение производителей железнодорожной техники» поздравляю Вас с 60-летним юбилеем.

Являясь талантливым и глубоким руководителем, создавшим более 11 лет назад нужный для страны институт – Институт проблем естественных монополий, Вы совместно со своей командой единомышленников внесли неоспоримый вклад в формирование Стратегии развития транспортного машиностроения и Транспортной стратегии России на период до 2030 года, всегда занимая конструктивную позицию. Целеустремленность, требовательность и уважение к коллегам, принципиальность и ответственность позволяют Вам успешно достигать поставленных целей.

Вот уже 9 лет Вы возглавляете ведущее отраслевое издание – научный журнал «Техника железных дорог». В этом году в пятый раз мировое железнодорожное

сообщество, собравшееся на международной выставке InnoTrans, держало в руках англоязычную версию журнала. И этот факт, позволяющий налаживать сотрудничество с представителями разных стран, ценен не только для нашей отрасли, но и для страны в целом.

Юбилей – это определенный рубеж, проходя который, человек и люди, его окружающие, оценивают достигнутое. За Вашими плечами – долгие годы самоотверженного и плодотворного служения Родине.

Желаю доброго здоровья, неиссякаемой жизненной энергии, новых профессиональных побед и человеческого счастья! Пусть рядом всегда будут надежные друзья и соратники, а искренняя любовь и понимание близких поддерживают Вас во всех начинаниях!

*С уважением,  
В.А.Гапанович,  
старший вице-президент ОАО «РЖД»,  
президент НП «ОПЖТ»*

#### *Уважаемый Юрий Завенович!*

Примите самые искренние и сердечные поздравления от коллектива исполнительной дирекции Некоммерческого партнерства «Объединение производителей железнодорожной техники» по случаю Вашего юбилея! Ваш профессионализм, целеустремленность и внимательное отношение к любым возникающим проблемам снискали уважение среди коллег. На протяжении 9-летней истории НП «ОПЖТ» мы вместе с Вами прошли этапы становления, выдержали кризисы, создали коллектив единомышленников и продолжаем развивать Партнерство. И поверьте, уважаемый Юрий Завенович, когда будет слагаться его история, как минимум страница будет посвя-

щена Вашему точному прогнозированию перспектив развития железнодорожного машиностроения в стране.

От всей души желаем Вам благополучия, крепкого здоровья, неиссякаемой жизненной энергии и оптимизма. Пусть рядом с Вами всегда будут надежные друзья, а любовь и поддержка родных и близких придают Вам силы для новых свершений и успехов во всех направлениях деятельности! Пусть дело, которому Вы отдаете свои опыт и знания, приносит Вам радость и новые профессиональные свершения!

*Н.Н. Лысенко,  
исполнительный директор  
НП «ОПЖТ»*

**Мониторинг ситуации в промышленности: III квартала 2016 года**

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

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

**Аннотация:** В статье приведен обзор текущей ситуации в промышленности по итогам III квартала 2016 года на основании индексов, разработанных ИПЕМ. Даны основные результаты расчета индексов со снятием сезонного фактора, а также в разрезе отраслевых групп. Представлен подробный анализ системообразующих отраслей промышленности России, в том числе топливно-энергетического комплекса. Выявлены основные факторы, оказывающие позитивное и негативное влияние на развитие промышленности во второй половине 2016 года. Также приводятся основные макроэкономические индикаторы состояния российской промышленности.

**Ключевые слова:** промышленность, низкотехнологичные отрасли, среднетехнологичные отрасли, высокотехнологичные отрасли, добывающая отрасль, инвестиции в основной капитал, топливно-энергетический комплекс, погрузка промышленных товаров, остатки грузов на складах.

**Положение городского электрического транспорта в России**

Закиров Саид Сагитович, и.о. исполнительного директора МАП ГЭТ

Матросов Владимир Александрович, генеральный директор ОАО «Рыбинскэлектротранс»

Матвеева Елизавета Владимировна, исполнительный редактор журнала «Техника железных дорог»

**Контактная информация:** 107014, Россия, г. Москва, ул. Матросская тишина, д. 15/17, тел.: +7 (495) 276-29-90, e-mail: mapget@mail.ru (Закиров)

152930, Россия, Ярославская область, г. Рыбинск, ул. Ворошилова, д. 25, тел.: +7 (4855) 55-04-70, e-mail: 76troll@mail.ru (Матросов)

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

**Аннотация:** В статье дан глубокий анализ состояния ГЭТ в России (инфраструктура, подвижной состав, экономика), рассматриваются причины бедственного положения городского электрического транспорта в городах.

**Ключевые слова:** городской электрический транспорт, ГЭТ, трамвай, трамвайный путь, троллейбус, Минтранс, ресурс, контактная сеть, эксплуатация, электроэнергия, подвижной состав, ликвидация движения, банкротство.

**Построение комплексных систем общественного транспорта в городах и агломерациях России и в ряде стран мира**

Самойлов Евгений Александрович, заместитель директора по маркетингу «УКВЗ им. С.М. Кирова» – филиала ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

Чудиновских Дмитрий Валентинович, директор ООО «Интро-Н» Аналитическая группа»

**Monitoring of the situation in the industry: The III quarter of 2016**

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

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

**Annotation:** The article provides an overview of the current situation in the Russian industry in the III quarter of 2016 on the basis of indices developed by IPEM. It includes main results of indices calculation taking into account seasonal factor and industry groups' breakdown. The article analyzes in depth Russian backbone industries, including fuel and energy complex. It reveals main factors that have positive and negative impact on industrial development in the second half of 2016. It also provides the main macroeconomic indicators of the Russian industry.

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

**The situation of electric city transport in Russia**

Said Zakirov, Vice-president Executive Director of the international Association of the enterprises of city electric transport All-Russian Branch Association of Employers «Urban electric transport» Vladimir Matrosov, General director of ОАО «Rybinskelektrotrans»

Elizaveta Matveeva, Executive Editor of the «Railway equipment» magazine

**Contact information:** 15/17, Matrosskaya tishina str., Moscow, Russian, 107014, tel.: +7(495) 276-20-90, mob. tel.: +7 (927) 954-87-77, e-mail: mapget@mail.ru

Vorowilova str., 25, Yaroslavskaia oblast, Rybinsk, Russia, 152930, tel.: +7 (4855) 55-04-70, e-mail: 76troll@mail.ru (Matrosov)

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

**Annotation:** The article provides a deep analysis of the electric city transport (ECT) in Russia (infrastructure, rolling stock, economy), describes the causes of the plight of electric city transport in cities.

**Keywords:** electric city transport (ECT), tram, tramway, trolleybus, Ministry of Transport, resource, contact network, operation, power, rolling stock, the elimination of movement, bankruptcy.

**Building integrated public transport systems in cities and agglomerations of Russia and other countries of the world**

Evgeny Samoilov, deputy director of marketing Ust-Katav Wagon Plant Named after S.M.Kirov (UKVZ) – Branch «Khrunichev state research and production space center»

Dmitry Chudinovskikh, director of the Analytical group «Intro-N»

**Контактная информация:** 454001, Россия, г. Челябинск, ул. 40 лет Победы, 31б, а/я 13488, тел.: +7 (351) 677-12-88, + 7 (912) 794-0123, e-mail: samoilov\_evgeny@mail.ru (Самойлов), тел.: + 7 (912) 898-68-87, chu2@mail.ru (Чудиновских)

**Аннотация:** Перепланировка транспортных потоков города – сложный и дорогостоящий процесс, поэтому от выбранной стратегии зависит результат, а также образ будущего города. Российские города фактически не используют опыт, накопленный как внутри нашей страны, так и во многих городах мира за последние полвека. Результатом этого становится повторение типичных ошибок, уже имевших место в мировой практике. России необходим Центр компетенций по развитию систем городского общественного транспорта, который выработал бы типовые решения для городов и масштабировал их. В статье предлагается последовательность мероприятий по формированию сегмента экономики. Реализация данных шагов позволит решить проблемы передвижения людей в городах.

**Ключевые слова:** легкорельсовый транспорт, комплексное построение транспортных систем, инжиниринг, эксплуатация, частный оператор, новый сегмент экономики, трамвай.

#### Развитие единой транспортной системы в мире. Успешный опыт Сингапура

Хардер Ян Кристоф, генеральный директор ГК «Молилари Рэйл»

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

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены основные предпосылки для развития единой транспортной системы в крупных городах мира. Приведены существующие программы разработки различных концепций разработки единой транспортной системы. Рассмотрен успешный опыт Сингапура в разрезе развития транспортной системы до 2030 года.

**Ключевые слова:** единая транспортная система, CVIS, Сингапур, большие данные, беспилотный подвижной состав, аккумуляторные элементы, электробус.

#### Московское центральное кольцо: инновационные решения

Розенберг Ефим Наумович, д.т.н., профессор, первый зам. генерального директора ОАО «НИИАС»

**Контактная информация:** 109029, Россия, г. Москва, Нижегородская ул., 27 стр. 1, тел.: +7 (499) 262-88-83 (доб. 13135, 13182), e-mail: info@vniias.ru

**Аннотация:** В статье рассказывается о новейших технологиях управления движением поездов на Московском центральном кольце. Автоматизированные системы обеспечивают бесветофорное движение с подвижными блок-участками. Большое внимание уделено вопросам обеспечения безопасности движения поездов, в том числе и кибербезопасности. Система управления движением на МЦК является элементом интеллектуальной системы управления на железнодорожном транспорте и цифровой железной дороги.

**Ключевые слова:** ИСУЖТ, бесветофорная сигнализация, безопасность движения поездов, локомотивные устройства безопасности, кибербезопасность.

**Contact information:** PO box 13488, 40-letiya Pobedy st. 31b, Chelyabinsk, Russia, 454001, tel.: +7 (351) 677-12-88, + 7 (912) 794-01-23, e-mail: samoilov\_evgeny@mail.ru (Samoilov), tel.: + 7 (912) 898-68-87, e-mail: chu2@mail.ru (Chudinovskikh)

**Annotation:** The redevelopment of the city traffic flow is a complex and expensive process. That is why a chosen strategy will affect both the results and the future image of the city. The experience acquired for the last 50 years in Russia and other countries is rarely used in planning Russian cities. This fact causes the repetition of typical mistakes that had place in the world practice. Russia needs an City Traffic System Development Center to develop and adjust standard solutions for different cities. The article offers a sequence of actions that will help to solve the city traffic problems.

**Keywords:** LRT, Building integrated city transport, engineering, tram, new segment of the economy, city development, agglomeration development, economy city transport, traffic flow.

#### Seamless transportation system development in the world. Singapore success

Jan Harder, CEO at Molinari Rail Systems GmbH

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

**Annotation:** This article outlines the major background facilitating a comprehensive transportation system in cities worldwide. It also gives a summary of the actual development programs for a comprehensive transportation systems. The successful experience of Singapore has been reviewed in light of its transportation system development till 2030 year.

**Keywords:** seamless transport system, Cooperative Vehicle-Infrastructure systems, Singapore, big data, driverless rolling stock, accumulator cells, electric bus.

#### Moscow Central Circle: innovative solutions

Efim Rozenberg, Doctor of Engineering, Professor, First Deputy General Director, JSC “NIIAS”

**Contact information:** 27, bld. 1 Nizhegorodskaya St., Moscow, Russia, 109029, tel.: +7 (499) 262-88-83 (ext. 13135, 13182), e-mail: info@vniias.ru

**Annotation:** The article tells about at the latest technologies for train traffic control of the Moscow Central Circle. Automated systems ensure signal-free operation with moving block sections. The focus is on the matters of traffic safety, as well as cybersecurity. The MCC train traffic control is one of the elements of the intelligent railway transportation management system as part of the digital railway concept.

**Keywords:** ISUZhT, signal-free traffic control, train traffic safety, onboard train protection devices, cybersecurity.

**Применение тягового линейного электропривода (ТЛЭП) в транспортных системах различного назначения**

Галенко Андрей Александрович, и.о. генерального директора ОАО ИНЦ «ТЭМП», член-корреспондент АЭН РФ

**Контактная информация:** 119285, Россия, г. Москва, ул. Пырева, д. 7А, тел.: +7 (910) 427-08-21, e-mail: aagalenko@yandex.ru

**Аннотация:** Статья посвящена проблемам применения тягового линейного электропривода в различных типах транспортных средств. Рассмотрены результаты экспериментальных работ, проведенных в ОАО ИНЦ «ТЭМП». Предложены возможные варианты применения ТЛЭП в транспортных системах.

**Ключевые слова:** тяговый линейный электропривод, магнитный подвес, транспортные системы, линейный асинхронный двигатель, сверхпроводящие магниты.

**The application of traction linear electric actuator (TLEA) in the multipurpose transport systems**

Andrey Galenko, Acting Director General JSC ESC "TEMP", Corresponding Member of the Russian AES

Contact information: 7A, Pyreva st., Moscow, Russia, 119285, tel.: +7 (910) 427-08-21, e-mail: aagalenko@yandex.ru

**Annotation:** The article deals with the problems of application of the traction linear electric actuator in various types of vehicles. It provides a review the results of experimental work carried out in the ISC JSC "TEMP" Moscow. It also proposes the possible applications of TLEA in transport systems.

**Keywords:** traction linear electric actuator, magnetic suspension, transport systems, linear induction motor, superconducting magnets.

**Модернизация трамвая ЛМ-68М и создание новой модели 71-301**

Гультяев Александр Сергеевич, главный конструктор ОАО «ОЭВРЗ»

**Контактная информация:** 192148, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Седова, 45, тел.: +7 (812) 449-63-22, e-mail: info@oevrz.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрена глубокая модернизация трамваев модели ЛМ-68М и создание нового трамвая 71-301. Приведены сравнительные фотографии вагонов ЛМ-68М до и после модернизации. Описаны особенности конструкции трамваев ЛМ-68М3 и 71-301.

**Ключевые слова:** Октябрьский электровагоноремонтный завод, ОЭВРЗ, ЛМ-68М, ЛМ-68М3, 71-301, модернизация трамваев, строительство трамваев, Чергос.

**Modernization of the tram LM-68M and the creation of a new model 71-301**

Alexander Gulytaev, chief designer ОАО "OEVRZ"

**Contact information:** 45, ulitsa Sedova, Saint Petersburg, Russia, 192148, 45, tel.: +7 (812) 449-63-22, e-mail: info@oevrz.ru

**Annotation:** The article outlines the process of deep modernization of the tram LM-68M model and the creation of a new tram 71-301. It gives comparative photos of cars LM-68M before and after modernization. It also describes the features of design trams LM-68M3 and 71-301.

**Keywords:** Oktyabrsky Electric Railway Car Repair Plant, OEVRZ, LM-68M, LM-68M3, 71-301, modernization of trams, building of trams, Chergos.

**71-633 – новая модель низкопольного трамвайного вагона**

Слепов Олег Владимирович, главный конструктор «УКВЗ им. С.М. Кирова»

Дружкова Наталья Леонидовна, ведущий специалист по трамваестроению «УКВЗ им. С.М. Кирова»

**Контактная информация:** 354040, Россия, г. Усть-Катав, ул. Заводская, 1, тел.: +7 (35167) 7-12-17, 7-11-85, e-mail: skb@ukvz.org

**Аннотация:** В статье представлена новая модель шестиосного, трехсекционного, низкопольного трамвайного вагона «УКВЗ им. С.М. Кирова» 71-633. Дано описание конструктивных особенностей новой модели. Рассмотрены технические решения для обеспечения максимальной безопасности, комфортности, доступности и ремонтпригодности трамвая. Представлены основные технические характеристики вагона. Обозначены основные направления развития трамвайного производства.

**Ключевые слова:** транспортные системы, трамвай, УКВЗ им. С.М. Кирова, низкопольный, трехсекционный, 71-633, Самара.

**71-633 – new model of the low-floor tramway car**

Oleg Slepov, chief designer of "UKVZ of S. M. Kirov" Natalia Druzhkova, the leading expert on a tram production of "UKVZ of S. M. Kirov"

**Contact information:** 1, Zavodskaya str., Ust-Katav, Russia, 354040, tel.: +7 (35167) 7-12-17, 7-11-85, e-mail: skb@ukvz.org

**Annotation:** In article the new model of the six-axis, three-section, low-floor tramway car "UKVZ of S. M. Kirov" 71-633 is provided. The article gives the description of design features of new model. Technical solutions for ensuring the maximum safety, comfort, availability and maintainability of the tram are considered. The main technical characteristics of the car are provided. The main directions of development of tram production are designated.

**Keywords:** transport systems, tram, UKVZ of S. M. Kirov, low-floor, three-section, 71-633, Samara.

**Моделирование потери устойчивости свободно стоящих стреловых самоходных кранов**

Ватулин Ян Семенович, к.т.н., доцент, зав. каф. «Автоматизированное проектирование», ПГУПС

Потахов Денис Александрович, студент, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС  
Потахов Егор Александрович, студент, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС

**Контактная информация:** 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9, тел.: +7 (812) 572-67-11, e-mail: yan-roos@yandex.ru (Ватулин), +7 (960) 220-16-69, Schan-di@mail.ru (Потахов Д.)

**Аннотация:** В статье приведены результаты численного эксперимента, выполненного в среде специализированного функционала Simulation и Motion программного комплекса SolidWorks, по исследованию процесса обрыва грузового каната, и по исследованию явления балансирования опорного устройства стреловых самоходных кранов (ССК) в процессе вращения поворотной платформы крана на заданный угол. Установлена качественная картина влияния ударного взаимодействия аутригера с опорной плитой при вращении платформы на режим нагружения крановой рамы. Результаты моделирования позволяют определить безопасные участки ядра опирания гарантированной устойчивости ССК.

**Ключевые слова:** стреловые самоходные краны, программный комплекс SolidWorks, «фиктивный» шарнир, просадка грунта, балансирования ССК, сила противодействия между опорой и грунтом, ударные нагрузки, угол наклона платформы, внедрение аутригеров в грунт, обрыв грузового каната, инерционные нагрузки, опрокидывание крана.

**Повышение эффективности тяги локомотивов на примере электровоза 2ЭС5**

Голов Юрий Владимирович, д.т.н., региональный инспектор ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»

**Контактная информация:** 105066, Россия, г. Москва, Олховский пер., 205, тел.: +7 (960) 905-05-26, e-mail: mail@pkbct.ru

**Аннотация:** Современные локомотивы, поступающие на сеть железных дорог ОАО «РЖД», отличаются высоким уровнем компьютеризации и автоматизации. Однако программное обеспечение, установленное на локомотивах, искусственно ограничивает возможности новой техники и не учитывает условия эксплуатации, не позволяя, таким образом, реализовывать подвижным составом заявляемые параметры. ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» совместно с производителем осуществили «тонкую настройку» нового электровоза 2ЭС5, что позволило раскрыть его конструктивные характеристики, кроме того, подобный опыт может послужить отправной точкой для разработки нового программного обеспечения для вновь построенных локомотивов.

**Ключевые слова:** электровоз, локомотив, асинхронный тяговый привод, поосное регулирование, сила тяги, импульсная подача песка, коэффициент использования сцепного веса.

**Modeling buckling of freestanding self-propelled jib cranes**

Ian Vatulin, Ph.D., Associate Professor, Head of the Computer-aided design Department, PSTU

Denis Potakhov, student of the Hoisting, travel and construction machinery Department, PSTU

Egor Potakhov, student of the Hoisting, travel and construction machinery Department, PSTU

**Contact information:** 9, Moskovsky prospect, Saint-Petersburg, Russia, 190031, тел.: +7 (812) 572-67-11, e-mail: yan-roos@yandex.ru (Vatulin), +7 (960) 220-16-69, Schan-di@mail.ru (Potakhov D.)

**Annotation:** The article provides the results of numerical experiment for study cargo rope breaking process, and the phenomenon of balancing support device of self-propelled jib cranes (SJC) during the rotation of the crane platform at a predetermined angle, executed in the SolidWorks environment using specialized functional Simulation and Motion analysis. The qualitative picture of the influence of shock interaction with outrigger base plate while rotating platform on the crane frame loading mode is determined. The simulation results allow to define safe areas of the core bearing the guaranteed stability of SJC.

**Keywords:** self-propelled jib cranes, software package SolidWorks, “fictitious” joint, subsidence, balancing SJC, reaction force between the support and the ground, shock loads, Platform angle, the installation of the outriggers to the ground, breakage of the cargo rope, inertia loads, tipping crane.

**Improving the efficiency of traction of locomotives on the example of the 2ES5 electric locomotive**

Yuri Golov, doctor of technical sciences., regional inspector PKB CT JSC “RZD”

**Contact information:** 205, Olkhovsky lane, Moscow, Russia, 105066, тел.: +7 (960) 905-05-26, e-mail: mail@pkbct.ru

**Annotation:** Modern locomotives supplied to the railway network of JSC “RZD”, have a high level of computerization and automatization. However, the software installed on the locomotives, artificially limits the possibilities of the new technology and does not take into account the operating conditions thus not allowing to implement the rolling stock of the claimed parameters. PKB CT JSC “RZD” together with the manufacturer implemented the “fine-tuning” of the new 2ES5 electric locomotive, which allowed to reveal its design characteristics, in addition, that experience can serve as a starting point for the development of new software for newly constructed locomotives.

**Keywords:** electric, locomotive, asynchronous traction drive, axle-by-axle the traction force control, pulsing sand, the utilization of coupling weight.

# ТЕХНИКА®

## ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

ОБЪЕКТИВНОЕ ОТРАЖЕНИЕ  
СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ  
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ

В КАЖДОМ НОМЕРЕ:

Новые  
конструкторские  
решения в России  
и за рубежом

Анализ проблем  
и перспектив  
развития отрасли

Статистическая  
информация  
по производству  
железнодорожной  
техники

Интервью  
с первыми лицами  
отрасли

Страницы истории  
железнодорожного  
дела



**ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ!**

Через все подписные  
каталоги России:  
индекс **41560**

Через научную элек-  
тронную библиотеку  
**eLibrary.ru**

Через редакцию  
напрямую

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

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



ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ

аналитика | статистика | исследования | прогнозы | обзоры



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