

ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

№ 1 (15)
март 2015

I N N O T R A N S



Транспортная стратегия РФ: цели и приоритеты

А. С. Мишарин, президент РАО,
гендиректор ОАО «Скоростные магистрали»

С. 3



Трансиб —
мост между Европой
и Азией

Концепция
интеллектуальной системы
тягового электроснабжения

Исследование риска
травмирования
пешеходов



Общероссийская общественная организация РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА



Основана 26 июня 1991 года, насчитывает 966 действительных членов, среди которых доктора и кандидаты технических наук, доктора транспорта.

Располагает 12 региональными отделениями и имеет большой опыт работы в области транспортного планирования и развития транспортных систем регионального и муниципального уровня.

Проведение научно-исследовательских и научно-технических работ является приоритетной задачей Российской академии транспорта.

Реализованные государственные контракты на выполнение научно-исследовательских работ за последнее время по темам:

- «Разработка методологических подходов и рекомендаций по разработке региональных транспортных стратегий, увязанных с приоритетами, целями и задачами Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2013 года»
- «Научное обоснование комплексного развития международных транспортных коридоров, проходящих по территории Российской Федерации на среднесрочную и долгосрочную перспективу»

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Центральное отделение:
107078, г. Москва, ул. Маши Порываевой, д. 34.
Тел.: +7 (495) 789-98-72, факс: +7 (495) 789-98-71.
Сайт: www.ratrf.ru

Уральское межрегиональное отделение:
620034 г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, УрГУПС.
Тел.: 8-922-205-95-92, факс: (343) 221-24-67.
E-mail: Anna@usurt.ru

С НАМИ СОТРУДНИЧАЮТ:



Минтранс РФ

РЖД



Министерство транспорта
и дорожного хозяйства
Волгоградской области



АЭРОФЛОТ

СКОРОСТНЫЕ
МАГИСТРАЛИ

Инновационный транспорт

Научно-публицистическое издание

№ 1 (15), 2015 г.

Издается с ноября 2011 г.

Учредители: Российская академия транспорта (РАТ), Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС)

Главный редактор Александр Геннадьевич Галкин, д-р техн. наук, профессор, ректор УрГУПС, председатель Уральского отделения РАТ

Научный редактор Дмитрий Германович Неволин, д-р техн. наук, профессор, действительный член РАТ

Редактирование и корректура — Елена Владимировна Чагина

Верстка и дизайн — Андрей Викторович Трубин

Фото на обложке: Leonrid

Адрес редакции: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, каб. Б2-79. Тел. (343) 221-24-42, 221-24-90.

Веб-сайт: www.usurt.ru, e-mail: innotrans@mail.ru

Свидетельство о регистрации средства массовой информации Роскомнадзора ПИ № ФС 77-46984 от 14 октября 2011 г.

Подписной индекс издания в общероссийском каталоге «Роспечать» — 85022.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета в типографии АМБ. 620026, г. Екатеринбург, ул. Розы Люксембург, 59.

Тел.: (343) 251-65-91, 251-65-95.

Подписано в печать 20.03.2015. Печать офсетная.

Тираж 1000 экз. Заказ № 0484.

© ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения», 2015

© Общероссийская общественная организация «Российская академия транспорта», 2015

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Александр Геннадьевич Галкин, доктор технических наук, профессор, главный редактор журнала «Инновационный транспорт», действительный член РАТ, ректор Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург (Россия).

Рольф Эпштайн, доктор технических наук, Siemens (Германия).

Денис Викторович Ломотко, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе Украинской государственной академии железнодорожного транспорта, Харьков (Украина).

Арсен Закирович Акашев, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Промышленный транспорт» Карагандинского государственного технического университета, Караганда (Казахстан).

Маргарита Булатовна Имандосова, доктор технических наук, профессор, проректор по учебной и научной работе Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, Алма-Ата (Казахстан).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Дмитрий Германович Неволин, доктор технических наук, профессор, действительный член РАТ, научный редактор журнала «Инновационный транспорт», заведующий кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург (Россия).

Сергей Валентинович Бушуев, кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе и международным связям Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург (Россия).

Петр Алексеевич Козлов, доктор технических наук, профессор, действительный член РАТ, директор научно-производственного холдинга «Стратег», Москва (Россия).

Валерий Михайлович Самуилов, доктор технических наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург (Россия).

Валерий Васильевич Харин, кандидат технических наук, действительный член РАТ, заместитель директора по научной работе и инновационному развитию Курганского института железнодорожного транспорта (КИЖТ УрГУПС), Курган (Россия).

Дмитрий Николаевич Парышев, действительный член РАТ, генеральный директор ЗАО «Курганстальмост», Курган (Россия)

Innotrans

Scientific-and-nonfiction edition

№ 1 (15), 2015

Published since November 2011

Founders: Russian Academy of transport (РАТ), Ural state University of railway transport (USURT)

Editor-in-chief Alexander G. Galkin, DSc in Engineering, Professor, Rector of USURT, Chairman of RAT Ural Department

Scientific editor Dmitry G. Nevolin, DSc in Engineering, Professor, full member of RAT

Editing and proofreading — Elena V. Chagina

Layout and design — Andrey V. Trubin

Address of the editorial office: Office B2-79, 66 Kolmogorova Str., Ekaterinburg, 620034. Telephone: (343) 221-24-42, 221-24-90.

Web-site: www.usurt.ru. E-mail: innotrans@mail.ru

Mass media registration certificate of Roskomnadzor PI No. FS 77-46984 dated October 14, 2011.

Subscription reference number of the issue in the All Russia Catalogue "Rospechat" — 85022.

Released for printing on 20.03.2015. Offset printing.

Circulation 1000 copies. Order No. 0484.

© FGBOU VPO Ural State University of Railway Transport, 2015

© All-Russian Public Organisation "Russian Academy of Transport", 2015

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Alexander G. Galkin, DSc in Engineering, Professor, Editor-in-Chief of Innotrans magazine, full member of RAT, Rector of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg (Russia).

Rolf Epstein, DSc in Engineering, Siemens (Germany).

Denis V. Lomotko, DSc in Engineering, Professor, Vice Rector of Research, the Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkov (Ukraine).

Arsen Z. Akashev, PhD in Engineering, Associate Professor, Head of Industrial Transport Chair, Karaganda State Technical University, Karaganda (Kazakhstan).

Margarita B. Imandosova, DSc in Engineering, Professor, Vice Rector for Educational and Scientific Work, Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshepaev, Alma-Ata (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD

Dmitry G. Nevolin, DSc in Engineering, Professor, full member of RAT, Scientific Editor of Innotrans journal, Head of Car Design and Operation Chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg (Russia).

Sergey V. Bushuev, PhD in Engineering, Associate Professor, Vice Rector of Research and International Affairs, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg (Russia).

Pyotr A. Kozlov, DSc in Engineering, Professor, full member of RAT, Director of Scientific Production Holding Strateg, Moscow (Russia).

Valery M. Samuilov, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor, Logistics and World Economy Chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg, (Russia).

Valery V. Kharin, PhD in Engineering, full member of RAT, Deputy Director for Scientific Work and Innovative Development, Kurgan Institute of Railway Transport (KIRT of USURT), Kurgan (Russia).

Dmitriy N. Paryshev, full member of RAT, General Director of Kurganstalmost CJSC, Kurgan (Russia)

СОДЕРЖАНИЕ

Организация производства (транспорт)

<i>Мишарин А. С.</i> Транспортная стратегия РФ: цели и приоритеты	3
<i>Самуйлов В. М., Галкин А. Г., Парышев Д. Н., Харин В. В., Кравченко И. В.</i> Концепция кластерно-модульного развития транспортно-логистических и промышленных систем Курганской области	8
<i>Покровская О. Д.</i> Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России	13
<i>Жайворонская О. Ю., Неволин Д. Г.</i> Особенности организации работ по мониторингу технологической связи на железнодорожном транспорте	24
<i>Нигаматова О. И., Овчинников И. Г.</i> Мониторинг транспортных сооружений	30

Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте

<i>Цариков А. А.</i> Проблема старения подвижного состава трамвайных систем России	35
<i>Самуйлов В. М., Галкин А. Г., Бушуев С. В., Неволина А. Д.</i> Транссибирская железнодорожная магистраль (Транссиб) — мост между Европой и Азией	45

Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

<i>Левин А. Б., Смольянинов А. В., Павлюков А. Э.</i> Разработка технического облика трехосной тележки грузовых вагонов	49
<i>Крюков А. В., Закарыкин В. П.</i> Концепция интеллектуальной системы тягового электроснабжения	59
<i>Митрофанов С. А., Галкин А. Г.</i> Применение теории рисков для совершенствования показателей качества содержания контактной сети	66
<i>Кравченко О. А.</i> Стабильность планового положения железнодорожного пути, сдвигка в плане	71
<i>Егоров В. Б.</i> Передача «новых» сообщений по «старому» тракту, или передача пакетов по трактам с ИКМ	76

Управление процессами перевозок

<i>Колокольников В. С., Ковалев И. А.</i> Сравнение современных методов расчета железнодорожных станций	80
--	----

Эксплуатация автомобильного транспорта

<i>Гайфуллин В. М., Ларин О. Н.</i> Исследование риска травмирования пешеходов	83
---	----

CONTENTS

The organization of production (transport)

<i>Aleksandr S. Misharin</i> Transport Strategy of the Russian Federation: goals and priorities ..	3
<i>Valeriy M. Samuylov, Alexandr G. Galkin, Dmitriy N. Paryshev, Valeriy V. Kharin, Irina V. Kravchenko</i> The concept of cluster-module development of transport, logistics and industrial systems of Kurgan region	8
<i>Oksana D. Pokrovskaya</i> The state of transport and logistics infrastructure in Russian coal transportation industry	13
<i>Olga Y. Zhayvoronskaya, Dmitriy G. Nevolin</i> Specifics of the organization of railway communication systems	24
<i>Olga I. Nigmatova, Igor G. Ovchinnikov</i> Monitoring of transport facilities	30

Transport and transport-technology system of the country, its regions and cities, manufacture organization on transport

<i>Aleksey A. Tsarikov</i> The issue of aging rolling stock of tram systems in Russia	35
<i>Valeriy M. Samuylov, Alexandr G. Galkin, Sergey V. Bushuev, Anastasiya D. Nevolina</i> The Trans-Siberian railway (Transsib) — a bridge between Europe and Asia	45

Rolling stock, hauling operation and electrification

<i>Aleksandr B. Levin, Aleksandr V. Smolyaninov, Aleksandr E. Pavlyukov</i> Development of technical configuration of three-axle freight car bogie	49
<i>Andrey V. Kryukov, Vasilij P. Zakaryukin</i> A concept of smart traction power supply system	59
<i>Semyon A. Mitrofanov, Aleksandr G. Galkin</i> Application of the risk theory to improve the quality indicators of the overhead line maintenance	66
<i>Olga A. Kravchenko</i> Stability of horizontal position of railway track, shift in horizontal plan	71
<i>Valeriy B. Egorov</i> Transfer of “new” messages using “old” path, or transmission of packets over PCM paths	76

Management of transportation processes

<i>Vitaliy S. Kolokolnikov, Igor A. Kovalyov</i> Comparison of modern railway station design methods	80
---	----

Operation of motor transport

<i>Vladislav M. Gayfullin, Oleg N. Larin</i> Pedestrian injury risk study	83
--	----



Александр Сергеевич
Мишарин

Aleksandr S. Misharin

Транспортная стратегия Российской Федерации: цели и приоритеты

Transport Strategy of the Russian Federation: goals and priorities

Аннотация

Транспортная отрасль является основополагающей для создания стабильных связей между российскими регионами, ее становление служит гарантом экономической безопасности страны. В статье освещены цели и приоритеты транспортной стратегии Российской Федерации, основные направления транспортной политики России.

Ключевые слова: транспортная стратегия, высокоскоростная магистраль Москва — Казань, транспортное образование России.

Summary

The transport sector is fundamental to the creation of stable relations between the Russian regions, its formation serves as a guarantor of economic security. The article highlights the objectives and priorities of the transport strategy in the Russian Federation, the main directions of the transport policy in Russia.

Keywords: transport strategy, high-speed highway Moscow — Kazan, Russian transport education.

Авторы Authors

Александр Сергеевич Мишарин, д-р техн. наук, канд. экон. наук, первый вице-президент ОАО «РЖД», генеральный директор ОАО «Скоростные магистрали», президент Российской академии транспорта

Aleksandr Sergeevich Misharin, DSc in Engineering, PhD in Economics, General Director of Skorostnyie Magistrali JSC, president of the Russian Academy of Transport

Транспортная стратегия России

Транспортная отрасль является основополагающей для создания стабильных связей между регионами Российской Федерации, ее становление служит гарантом экономической безопасности страны.

Транспортная политика государства направлена на создание единой устойчивой транспортной системы, обеспечивающей надежные предсказуемые транспортные связи между территориями страны и всего мира в соответствии со стандартами доступности, качества и безопасности перевозок, а также экологичности транспорта. Политика в транспортной сфере определяет роль и ответственность государства в реализации этих приоритетов через достижение целей и индикаторов транспортной стратегии.

Основные направления транспортной политики в области создания инфраструктуры единого транспортного пространства заключаются в развитии доступных и безопасных транспортных связей, обеспечении устойчивости транспортной системы за счет создания обоснованных резервов и поддержания нормативных характеристик транспортной сети, развитии транспортной инфраструктуры для комплексного освоения территорий.

Создание стабильной транспортной инфраструктуры с гарантированными нормативными потребительскими характеристиками позволит развивать все виды бизнеса, стимулирует развитие агломераций и освоение новых территорий страны.

Будут созданы инфраструктурные условия для устойчивого повышения мобильности населения. Это предусматривает создание систем скоростного и высокоскоростного движения в стране, развитие сети автомобильных дорог, государственную поддержку развития региональных авиаперевозок, приоритетное развитие транспорта общего пользования в городских агломерациях (преимущественно рельсового).

Одним из новых приоритетных направлений государственной транспортной политики в области инфраструктуры является комплексное развитие транспортных систем городских агломераций в тесной связи с интересами, целями и возможностями развития федеральных, региональных и муниципальных транспортных систем.

Основными направлениями транспортной политики в области повышения конкурентоспособности, доступности и качества грузоперевозок являются создание конкурентного рынка доступных и качественных транспортных услуг, государственная поддержка перевозки грузов и пассажиров в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, Сибири, Дальнего Востока и удаленных регионах России, а также повышение

мобильности на юге России, развитие высокоэффективных транспортно-логистических технологий, технологий на основе ГЛОНАСС и интеллектуальных транспортных систем.

Развитие интегрированной сети скоростного и высокоскоростного сообщения предусмотрено основными стратегическими документами — Транспортной стратегией РФ на период до 2030 года, Генеральной схемой развития сети железных дорог ОАО «РЖД» и долгосрочной программой развития компании. В соответствии с этими документами, предусматривается строительство около 4200 км специализированных высокоскоростных линий со скоростями поездов 300–400 км/ч, организация более 7000 км скоростного движения на существующей инфраструктуре между крупными региональными центрами со скоростями 160–200 км/ч.



Проекты высокоскоростного и скоростного движения¹

Создание систем скоростного и высокоскоростного движения обеспечит повышение уровня взаимной транспортной доступности крупных социально-экономических центров страны.

За счет развития инфраструктуры и систем управления движением общественного транспорта в городских агломерациях будет снижено время ежедневных регулярных поездок маятниковой миграции населения. За счет развития скоростного транспорта, а также совершенствования структуры маршрутов других видов общественного транспорта, подвозящих пассажиров к скоростным осям транспортных коммуникаций, будет увеличен радиус агломерационной транспортной доступности, т. е. расширена область эффективной социально-экономической активности вокруг городов.

Должен быть сформирован эффективный рынок конкурентоспособных доступных и качественных транспортных услуг, обеспечивающий устойчивую работу и сбалансированное развитие предприятий всех видов пассажирского транспорта, стабильное повышение доступности и качества осуществляемых пассажирских перевозок.

¹Инфографика Л. Кулешова, А. Варавы // Российская газета. URL: <http://www.rg.ru/2013/04/11/sochi.html>

В настоящее время в городских агломерациях Российской Федерации недостаточно используется потенциал развития скоростных видов транспорта, в том числе рельсовых (пригородные и городские электропоезда, метрополитен, системы скоростного трамвая), а также скоростных (экспрессных) автобусных и троллейбусных маршрутов с выделенной инфраструктурой движения, которые способны переключить на себя часть пассажиропотока личного автотранспорта. Это, в свою очередь, приведет к разгрузке автодорожной сети и улучшению экологической ситуации. Наряду с развитием общественного транспорта планируется реализация мер, направленных на повышение его привлекательности по сравнению с личным автомобилем, в том числе путем регулирования условий доступа, движения и парковки личного автотранспорта в центральных районах городов, в которых транспортная проблема стоит особенно остро.

Важным направлением транспортной политики в области пассажирских перевозок является формирование и реализация социальных транспортных стандартов доступности и качества транспортных услуг для населения.

Особое внимание будет уделено созданию доступной транспортной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения. При этом предусматривается целевое субсидирование перевозчиков, осуществляющих социально значимые перевозки, или пользователей транспортных услуг.

Будет обеспечена поддержка разработки и внедрения инновационных интеллектуальных транспортных систем, реализующих высокоэффективные транспортные технологии, обеспечивающие повышение качества транспортных услуг в области пассажирских перевозок. Значительную роль в этом процессе будет играть расширение использования современных технологий глобальной навигационной системы ГЛОНАСС.

Важнейшим направлением государственной транспортной политики является развитие международного сотрудничества и интеграции в сфере транспорта, в том числе в рамках единого экономического пространства России, Беларуси и Казахстана, а также в рамках СНГ, ШОС и АТЭС, ОЧЭС, развития сотрудничества с ЕС и использования инструментов ВТО. Продвижение интересов России в сфере транспорта на целевых рынках предусматривает создание условий для устойчивого повышения уровня реализации транзитного потенциала страны, обеспечение лидерства российских перевозчиков в экспортно-импортных перевозках, а также их поддержку при осуществлении перевозок грузов между третьими странами. Повышение конкурентоспособности российских транспортных предприятий должно сочетаться с государственной поддержкой их интересов, в том числе внутри страны при осуществлении перевозок российских грузов, в особенности экспортных (нефть и нефтепродукты, сжиженный газ, уголь, древесина, металлы, зерно),

а также грузов военного назначения, технической и гуманитарной помощи, правительственных грузов и пр. Государственная защита интересов российских транспортных предприятий на международном рынке транспортных услуг должна обеспечить российским транспортно-логистическим компаниям недискриминационный доступ к зарубежным рынкам транспортных услуг и укрепление лидирующих позиций в тех секторах, где у России имеются преимущества.

Государственная политика в области обеспечения безопасности транспорта предусматривает формирование и контроль требований безопасности на всех видах объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств, а также создание нормативно-правовых условий и экономических методов стимулирования безальтернативного и полного их исполнения.

Участие государства в решении проблем снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду заключается в реализации экологической политики на транспорте, в соответствии с которой экологические параметры становятся не ограничителем, а движущим фактором развития транспорта. В рамках данной политики предусматривается реализация комплекса мер, направленных на мотивацию использования на транспорте инновационных технологий охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности транспорта. Приоритетное значение будет иметь экономическое стимулирование использования экологически чистых видов топлива, возобновляемых источников энергии, транспортных средств с гибридными и электрическими двигателями, материалов и технологий, минимизирующих негативное воздействие на окружающую среду, а также внедрение технических регламентов экологически безопасного обращения с отходами транспортного комплекса.

Изменения в транспортной стратегии России

Все важнейшие изменения внесены в актуализированную транспортную стратегию. В настоящее время необходимо реализовать планы по развитию транспортной системы страны. Последовательность реализации проектов, безусловно, может варьироваться с учетом быстро меняющейся конъюнктуры. Например, это коснется приоритетов повышения транспортной доступности Крымского федерального округа и его ускоренной интеграции в единое транспортное пространство России. Однако стратегические направления развития и общие сроки достижения целевых показателей определены и должны выдерживаться.

Транспортная стратегия предусматривает интеграцию транспортной системы России в мировое транспортное пространство, в том числе в направлении развития

евро-азиатских транспортных связей. При этом задача развития международных транспортных коридоров с учетом новых политических приоритетов, по-видимому, будет реализовываться по обновленному, более интенсивному плану.

Динамику развития отношений можно проиллюстрировать примером: буквально за три месяца было развернуто взаимодействие с КНР по разработке проекта Евразийского высокоскоростного транспортного коридора «Москва — Пекин», включающего приоритетный проект ВСМ Москва — Казань. В рамках развития партнерских отношений с Китайской народной республикой 13 октября 2014 г. в присутствии председателя Правительства РФ Д. А. Медведева состоялось подписание российско-китайского меморандума в области высокоскоростного железнодорожного сообщения.

В то же время ведется работа с европейскими коллегами. Продолжается диалог с «Немецкой инициативой по развитию в России высокоскоростных железнодорожных магистралей» о перспективах участия бизнеса Германии в реализации проектов ВСМ.

Это важное направление сотрудничества, и мы четко придерживаемся договоренностей с нашими зарубежными партнерами.

Проект по строительству ВСМ Москва — Казань

На текущий момент проект готов к реализации, и строительство высокоскоростной железнодорожной магистрали из перспективной идеи стало реальным проектом. К настоящему времени разработано обоснование инвестиций в строительство ВСМ Москва — Казань, на него получено положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России».

Проведен независимый технологический и ценовой аудит обоснования инвестиций, подтвердивший соответствие параметров проекта мировым стандартам по эффективности, стоимости и техническим решениям. Подготовлена конкурсная документация на выполнение инженерных изысканий и разработку проектной документации для строительства ВСМ Москва — Казань; определена организационно-правовая схема проекта с использованием механизма концессии как одного из наиболее эффективных механизмов государственно-частного партнерства в инфраструктурных проектах; утверждено задание на разработку документации по планировке территории.

Проект получил положительное заключение Минэкономразвития и включен в перечень проектов, которые могут получить поддержку Фонда национального благосостояния России.



Проект ВСМ Москва — Казань¹

Высокоскоростная магистраль Москва — Казань включена Правительством России в схему территориального планирования Российской Федерации.

Основной задачей на сегодняшний день должно стать начало работ по проектированию первой отечественной высокоскоростной железнодорожной линии.

Проект не потребует в течение 2015–2016 гг. значительных затрат, кроме как на проектирование и инженерные изыскания, при максимальной вовлеченности в его реализацию общественности, местных властей, научной среды, бизнес-сообщества. Общие затраты на выполнение инженерных изысканий, разработку проектной документации и проекта планировки территории составляют 20,9 млрд рублей. Эти средства являются инвестициями в будущее — создание площадки для быстрого вывода проекта в стадию строительства.

ВСМ Москва — Казань очень привлекательный проект, который вызывает интерес у европейских партнеров — компаний и консорциумов. Мы постоянно взаимодействуем с немецкими коллегами. Специалисты Deutsche Bahn принимали участие в техническом аудите обоснования инвестиций ВСМ Москва — Казань. Несмотря на все политические события, европейские гиганты Alstom и Siemens заявляют о своей глубокой заинтересованности в сотрудничестве. У нас постоянный деловой контакт с французскими и испанскими компаниями, реализующими проекты ВСМ.

Ведется плотная работа с партнерами из Китая. Работает российско-китайская рабочая группа по реализации проектов высокоскоростного движения. Мы обсуждаем как вопросы строительства высокоскоростного транспортного коридора Москва — Пекин, так и его важного отрезка Москва — Казань. Строители из Китая готовы применить свои технологии на российском пространстве, а инвесторы подтверждают готовность вкладываться в проект. У Китая сейчас самый передовой опыт в строительстве ВСМ. К 2015 г. они планируют построить 40 000 километров высокоскоростных магистралей.

¹Инфографика с сайта ОАО «Скоростные магистрали»: <http://www.hsrail.ru/projects/features/>

Сформированы рабочие группы с участием органов государственной власти России и КНР, железных дорог и ведущих финансовых институтов наших стран. В декабре состоится уже четвертое заседание совместной рабочей группы для выработки подходов в вопросах проектирования, строительства, обслуживания, оснащения и финансирования проекта ВСМ Москва — Казань.

Развитие транспортного образования в России

Рост производительности труда и улучшение использования трудовых ресурсов в транспортном комплексе являются важнейшими факторами снижения транспортных издержек и повышения конкурентоспособности транспортной системы.

Обеспечение транспортной отрасли трудовыми ресурсами должно охватывать сферы проектирования и реализации проектов развития транспортных систем, эксплуатации транспортной инфраструктуры и транспортных средств, предоставления транспортно-логистических услуг и экспедирования, развитие кадрового, технического и технологического потенциала в сфере транспортного надзора, государственного управления развитием транспортного комплекса и реализации транспортной стратегии.

Сохранение и развитие кадрового потенциала отрасли, совершенствование отраслевой системы подготовки и переподготовки кадров по всем направлениям должно предусматривать государственную поддержку развития научных кадров высшей квалификации в сфере транспорта в университетах и научных организациях.

Необходимо обеспечить подготовку специалистов и трудовых ресурсов для транспортного комплекса в области проектного менеджмента, управления реализацией высокотехнологичных программ и проектов, развитие технических, технологических и других видов знаний персонала до уровня, обеспечивающего реализацию целей транспортной стратегии.

Одним из таких высокотехнологичных проектов, предусмотренных транспортной стратегией, является проект ВСМ. В связи с высокой сложностью, новизной и высокотехнологичностью этого проекта в его реализации важную роль должны сыграть отраслевые вузы. Необходимо организовать подготовку кадров по специализации «Высокоскоростной наземный транспорт». При этом следует ориентироваться на международные стандарты обеспечения организации высокоскоростного движения. Потенциальная потребность в таких специалистах составляет порядка 8,5 тыс. человек (по данным ОАО «Скоростные магистрали»).

Необходима также разработка и реализация программ повышения квалификации руководителей и специалистов в области ВСМ, в том числе с учетом сотрудничества с Международным союзом железных дорог (лекции, научно-практические семинары для руководителей и специалистов, преподавателей, аспирантов и студентов вузов).

Принципиально важное значение имеет формирование отечественной научной школы ВСМ. Необходимо разработать перспективные предложения в план НИОКР Минтранса России по актуальным научным проблемам, связанным с ВСМ: по разработке транспортных моделей, новых технологий контроля и диагностики, организации управления высокоскоростным движением, обеспечения безопасности и другим задачам. **ИТ**

УДК 338.24



**Валерий
Михайлович
Самуйлов**

**Valeriy M.
Samuylov**



**Александр
Геннадьевич
Галкин**

**Aleksandr G.
Galkin**



**Дмитрий
Николаевич
Парышев**

**Dmitriy N.
Paryshev**



**Валерий
Васильевич
Харин**

**Valeriy V.
Kharin**



**Ирина
Викторовна
Кравченко**

**Irina V.
Kravchenko**

Концепция кластерно-модульного развития транспортно-логистических и промышленных систем Курганской области

The concept of cluster-module development of transport, logistics and industrial systems of Kurgan region

Аннотация

В статье показано, что отсутствие законодательной базы в области промышленной политики является тормозом в развитии экономики регионов.

Для депрессивных регионов кластерный механизм является наиболее эффективным механизмом преодоления стагнации и последующего роста экономики. Предлагаемый инновационный научно-производственный территориальный кластер призван решать задачи повышения производительности труда в транспортном комплексе, создания новых предприятий и повышения занятости рабочих мест.

Ключевые слова: транспорт, кластер, рынок, логистика, концепция, структура, инновация, регион.

Summary

The article shows that the absence of legislative framework in the field of industrial policy is a deterrent to the development of regional economies.

For depressed regions, cluster system is the most efficient mechanism to overcome stagnation and foster subsequent economic growth. An innovative research and production regional cluster is proposed, which is intended to address the issue of increasing productivity in the transport sector, creation of new businesses and jobs.

Keywords: transport, cluster, market, logistics, concept, structure, innovation, region.

Авторы Authors

Валерий Михайлович Самуйлов, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: VSamuilov@mail.ru | **Александр Геннадьевич Галкин**, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: rector@usurt.ru | **Дмитрий Николаевич Парышев**, действительный член РАТ, генеральный директор ЗАО «Курганстальмост», Курган; e-mail: contact@kurganstalmost.ru | **Валерий Васильевич Харин**, действительный член РАТ, заместитель директора по научной работе и инновационному развитию Курганского института железнодорожного транспорта — филиала ФГБОУ ВПО УрГУПС, Курган; e-mail: uralakademia@mail.ru | **Ирина Викторовна Кравченко**, аспирант Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), преподаватель Челябинского института путей сообщения — филиала ФГБОУ ВПО УрГУПС; e-mail: 101kravciv@mail.ru

Valeriy Mikhaylovich Samuylov, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: VSamuilov@mail.ru | **Aleksandr Gennadievich Galkin**, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: rector@usurt.ru | **Dmitriy Nikolaevich Paryshev**, full member of RAT, General Director of Kurganstalmost CJSC, Kurgan; e-mail: contact@kurganstalmost.ru | **Valeriy Vasilyevich Kharin**, full member of RAT, Deputy Director for Science and Innovative Development of Kurgan Institute of Railway Transport – a branch of FGBOU VPO USURT, Kurgan; e-mail: uralakademia@mail.ru | **Irina Viktorovna Kravchenko**, post-graduate student, Ural State University of Railway Transport (USURT), teacher of the Chelyabinsk Institute of Railway Transport – a branch of FGBOU VPO USURT; e-mail: 101kravciv@mail.ru

В настоящее время в России принята антикризисная программа, где ведущее место занимает промышленная политика. У такого подхода были и есть противники, по мнению которых, достаточно определить приоритетные отрасли, и они будут существовать и без политики. Но сегодня абсолютно ясно, что для большой индустриальной державы отсутствие промышленной политики является тупиковым путем.

России необходим переход от «приоритетного» планирования к стратегическому, к четкой промышленной политике, обеспеченной необходимой законодательной базой. Без этого в условиях современной жесткой конкуренции в мировой экономической системе наша промышленность в целом и особенно на региональном уровне обречена на потери внешних рынков, а затем и рынков внутренних.

В настоящее время подготовлен законопроект о промышленной политике Российской Федерации, инициатором которого является Минпромторг РФ. В этом законопроекте дается четкое распределение полномочий различных уровней органов власти и управления в реализации промышленной политики, определение конкретных мер стимулирования государством промышленной деятельности. Важно, что документ также определяет правовой статус и институты для территориального развития промышленных предприятий, в том числе и трудовой отрасли. Впервые вводится правовое определение «промышленный кластер».

В современном мире потенциал и конкурентоспособность страны являются производными от конкурентоспособности входящих в ее состав территорий, поскольку ресурсы и факторы производства, человеческий и социальный капитал, условия для ведения бизнеса локализованы на региональном уровне, где живут и трудятся конкретные люди, действуют конкретные компании. Глобальная конкуренция между странами сводится к конкуренции между отдельными регионами. Таким образом, единицей глобального экономического пространства является регион, который приобретает стратегическое значение для процветания своей страны, и именно на него возлагается роль локомотива в национальном развитии. Такая стратегия обуславливает концептуальную значимость подхода к развитию региона и его интеграции в систему национальных приоритетов [1].

Наиболее прогрессивным и инновационным подходом к развитию региона, в том числе и его транспортной отрасли, в условиях нового экономического подхода, описываемого в терминах сетевой организации хозяйствования и ключевой роли информации в экономических процессах, является кластерное развитие территории.

Кластеризация экономики позволяет сформировать комплексный взгляд на государственную политику регионального развития транспортного комплекса, повысить производительность, эффективность и конкурентоспособность бизнеса, расширить возможности

для инновационного развития, оптимизировать взаимодействие между различными субъектами экономического развития региона, такими как государство, крупный и малый бизнес, научно-образовательное сообщество и общественность.

При этом формируется имидж региона в восприятии внешнего окружения. И главное — повышается уровень занятости и качество жизни населения конкретного региона.

Основоположник кластерной концепции М. Портер определяет кластер как «группу географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере, характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга» [2]. Понятие кластера указывает на отраслевую и географическую принадлежность совокупности входящих в его состав предприятий, которые производят и продают ряд связанных и взаимодополняющих товаров и продукции совместными усилиями. В таком толковании акцентирован фактор территориальной близости, наличие общих интересов участников кластера и закономерно возникающая в результате этого кооперация между ними для достижения синергетического эффекта на межотраслевом региональном уровне.

Кластерная концепция транспортной отрасли на региональном уровне предлагает альтернативный взгляд на сущность конкуренции, новый подход к структурированию экономики региона и прогрессивную форму в организации инновационного процесса.

В традиционной конкурентной среде выигрыш одного из участников эквивалентен проигрышу другого, что определяет конкурентную борьбу в качестве игры с нулевой суммой. Кластерный подход нарушает традиционную логику конкуренции, предоставляя возможность достижения выгоды каждому из субъектов, что и составляет беспроигрышную модель конкуренции.

Конкуренция, имеющая место в рамках кластерного агрегата, модифицируется в направлении усиления кооперативных взаимодействий конкурирующих игроков и сокращения интенсивности соперничества.

Кластерный механизм, как показывает мировой опыт, является наиболее эффективным и почти единственным механизмом вывода из стагнации экономики депрессивного региона и обеспечения ее быстрого подъема.

При этом важно на начальном этапе определить те экономические звенья региона, воздействуя на которые, можно реализовать кластерный синергетический эффект.

Для Курганской области, которая входит в состав Уральского федерального округа, характерны элементы отсталости, депрессии и спада. Так, среднедушевой денежный доход в Курганской области более чем в три раза меньше, чем такой же доход в Ямало-Ненецком автономном округе. Депрессивность обусловлена структурой экономики области, в которой главную роль играли предприятия машиностроения, такие как автобусный завод, завод колесных тягачей, «Кургансельмаш» и АПК.

Наиболее жизнеспособными в настоящее время являются ЗАО «Курганстальмост» и предприятия транспортного комплекса, которые должны определить тоологию объекта Курганского инновационного научно-производственного территориального кластера. Предпосылками создания такого кластера стали:

- разобщенность предприятий транспортного комплекса;
- отсутствие научно-производственной инфраструктуры;
- отсутствие единой государственной промышленной политики в транспортной отрасли.

«Болевыми» точками транспортных сооружений, как важнейших элементов транспортного комплекса, являются:

- квалификация специалистов (знание ими инновационных технологий);
- дорожная одежда мостового полотна;
- гидроизоляция;
- деформационные швы;
- опорные части проектов эксплуатации;
- прочностной мониторинг;
- шумозащита;
- освещение;
- применение композитных материалов;
- водоотвод на мостах и подходах к ним;
- барьерные и перильные ограждения;
- современная конструкция мостовых опор и фундаментов;
- современные методы ремонта;
- методы обеспечения долговечности на стадии проектирования;
- аварии транспортных сооружений;
- современные компьютерные методы расчетного анализа транспортных сооружений;
- применение информационных технологий в транспортном строительстве.

Для решения проблем транспортной отрасли флагман отечественного мостостроения — ЗАО «Курганстальмост» выступил инициатором создания кластера.

Задачи, решаемые в кластере, имеют три направления:

1. Объединение усилий в области развития транспортного комплекса, передовых разработок, современных систем проектирования новых продуктов.

2. Создание современной научно-производственной инфраструктуры для предприятий кластера с внедрением комплексных производственно-технологических пакетов для выгодных инвестиционных вложений.

3. Подготовка высококвалифицированных кадров.

Для повышения конкурентоспособности якорных предприятий, входящих в кластер, необходима организация входного контроля и контроля выпускаемой продукции. Уровень контроля должен соответствовать требованиям, предъявляемым участниками ВТО. С этой целью предполагается создание испытательного центра «Инженерные сооружения: исследование и испытание».

Одним из ключевых направлений работы кластера является повышение качества и эффективности работ по строительству и ремонту дорожных асфальтобетонных покрытий, которые в большей мере зависят от качества дорожного битума. Благодаря дорожным добавкам, асфальтобетонные покрытия приобретают ряд ценных качеств: возрастает устойчивость к температурным воздействиям и обратимым деформациям, увеличивается пластичность и повышается долговечность.

Для решения вышеуказанных задач предлагается ввести в состав кластера строительный комплекс по утилизации и переработке изношенных шин [4, 5].

В настоящее время одной из почти нерешаемых проблем в транспортном комплексе России является низкий уровень информативности о состоянии дорог, мостов и прочих инженерных сооружений на объектах регионального уровня. Малая информативность по таким объектам практически полностью предопределяет низкое качество сооружений и их предаварийное и аварийное состояние. Решать проблему повышения качества и надежности дорог и мостов — задача центра мониторинга.

Главной задачей центра мониторинга является разработка системы точности мониторинга и эксплуатации объектов автодорожной транспортной инфраструктуры не только Курганской области, но и всего Уральского федерального округа.

Результаты работы центра позволят оценить степень соответствия несущей способности объектов автодорожной и транспортной инфраструктуры внешним воздействиям в рассматриваемый момент времени и на прогнозируемый период. В круг интересов центра мониторинга входит также разработка альтернативных стратегий по изменению состояния поврежденных объектов автодорожной транспортной инфраструктуры

до проектного или требуемого уровня (ремонт, восстановление, усиление, реконструкция, замена).

Создаваемый кластер позволит позиционировать Курганскую область на внутреннем рынке и стимулировать развитие экспорта. Технологическое лидерство выражается в репутации, разработке новых продуктов, в уровне квалификации специалистов. Способность к обновлению кластера обеспечивается такими показателями, как образование новых фирм, повышение доли экономической активности кластера в валовом региональном продукте. Социальный эффект в результате деятельности кластера связан с формированием в регионе новых рабочих мест, создаваемых как на плановой основе, так и за счет синергетического эффекта, роста благосостояния работников кластера и членов их семей.

В рамках создаваемого кластера предполагается создание и других проектов (один из них — логистический кластер), позволяющих экономике Курганской области стать более конкурентоспособной на российском и международных рынках.

По своей сущности логистический кластер является структурой, формируемой на основе кооперации самостоятельных предприятий в процессе создания продукции. При этом необходимо отметить, что масштабы подобных кластерных образований существенно зависят от специфики производства, обеспечивающего создание конечного продукта в каждом конкретном случае. Количество кластерных образований может быть весьма значительным, как и число предприятий, их составляющих. Каждый крупный кластер может представлять собой систему малых кластеров. Подобное иерархическое построение вызвано возможностью использования преимуществ модулей функционального соответствия различной агрегативности процессов, обеспечиваемых взаимодействием их элементов [3].

Модуль функционального соответствия отражает многофункциональные характеристики любого процесса в ходе научно-технического прогресса (НТП) на единой методической основе, предполагающей наличие обратных связей от более сложной иерархии к более простой.

Агрегативность структур и процессов промышленных кластеров растет и сегментируется в ходе НТП с постепенным переходом от сырьевой модели развития к выпуску готовой высокотехнологичной продукции. Например, на рис. 1: A1 — структурное подразделение «Курганстальмост», A2 — более сложная иерархия, представляющая собой холдинг ЗАО «Курганстальмост»; A3 — комплекс промышленных зон опережающего развития Курганской области. При этом t_1, t_2, t_3 — годы развития модулей функционального соответствия.

Логистические кластеры обладают всеми преимуществами, которые дает интеграция на основе кооперационных взаимодействий самостоятельных специализированных компаний в их рамках. А генезисом таких кластеров являются следующие механизмы: затрат-

но-распределительный, кредитно-кооперационный, информационный.

Результурующий этап кластеризации включает в себя мониторинг и оценку эффективности использования интеграционных технологий организации и управления промышленности (критерии оценки эффективности использования технологий находятся в стадии разработки).

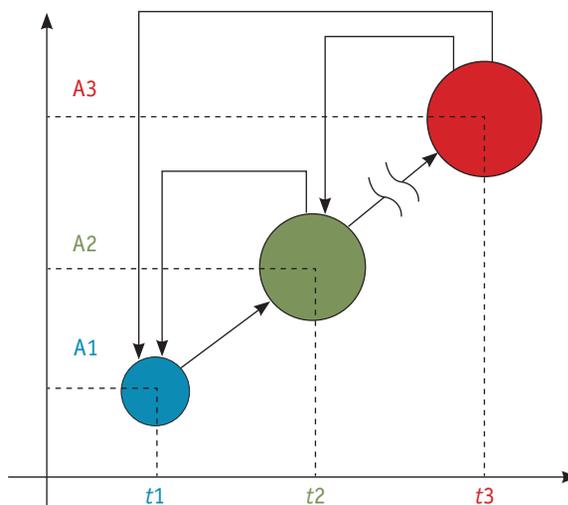


Рис. 1. Модули функционального соответствия для промышленных кластеров

Далее формулируется подход, позволяющий комплексно оценить характер воздействия кластеризации, который учитывает уровень социально-экономического и экологического состояния региона, а также степень реализации природно-ресурсного потенциала обозначенных территорий. Такой подход способен выявить прогрессивные производства опережающего развития и сориентировать социально-экономические системы региона на функционирование в нормах единого экономического и информационного пространства.

Предлагаемый путь не идеален, но может послужить началом разработки основной экономико-математической модели — модели кластерной структуры организации промышленности Урало-Сибирского региона.

Темп прироста регионального производства под воздействием кластерных технологий определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{рег.пр}} = T_{\text{пр}}(A + B + C) = T_{\text{пр}A} \cdot K_A + T_{\text{пр}B} \cdot K_B + T_{\text{пр}C} \cdot K_C, \quad (1)$$

где $T_{\text{пр}A, B, C}$ — темп прироста отраслевого производства под воздействием кластерных технологий в масштабе экономики региона (например, кластер транспортной промышленности (Курганский машиностроительный завод), «Курганстальмост» и аграрно-промышленный кластер); $K_{A, B, C}$ — коэффициенты, характеризующие

удельный вес продукции кластеризованной отрасли в совокупном продукте региона.

Предлагаемый подход демонстрирует необходимость учета тенденции трансформации, которую вносит кластеризация, и представляет целенаправленное воздействие на эндогенные параметры, определяющие поведение основных участников и направления развития социо-эколого-экономических систем на микроуровне.

Таким образом, оценка эффективности развития интеграционных структур на базе кластерных технологий должна быть основана на количественном определении возникающего эмерджентного эффекта, под которым понимается итог, вызванный скоординированным в пространстве и времени действием разнородных по природе механизмов. Важно, что указанный эффект приводит к качественным изменениям в системе. **ИТ**

Список литературы

1. Бочарова О. Н. Кластеризация и конкурентоспособность АПК: региональный аспект // Социально-экономические явления и процессы. — 2013. — № 6. — С. 53–57.
2. Портер М. Конкуренция. — М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. — 496 с.
3. Самуйлов В. М. Региональная логистика. Методология формирования логистических сетей : монография / В. М. Самуйлов, Д. С. Якушев, А. В. Петров. — М. : Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. трансп., 2010. — 143 с.
4. Самуйлов В. М., Парышев Д. Н., Харин В. В., Неволина А. Д. Роль зон опережающего развития Курганской области в дальнейшем прогрессе региона // Инновационный транспорт. — 2014. — № 2. — С. 51–56. — ISSN 2311-164X.
5. Самуйлов В. М., Фирстов С. В., Черных В. В. Информационная логистика. Моделирование процессного управления транспортно-логистическими цепочками : учеб. пособие. — Екатеринбург : УрГУПС, 2011. — 156 с. — ISBN 978-5-94614-191-8.
6. Стратегия социально-экономического развития Курганской области до 2020 года : утв. распоряжением Правительства Курганской области от 2 декабря 2008 г. № 488-р. — Курган; Москва, 2008. — 196 с. — URL: http://adm.kurganobl.ru/assets/files/raznoe/RPKO_488-r_02-12-2008.pdf.



Оксана Дмитриевна
Покровская

Oksana D. Pokrovskaya

Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России

The state of transport and logistics infrastructure in Russian coal transportation industry

Аннотация

В статье рассмотрены проблемы совершенствования инфраструктуры угольных терминалов в портах России. Проведен обзор транспортно-логистического сервиса угольных перевозок. Изучены проблемы, препятствующие развитию перегрузочных и транзитных мощностей. Проанализирована работа действующих портовых терминалов и перспективы формирования сети новых перегрузочных комплексов.

Ключевые слова: угольный терминал, угольные перевозки, транспортная составляющая, транспортно-логистическая инфраструктура, порты, транзитный потенциал, транспортные коридоры.

Summary

The article addresses the issues of improvement of infrastructure of coal terminals in Russian ports. A review of transport and logistics services as a part of coal transportation has been performed. The problems hindering the development of transshipment and transit facilities have been studied. The operation of the existing port terminals and prospects for development of a network of new transshipment facilities has been analyzed.

Keywords: coal terminal, coal transportation, transport component, transport and logistics infrastructure, ports, transit potential, transport corridors.

Авторы Authors

Оксана Дмитриевна Покровская, канд. техн. наук, доцент кафедры «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав» ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет путей сообщения», Новосибирск

Oksana Dmitrievna Pokrovskaya, PhD in Engineering, Associate Professor of "Logistics, Commercial Operations and Rolling Stock" Department, FGBOU VPO "Siberian State University of Railway Transport", Novosibirsk

Актуальность вопроса

Россия обладает уникальными транспортно-логистическими возможностями, которые могут обеспечить конкурентоспособный транзит с оказанием широкого ассортимента транспортно-логистического сервиса. Одним из перспективных направлений может стать реализация транзитного потенциала международных транспортных коридоров, проходящих по территории и акватории РФ, а также совершенствование портовой перегрузочной инфраструктуры.

Транспортный потенциал России по экспорту напрямую связан с развитием перегрузочных портовых мощностей, в том числе — углеперевалочных. Морские перевозки являются основным способом доставки товаров в международной торговле. Залог активного участия страны в морских перевозках — наличие хорошо оборудованных портов.

Объективные требования современной логистики указывают на то, что грузовой порт не должен существовать как отдельный субъект, а должен быть гармонично встроены в транспортную инфраструктуру страны и конкретного региона, где расположен порт. На сегодняшний день аффилированные с крупнейшими угольными компаниями организации управляют морскими портами и даже создают собственные парки сухогрузов. К сожалению, большинство российских портов не имеет качественной транспортной инфраструктуры, отвечающей современным условиям и соответствующей возросшим объемам грузооборота для быстрой доставки грузов до мест назначения.

Цель работы — проанализировать состояние транспортно-логистической инфраструктуры России для обеспечения угольных перевозок.

К основным задачам данной работы относятся:

- 1) описание организации проблем угольных перевозок;
- 2) описание проблем терминальной инфраструктуры;
- 3) обзор действующих и строящихся угольных терминалов в России;
- 4) изучение проектов по совершенствованию инфраструктуры страны.

Описание существующих условий

По состоянию на 1 января 2013 г. проектные мощности угольных терминалов морских портов России составляли 91 млн т в год, в том числе в Арктическом бассейне — 13,5 млн т, в Балтийском — 20 млн т, в Азово-Черноморском — 11,5 млн т, в Дальневосточном — 46 млн т.

Перегрузка угля осуществлялась в 41 морском порту России, из них в 28 портах выполнялась перегрузка в экспортном направлении.

Наиболее крупные и перспективные по экспертным оценкам угольные терминалы России — это:

- 1) в северо-западном направлении поставок — Мурманск, Усть-Луга;
- 2) в восточном — порт Ванино, порт Восточный;
- 3) в южном — Ейск.

Основной объем перевалки экспортного угля осуществлялся через порты Восточный (24,6% от общего объема), Усть-Луга (18%), Ванино (15,1%). Данные по крупнейшим угольным терминалам портов России представлены в табл. 1.

Таблица 1

Объемы перевалки угля портами страны

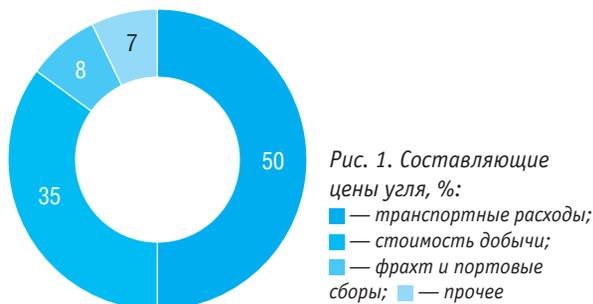
Дислокация терминала	Объем перевалки, млн т/год	Объем перевалки, % от общего объема экспорта
Восточный	21,5	24,6
Усть-Луга	15,7	18
Ванино	13,2	15,1
Мурманск	11,7	13,4
Посьет	4,6	5,2
Находка	4,4	4,9
Высоцк	3,3	3,8
Туапсе	2,8	3,2
Шахтерск	1,7	1,9
Владивосток	1,4	1,6
Ростов-на-Дону	1,2	1,4

Основные импортеры российского угля: Япония (17% от экспортных объемов, поставляемых через российские порты), Южная Корея (16,5%), КНР (13,5%), Великобритания (10,8%), Турция (8,1%), Германия (4,9%), Финляндия (4,6%), Нидерланды (4,3%), Тайвань (4,2%) и Франция (2,5%).

Высокая стоимость угольных перевозок снижает способность российского угля конкурировать с ценами на уголь, добытый, например, в Соединенных Штатах или Австралии. Поставки угля на экспорт тормозит также инфраструктурная неразвитость транспортно-логистических сетей и недостаточное количество угольных терминалов и портов на западе и востоке России.

В мировой угледобыче доля России, по разным оценкам, составляет около 14–15%. Главные угледобывающие центры сосредоточены в Сибирском и Дальневосточном регионах.

Цена угля в России на 2012 г. состояла из следующих элементов (рис.1).



Таким образом, львиную долю цены угля и угольной продукции для конечных потребителей составляют транспортные расходы. При растущих транспортных тарифах экспорт становится доступным только самым крупным угледобывающим компаниям, обладающим собственными вагонными парками и портами.

Российские железные дороги (РЖД) исторически являются ключевым, а в некоторых случаях единственным способом перевозки угольных грузов. Объем угля, перевозимого железнодорожным транспортом, составляет около 90%. Оставшиеся 10% используются или непосредственно на месте добычи, или перевозятся другими видами транспорта. Учитывая тенденции увеличения потребления угольного топлива, а также ежегодный 15–20%-ный прирост объемов экспорта российского угля, необходимость четкой, бесперебойной работы транспорта для угольной отрасли является основным фактором для эффективного функционирования всей транспортной системы страны.

Качественному росту рынка транспортно-логистических услуг по угольным перевозкам не способствует и разобщенность транспортных организаций. Так, ОАО «РЖД» и комитет по автотранспорту Минтранса РФ принимают собственные независимые программы развития логистики. Не согласованы и порой неоправданно завышены тарифы на железнодорожные перевозки и сборы в морских портах. Высока и себестоимость на борту судна в портах отправки. В 2005 г. она составляла около 35\$, тогда как у австралийских производителей — 20–22\$.

По данным Института конъюнктуры рынка угля, средняя дальность перевозок угольной продукции на экспорт в России превышает 4000 км: для кузнецких углей (Кемеровская область) она составляет 4450 км, а для нерюнгринских (Якутия) — 2540 км. Транспортные расходы достигают 30–45% общей стоимости угля. Цена на транспортировку угля в два раза выше цены на добычу.

Расстояния, которые преодолевает российский уголь по железной дороге, одни из самых протяженных в мире. При этом основные конкуренты — Австралия, ЮАР, Южная Америка, Индонезия — осуществляют экспортные поставки по воде. В Австралии, например, наиболее удаленная от порта точка добычи угля находится максимум за 300 км [1].

Структура транспортирования угля в зависимости от дальности перевозок выглядит следующим образом:

- на расстояние до 1000 км перевозится 63,8% угля;
- на расстояние от 1000 до 3000 км — 19,0%;
- на расстояние свыше 3000 км — 17,3%.

На рис. 2 показана взаимная дислокация угольных терминалов в морских портах России, а также отмечены крупнейшие угледобывающие регионы.



Рис. 2. Дислокация крупнейших угледобывающих регионов и угольных терминалов России [2]:

■ — каменный энергетический уголь; ■ — бурый уголь; ■ — коксующийся уголь

Организация производства (транспорт)

Из рис. 2 видно, что для такого угледобывающего региона, как Кузбасс, плечо перевозки угля до ближайшего выхода к морю (в любую сторону) составляет не менее 4000–4500 км. При этом основной объем экспорта идет из Кузбасса.

Значительные расстояния перевозок исторически обусловлены региональной структурой производства и потребления угля в РФ. Ключевые маршруты, по которым перевозится ежегодно более 20 млн т угля: Кемерово (Кузбасс) — Челябинск; Кемерово — Екатеринбург, Кузбасс — Липецк, Красноярск — Кузбасс — Урал.

Кузбасс, где сегодня добывается 57 % всего добываемого в России угля и 77 % экспортируемого, заинтересован в появлении нового порта. Ежегодно регион увеличивает добычу угля. Существуют проблемы с его вывозом, особенно на Восток, и не только по железной дороге: порой на подъезде к портам эшелоны стоят в очереди.

Проблема российских портовых мощностей по углю не нова. Так, еще в 2002 г. около 13 млн т российского угля было перевалено через порты Украины и стран Балтии. Порты и транспортные компании этих стран, пользуясь монопольными позициями, навязывают российским грузовладельцам завышенные тарифы на свои услуги.

Существует тенденция создания угольными компаниями собственных терминалов. Для транспортной и распределительной логистики угольных компаний перегрузочные портовые мощности, адекватные объемам производства, просто необходимы. Загрузка этих мощностей будет стабильно постоянной, поскольку обеспечивается сырьем собственных угольных предприятий. На рис. 3 дана карта сбытовой сети угольной продукции России.

При огромных объемах добычи энергетических углей кузбасские угольные компании реально могут отправлять через существующие порты не более 5 млн т. Для повышения рентабельности экспорта угля надо снижать цену логистики и, как следствие, строить свой перегрузочный терминал. Именно поэтому угольные компании обзаводятся собственными портовыми мощностями.

При этом в большинстве случаев проще построить новый терминал, заранее учитывая возможность расширения железнодорожного фронта, чем вкладывать деньги в модернизацию существующих пропускных способностей устаревшей инфраструктуры.

Эффект от реализации проекта строительства угольного терминала мультипликативен: он складывается не только из отдачи от деятельности стивидорных компаний, но и от всех субъектов, так или иначе связанных с обслуживанием порта, а также из огромного социального потенциала развития региона.

Безусловно, экономически целесообразно осваивать именно те месторождения угля, которые находятся максимально близко к потребителю, чтобы сократить расходы на транспортировку. Однако сложившаяся география разработки угольных месторождений в России, развитие транспортно-дорожной сети, природно-климатические условия, традиционная дислокация транспортно-промышленных кластеров не всегда делают это возможным. При этом с экологической точки зрения запретить строить новые угольные мощности невозможно, поскольку в этом случае Кузбасс и другие добывающие регионы «отрезаются» от точек перевалки угля за границу.



Рис. 3. Сбыт угля на 2010 год (по объему производства регионов) [3]

Наиболее перспективный для России партнер — Китай. Выгода китайской стороны — в удобном географическом расположении РФ, наличии прямого железнодорожного сообщения между странами, в территориальной близости портов Дальнего Востока, имеющих мощные угольные терминалы.

В настоящее время собственными портами на Дальнем Востоке, которые переваливают уголь, владеют ОАО «Мечел» — ОАО «Порт Посыет» и ОАО «Ванинский морской торговый порт»; ОАО «Сибирская угольная энергетическая компания» принадлежит Ванинский балкерный терминал в бухте Мучке; ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» (КРУ, управляющая организация ООО «УГМК-Холдинг») — порт Восточный.

Ресурсная база для угля достаточна и даже профицитна уже сейчас — отстает именно транспортно-логистическая инфраструктура. При этом основной перспективный спрос на уголь видится в Азиатско-Тихоокеанском регионе, соответственно, необходимо обеспечить транспортировку угля через дальневосточные порты, где уже заявлено множество проектов расширения и строительства специализированных угольных терминалов. Вопрос, однако, упирается в пропускную способность Транссиба и БАМа, без увеличения которой говорить о заметном росте грузооборота портов бессмысленно.

На европейском направлении ожидать существенного роста поставок угля на экспорт не приходится: промышленность здесь вряд ли будет расти такими же быстрыми темпами, как в странах Азии, даже в случае преодоления кризисных явлений. Поэтому угольные терминалы России, ориентированные на Европу, будут испытывать все более острую конкуренцию с прибалтийскими портами. Это означает, что им потребуются инвестиции в модернизацию. Например, строительство ветки Лосево — Каменногорск в Ленинградской области для увеличения пропускной способности на угольный терминал в порту Высоцк [4].

В результате снижения потребления сырья в Европе угольные компании ищут новые рынки сбыта. Как правило, они стараются выходить на азиатский рынок. При этом на азиатский рынок уголь поставляют компании из Монголии, Австралии, Южной Африки, Казахстана. Отечественным компаниям будет сложно выдерживать конкуренцию, особенно ценовую, учитывая высокие транспортные издержки.

Решение проблемы транспортировки угля по железной дороге видится в дифференцированных тарифах в зависимости от мировых цен на уголь. Ряд экспертов предлагают отказаться от метода установления тарифов по принципу «затраты плюс» и перейти к использованию принципа «длинной руки», при котором стоимость перевозок должна устанавливаться соразмерно стоимости фрахтов, принимаемой по результатам торгов на мировых биржах.

Перспективы

Мониторинг экспорта угля через морские порты России, Украины и Балтии показал, что за последние 10 лет доля перевалки угля на экспорт через морские порты России от общего объема угля, поставляемого Россией на экспорт через морские порты, неуклонно растет. Так, если в 2005 г. она составляла 56,5 %, то в 2012 г. она уже составила 76,1 %.

В перспективе до 2025 г. произойдет существенное увеличение угледобычи в России, что обусловлено профицитной ресурсной базой.

По прогнозам, в 2030 г. Россия ожидает перевалку порядка миллиарда тонн грузов ежегодно [5].

Динамика роста добычи угля показана на рис. 4.

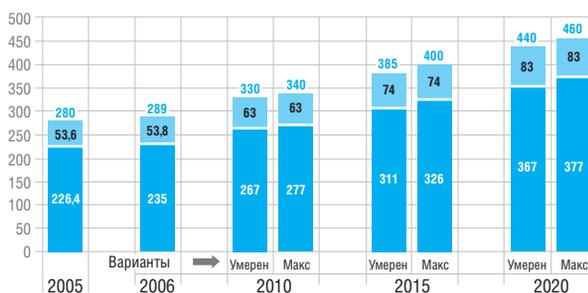


Рис. 4. Динамика роста добычи угля в России на перспективу, млн т [6]:

■ — коксующийся; ■ — энергетический

Так, к 2030 г. ожидается увеличение объемов перевалки в портах: в северном направлении — почти в два раза, в южном — почти в три раза, в восточном — более чем в 2,5 раза. При этом общий объем мощностей портов должен достичь к 2020 г. 140 млн т, а к 2030 г. (при оптимистическом варианте) вырасти до 190 млн т.

Современные тенденции роста грузооборота отечественных портов иллюстрирует рис. 5.

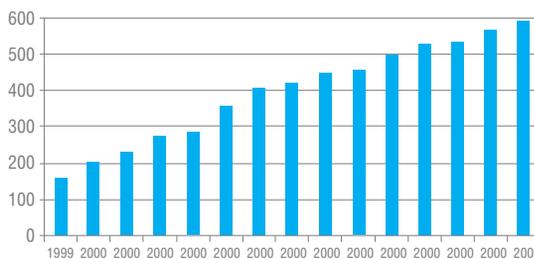


Рис. 5. Грузооборот российских портов за последние 15 лет, млн т [7]

Перераспределение перевалки угля в сторону увеличения объемов его переработки в российских портах произошло благодаря строительству специализированных перегрузочных угольных комплексов мощностью по 12 млн т в портах Усть-Луга (ОАО «Ростерминалуголь») и Ванино (ЗАО «Дальтрансуголь»),

а также реконструкции и модернизации перегрузочных комплексов в портах Мурманск, Высоцк и Посьет.

Экспорт российского угля оценивается в объеме 150 млн т в 2020 г. и 170 млн т в 2030 г. Выполнение требований по увеличению перевалки угля предполагает доведение специализированных мощностей угольных терминалов России к 2030 г. также до 170 млн т в год, что позволит полностью удовлетворить потребности экспортеров российского угля [8].

Например, ОАО «Восточный порт» — крупнейший российский угольный терминал — планирует нарастить грузооборот к 2020 г. в полтора раза — до 27 млн т угля.

Ведется проработка возможности размещения нового терминала и в бухте Врангеля мощностью 20 млн т. В случае реализации он станет первым в России терминалом, не связанным с угледобывающей компанией.

Компания «Мечел», владеющая портом Посьет, рассчитывает в ближайшие годы утроить объем перевалки — до 9 млн т.

Собственный угольный терминал мощностью 18 млн т на Дальнем Востоке вблизи Находки планирует построить «Группа „Сумма“», а на юге Приморского края развивает перегрузочные мощности холдинг «СДС», рассчитывающий на перевалку 20 млн т угля в год [9].

Министерство транспорта РФ рассматривает также возможность строительства «общественного» угольного морского терминала для удовлетворения потребностей малых и средних грузоотправителей. Предварительным местом его строительства называется бухта Суходол.

В порту Посьет развивает свой угольный терминал стальная группа «Мечел». В порту Ванино, в свою очередь, реализация всех заявленных проектов (от нескольких инвесторов) приведет к увеличению грузооборота до 90–100 млн т в год к 2025 г.

На Северо-Западе развивается терминал в порту Высоцкий (7,5 млн т). На юге к 2017 г. будет построен сухогрузный район порта Тамань с двумя угольными терминалами мощностью примерно по 12,5 млн т каждый (инвесторы — UCL Holding и СУЭК).

В Северном бассейне планируется построить новый угольный терминал на западном берегу Кольского залива — Лавна. Реализацию крупных портовых проектов в России планируется вести на принципах государственно-частного партнерства.

Только на мероприятия по расширению транспортного коридора «Кузбасс — Северо-Запад» потребуется 230 млрд рублей, аналогичная работа в направлении «Кузбасс — Дальний Восток» оценивается примерно в 200 млрд.

Инфраструктурные проблемы

Инфраструктурная проблема остро стоит в любом порту России: рост грузооборота связан с неспособностью наземного транспорта справиться с перевозкой

грузов. Решением является модернизация железных дорог и других путей сообщения, внесение изменений в систему взаимодействия работы видов транспорта: координация расписания подвода транспортных средств, согласование выполнения работ, выделение дополнительных грузовых вагонов. В любом случае рост грузооборота в отсутствие эффективной припортовой транспортной инфраструктуры невозможен.

В исследованиях рынков РБК указывается, что лимитирующим фактором для развития портовых терминалов по перевалке угля на Дальнем Востоке является состояние железнодорожных подходов к портам.

В итоговом докладе за 2012 г. Минэнерго указывается на необходимость сокращения транспортных расходов на экспорт угля в регионы устойчивого спроса — Китай, Японию и др. Признается при этом наличие узких и лимитирующих участков на БАМе и Транссибе, а также в портовой инфраструктуре.

Основной задачей остается синхронизация строительства и развития морских терминалов с развитием железнодорожной инфраструктуры. По данным «РЖД», к 2015 г. прирост пропускной способности железной дороги в восточном направлении составит 11 млн т, к 2020 г. поднимется еще на 5 млн т. Таким образом, дефицит пропускной способности составит здесь 40 млн т в год.

По экспертным оценкам, в направлении Ванино проблему дефицита пропускной способности принципиально не решил даже запуск Кузнецовского тоннеля в декабре 2012 г. Его запуск увеличил пропускную способность железной дороги до 52 млн т, но в перспективе ближайших пяти лет (с учетом планов компаний о дополнительной перевозке более 100 млн т грузов) этого недостаточно. Необходимо строительство второго и третьего тоннелей, иначе те объемы, которые прогнозируют угольные компании, невозможно будет провезти. Дефицит пропускной способности железной дороги может возникнуть и в южном бассейне в направлении Тамани, если не предпринимать никаких действий [10].

Перевалка угля в морских портах на универсальных причалах осуществляется грейферным способом. Специализированные перегрузочные комплексы существуют в портах Восточный, Ванино и Усть-Луга, через которые перегружается 57,1% от общего объема перевалки угля в морских портах России.

Низкая интенсивность крановой погрузки и отсутствие возможности принимать в большинстве российских портов крупнотоннажные суда (дедвейтом более 40 тыс. т) снижают конкурентоспособность и эффективность российского экспорта [8].

Усложняет проблему инфраструктуры и то, что порты перестраховываются и заказывают больше груза, чем могут переработать. При перевозке грузов на причал, исчерпавший свои возможности по складированию, возникает ситуация, когда выгрузка вагонов в порту прио-

становлена при наличии незанятых складских помещений на других терминалах.

Наличие на территории порта большого числа частных стивидорных компаний значительно усложняет использование складских мощностей порта. Для повышения эффективности взаимодействия необходимо проводить реализацию совместных бизнес-проектов, возможно, с соответствующим вхождением в уставной капитал друг друга.

Увеличить пропускную способность порта можно за счет:

1) совершенствования логистики в части согласования действий сторон по отправлению груза, графиковому подводу его к припортовой станции, подаче на фронты выгрузки, накоплению судовой партии, подходу танкеров и погрузке судна;

2) создания технологических резервов (буфера) по путевому развитию, вагонному парку, фронтам погрузки-выгрузки.

Снижению транспортной составляющей в цене угля может способствовать, во-первых, формирование индустриальных зон (промышленно-логистических кластеров), объединяющих транспортные и производственные предприятия. Об их высокой экономической эффективности свидетельствует практика Нидерландов, Бельгии, Германии, Сингапура. Всего в мире существует более 20 тысяч подобных индустриальных зон, вносящих значительный вклад в ВВП.

Рассмотрим в качестве примера развитие припортовой инфраструктуры в Роттердаме. Крупнейший порт Европы связан с железной дорогой, автомагистралью, внутренним водным транспортом и трубопроводами. Наибольшая часть грузов, доставляемых в Нидерланды, Германию, Австрию, Швейцарию, проходит через Роттердам. В 2007 г. порт запустил регулярное железнодорожное сообщение — 240 поездов в сутки по отдельной железнодорожной ветке, связывающей порт с компаниями и заводами, которым доставляются гру-

зы. Благодаря этому грузы из порта всегда доставляются в срок и не зависят от движения других поездов по железнодорожной ветке.

Российские эксперты в связи с этим допускают, что утверждение закона «О внесении изменений в некоторые законодательные акты РФ в части создания особых экономических портовых зон» положительно скажется на развитии инфраструктуры, притоке инвестиций и перевалочных мощностях по углю [11].

Ранее уже была разработана подпрограмма «Развитие экспорта транспортных услуг России», входящая в программу модернизации транспортной системы России до 2010 г. В рамках этой программы было представлено обоснование инвестиций в транспортно-логистические проекты.

Динамика развития транспортно-логистических объектов, которым может быть предоставлен режим особых экономических зон по программе экспорта транспортных услуг РФ, приведена в табл. 2.

Важнейшую роль в развитии портов сыграла и программа «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 гг.)», за период ее действия введено 330 млн т портовых мощностей, в том числе Ванинский угольный терминал.

Во-вторых, мощный резерв в уменьшении доли транспортной составляющей в цене на уголь — это улучшение качества угольной продукции, создание товаров с высокой добавленной стоимостью, начиная от стопроцентного обогащения угля до его комплексной переработки. При этом цена продуктов возрастает на несколько порядков (тонна угля стоит 1,3 тыс. рублей, а тонна угольного сорбента — уже 3 млн рублей).

В рамках продвижения программы комплексной переработки угля в Кузбассе в 2012 г. была подана заявка проекта «Комплексная переработка угля и техногенных отходов в Кемеровской области» на участие в конкурсе Минэкономразвития по отбору пилотных программ развития инновационных территориальных кластеров.

Таблица 2

Динамика развития транспортно-логистических объектов

Показатели	Единица измерения	2006–2010 гг., всего	В том числе				
			2006	2007	2008	2009	2010
Обеспечение сбалансированного и эффективного развития транспортно-технологической инфраструктуры							
Терминалы	Кол-во единиц	9	4	5	8	9	9
Терминально-логистические комплексы	Мощность, млн т в год	100,8	6	21,5	24,1	24,6	24,6
Специализированные терминалы в морских портах	Кол-во проектов единиц	6	6	6	5	2	2
Аэропорты-хабы	Кол-во проектов единиц	3	3	3	3	3	3

Огромный плюс данного проекта — в готовности к объединению перевозчиков, производителей угля и представителей смежных отраслей. В Кузбассе планируется развитие трех энерготехнологических комплексов. Планируемый объем инвестиций до 2020 г. составляет 121 млрд рублей (рис. 6).

Характеристика угольных терминалов России

В табл. 3 представлена краткая технико-эксплуатационная характеристика крупнейших угольных терминалов, работающих в портах. Анализ данных табл. 3 позволил определить типовой состав технологического оборудования угольных терминалов.

Инвестиционная привлекательность стивидорных мощностей в портах сегодня растет, о чем свидетельствует огромное количество проектов по созданию новых и развитию существующих морских угольных терминалов. В частности, это такие проекты, как порт Вера, терминал Астафьева, «Суходол», развитие инфраструктуры в портах Восточный и Ванино. Проекты реализуются совместными компаниями, включающими в себя угольные компании, зарубежных и отечественных инвесторов [23].

Проекты развития транспортной инфраструктуры страны

Угольная и транспортная отрасли должны развиваться не просто параллельными курсами, а на основе общих интересов, как коммерческих, так и государственных.

Выделено три основных направления развития инфраструктуры для транспортировки кузбасского угля: Кузбасс — Северо-Запад, Кузбасс — Дальний Восток и Кузбасс — Азово-Черноморский транспортный узел. Строительство собственных терминалов и организация бизнеса морской логистики значительно упростят реше-

ние этих задач. В будущем собственные морские терминалы могут стать выгодным бизнесом.

Сегодня востребованы межрегиональные транспортные проекты, которые позволят повысить конкурентоспособность морских терминалов РФ на евроазиатском и приарктическом рынках транзитных услуг, смягчить диспропорции в транспортно-логистическом развитии регионов и активно осваивать их ресурсную базу. Речь идет о железнодорожных проектах, создание которых намечалось еще в конце XX в.

1. Развитие направления Северного морского пути.

Через Арктику может пройти новый Великий шелковый путь из Китая в Европу. Грузодвижение пойдет по маршруту Северного морского пути (СМП): Тюмень — российский порт Сабетта — морской порт Китая.

По словам директора китайского Полярного научно-исследовательского института Яна Хуэйгэня, арктический маршрут на 5200 км короче действующего пути через Индийский океан и Суэцкий канал, в которых транспорт также вынужден простаивать в ожидании очереди [22]. Один «северный» рейс сухогруза может сэкономить от 0,5 до 3,5 млн долларов. Причем не только за счет расхода топлива, оплаты фрахта судов, труда моряков, но и в связи с отсутствием пиратов в высоких северных широтах. Ян Хуэйгэнь также указал на то, что при условии хорошей подготовки маршрута Севморпути он будет пользоваться спросом, причем огромным. Этот призыв к действиям, очевидно, был адресован российской стороне.

Китайские инвесторы выразили готовность вкладывать средства и в строительство нового глубоководного Архангельского морского торгового порта. В проекте «Белкомур» Архангельск станет пунктом соединения СМП с российской системой железных дорог, включая Транссиб. Грузооборот нового Архангельского морского порта составит почти 30 млн т в год.

Крайние опорные точки СМП — Мурманск и Петропавловск-Камчатский — обеспечат перевалку грузов на суда ледового класса, обслуживание ледокольного флота, поддержку транзита фидерными маршрутами.



Рис. 6. Схема перспективных поставок кузбасского угля к 2030 г. [12]

Характеристика крупнейших угольных терминалов*

Наименование	Дислокация	Мощность	Инфраструктура	Оборудование
ООО «Восточно-Уральский терминал»	Находка	2,5 млн т в год	Крытый склад площадью 12 000 м ² и общей вместимостью 90 000 т. Три новых склада вместимостью до 35 000 т каждый, две открытые площадки (всего 250 000 млн т угля), причал длиной 215 м и глубиной 12 м	Вибраторы, мобильные перегружатели, 2 судопогрузочные машины, конвейерное оборудование с магнитными сепараторами. Колесных бульдозеров 6 ед., мобильных перегружателей Sennebogen 6 ед., гусеничных бульдозеров 2 ед., 2 дробильно-сортировочные машины
Угольный терминал ЗАО «Дальтрансуголь» (Бакинский балкерный терминал)	бухта Мучка (порт Ванино)		Площадь терминала 102,23 га, причал (двусторонний пирс) с причальным фронтом в 699 м. Общая длина конвейерных линий терминала составляет около 10 км. Общая длина железнодорожных линий составляет 25 км	2 судопогрузочные машины поворотного типа, 2 технологические линии, оборудованные вагоноопрокидывателями, к которым подведены подъездные пути для железнодорожных составов. Дробильная установка и магнитные сепараторы, склад постоянного хранения угля на 1 млн т, 2 вагоноопрокидывателя тандемного типа (по два вагона в каждом), 3 стакер-реклаймера производительностью 3,5 тыс. т/час каждый, 2 размораживающих устройства на 16 вагонов каждый
Угольный терминал Усть-Луга (Санкт-Петербург)			Площадь комплекса: 53,2 га. 2 глубоководных причала общей длиной 540 м и глубиной у причалов 14 м	2 стакер-реклаймера, 1 реклаймер и 1 стакер, судопогрузочная машина, складская система пылеподавления
Угольный терминал ППК-3	Восточный порт		Площадь комплекса составляет 44,5 га, 2 глубоководных причала № 49 и 50, расположенных по обеим сторонам угольного пирса. Длина каждого из них 381 м, глубина 16,5 м. Складские площади терминала позволяют хранить одновременно до 600 тысяч т угля	4 реклаймера и 2 стакера, станция разгрузки вагонов, состоящая из 2 тандемных вагоноопрокидывателей, система ленточных конвейеров, осуществляющих погрузку угля с вагонов на судно и склад, 4 судопогрузочные машины, станция по разгрузке вагонов с 2 тандемными вагоноопрокидывателями, 4 вагоноразмораживающих устройства
Универсальный ППК-1 (навалочные, генеральные грузы, грейферная перевалка угля)	Восточный порт		Площадь комплекса составляет свыше 18 га, с возможностью одновременного хранения 200 тыс. т угольной продукции, 4 причала общей длиной 800 м и глубиной до 13,0 м	Манипулятор Liebherr, 12 порталных кранов грузоподъемностью до 60 т, 7 мобильных перегружателей, 3 мостовых перегружателя г/п 16–20 т, колесные бульдозеры, седельные тягачи с трейлерами, автопогрузчики

* По данным официальных сайтов портовых компаний

2. «Северное измерение». Основная цель проекта, в котором участвуют Россия, страны Европы и Балтии, — увеличение объема морских перевозок между европейскими портами и портами Севера России — Мурманском и Архангельском, которые станут альтернативой портам Финского залива.

3. Северный широтный ход (СШХ) (стальная магистраль Салехард — Надым — Коротчаево — Игарка) — проект,

реализация которого обеспечит транспортно-экономическую связь Западной и Восточной Сибири друг с другом, Северо-Западом, зарубежьем и транспортной системой РФ. СШХ, «Заполярный Транссиб», станет самой протяженной стальной магистралью в приарктическом регионе мира и свяжет между собой многие районы Северной Сибири и Северного Урала с последующим выходом на общероссийскую транспортную сеть.

4. Белкомур (Белое море — Коми — Урал). Проект строительства железных дорог, соединенных с портами и образующих транспортный узел для перевозки грузов, который соединит регионы Сибири и Урала с портами Архангельска и Мурманска. Этот проект был запущен еще в конце 1990-х гг.

Будущая железная дорога Белкомур (Архангельск — Сыктывкар — Пермь) — это кратчайший путь от порта Архангельска к промышленным районам Западной Сибири и Урала. Стоимость перевозок снизится на 50 %, так как транзитный путь грузов сократится на 800 км между Скандинавско-Балтийским и Азиатско-Тихоокеанским регионами.

Строительство Белкомура было начато в 1998 г., но проект до сих пор не реализован и несколько раз приостанавливался из-за отсутствия инвесторов.

5. Баренцкомур (Баренцево море — Коми — Урал) — проект, который соединит порт Индига с Сосногорском и районами Сибири и Урала. Вопрос о строительстве порта Индига был поднят еще в 2002 г. Задачи проекта — разгрузка существующих железных дорог и перераспределение грузовых потоков, создание нового транспортного коридора.

Существенным препятствием является долгая реализация всех подобных проектов. Планируемое окончание строительства Белкомура и Баренцкомура — 2030 г. [17].

Таким образом, только через 20 лет в стране могут появиться железнодорожные магистрали, соединяющие порты с различными регионами России. И только в этом случае будут созданы условия для роста грузооборота отечественных портов. Однако темп роста азиатских портов через 20 лет сделает их недостижимыми для российских, а построенные дороги могут не принести желаемых результатов, поскольку не будут соответствовать современным запросам грузовых портов.

Актуализируется реализация проекта развития коридора «Север — Юг», предназначенного для транспортного сообщения между государствами Персидского залива, Индией, Пакистаном и странами Европы и Скандинавии.

Среди железнодорожных проектов следует отметить строительство железной дороги Воркута (Хальмер-Ю) — Усть-Кара (населенный пункт на побережье Карского моря) стоимостью в 19,5 млрд рублей. Основным исполнителем проекта является ОАО «РЖД». Инвестирование планируется осуществить в 2016–2030 гг.

Реализация строительства железнодорожной линии Салехард — Надым — Новый Уренгой с выходом на Игарку и Норильск обеспечит конкуренцию между железнодорожным и морским транспортом по тарифам, скорости, логистике и надежности доставки грузов.

Новые железные дороги меридионального направления откроют прямой выход в Западную Европу, повысят целесообразность скоростных маршрутов для кросс-полярных сообщений и строительства трансконтинентальной полимагистрали с тоннелем через Берингов пролив [18].

Проекты создадут развитую инфраструктуру для новых, перспективных направлений развития транзитного, перевалочного и транспортно-логистического потенциала России и зададут траекторию развития опорной сети терминалов в портах страны.

Выводы

1. Мультимодальные перевозки угля в России занимают далеко не надлежащее место в грузодвиженческой системе страны по причине нехватки их логистического обеспечения. На всем пути следования угля через территорию РФ нет специализированных терминалов. Недостаток портовых мощностей, способных осуществлять перегрузку угля, увеличивает его стоимость и снижает транзитный потенциал России.

2. Состояние транспортной и логистической инфраструктуры в России требует коренной модернизации, реконструкции и обновления.

3. Развитие портовой инфраструктуры угольных терминалов сдерживается недостаточными ресурсами сети РЖД, а по мере увеличения мощностей по перевалке проблемы с поставками могут усугубиться.

4. В портах России долгое время не строились современные грузовые терминалы с высоким уровнем механизации и автоматизации, маркетинговые исследования в области образования грузопотоков не проводились. В результате:

1) стивидорные компании и припортовые станции не в состоянии обрабатывать растущие грузопотоки;

2) в припортовых транспортных узлах отсутствует единая информационная среда для планирования синхронного взаимодействия видов транспорта;

3) отсутствуют организационные структуры, обеспечивающие согласованность действий всех участников грузодвижения;

4) указанное приводит к скоплению на подходах к портам «брошенных» поездов, что превращает транспортные узлы в «затор» для продвижения товаров и ведет к огромным экономическим потерям, касающимся практически всех участников грузодвижения.

5. Анализ имеющихся данных показал, что:

1) средний размер инвестиций в строительство терминалов составит от 200 до 300 млн евро, примерно половина — стоимость технологического оборудования;

2) наибольшее количество строящихся объектов — Север и Приморье:

- проект Северо-Западного бассейна: реконструкция морского порта Высоцк;

- проекты Дальневосточного бассейна: развитие транспортного узла Восточный — Находка и Посьет, реконструкция действующих терминалов в морских портах Владивосток и Восточный; строительство угольных терминалов на побережье залива Петра Великого, в порту Ванино (бухта Мучка), на острове Сахалин в районе мыса Изыльметьева;

- проекты Северного бассейна: строительство угольного терминала в морском порту Мурманск (Лавна), строительство портовых комплексов по перевалке сыпучих грузов в районе губы Териберская и в Обской губе («Сабетта»).

3) собственниками, как правило, выступают угледобывающие и стивидорные (логистические) компании, владея терминалом как совместным предприятием;

4) перспективные перевалочные мощности, если все строящиеся объекты будут успешно введены в эксплуатацию, составят около 130 млн т в год.

6. Строительство новых объектов должно быть согласованным и адекватным требованиям рынка. При этом вводимые в эксплуатацию объекты должны быть интегрированы в российскую и международную транспортно-логистическую сеть. **ИТ**

Список литературы

1. Экспортеры угля захватывают дальневосточные берега [Электронный ресурс]. — URL: http://www.zrpress.ru/business/dalnij-vostok_26.03.2013_60070_eksportery-uglja-zakhvatyvajut-dalnevostochnye-berega-obzavodjas-sobstvennyimi-portami.html (дата обращения: 10.07.2014).
2. Роль России в мировой угольной промышленности [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.miningexpo.ru/articles/332> (дата обращения: 10.07.2014).
3. Цены на уголь [Электронный ресурс]. — URL: <http://ktk.nikodim.ru/coal/sales/> (дата обращения: 10.07.2014).
4. ПортНьюс: Российские порты получили стратегию [Электронный ресурс]. — URL: <http://cfts.org.ua/digest/47073> (дата обращения: 10.07.2014).
5. Сырьевая судьба [Электронный ресурс]. — URL: <http://portnews.ru/comments/1473/> (дата обращения: 10.07.2014).
6. Аналитика горной промышленности [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.miningexpo.ru/articles/332> (дата обращения: 10.07.2014).
7. Угольные терминалы [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.sdelaonunas.ru/> (дата обращения: 10.07.2014).
8. Экспорт угля через морские порты России // Морские порты. — 2013. — № 3 [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.morvesti.ru/tems/detail.php?ID=23803> (дата обращения: 10.07.2014).
9. Корейцы хотят построить угольный терминал в России [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.ati.su/Media/News.aspx?ID=14836&HeadingID=6> (дата обращения: 10.07.2014).
10. Путь угля [Электронный ресурс]. — URL: http://coalnews.uscoz.ru/news/put_uglja/2013-06-16-6288 (дата обращения: 10.07.2014).
11. Горнопромышленные ведомости [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.miningexpo.ru/articles/332> (дата обращения: 10.07.2014).
12. Виталия Маркова, Виктор Чурашев. Путь угля [Электронный ресурс]. — URL: <http://expert.ru/siberia/2013/22/put-uglya/> (дата обращения: 10.07.2014).
13. Морпроект: специализированные терминалы [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.morproekt.ru/uslugi/tehnologiya-gruzovykh-rabot/spets-terminaly-dlyaperegruzki-navalochnykh-gruzov/spetsializirovannyj-ugolnyj-terminal/516-vnutriterminalnaya-transportiruyushchaya-sistema.html#sthash.wvZq0BFf.dpuf> (дата обращения: 10.07.2014).
14. Обзор рынка сухогрузных морских перевозок: стратегия развития портовой инфраструктуры РФ до 2030 года [Электронный ресурс]. — URL: <http://cfts.org.ua/analytics> (дата обращения: 10.07.2014).
15. Порт Вера: описание объекта [Электронный ресурс]. — URL: <http://portvera.ru/structure> (дата обращения: 10.07.2014).
16. Дальний Восток наращивает терминальные мощности, забывая об экологии [Электронный ресурс]. — URL: http://nedradv.ru/news/branch/?id_obj=6cb3e53bfd00a0da16d808876c068bd1 (дата обращения: 10.07.2014).
17. Северное измерение [Электронный ресурс]. — URL: http://world-economic.com/ru/articles_wej-407.html (дата обращения: 10.07.2014).
18. Экономическая политика: транспортные возможности российской Арктики [Электронный ресурс]. — URL: <http://ecpol.ru/index.php/2012-04-05-13-45-47/2012-04-05-13-47-38/620-transportnye-vozmozhnosti-rossijskoj-arktiki> (дата обращения: 10.07.2014).
19. Воскресенская Т. П., Комаров К. Л., Пахомова Г. Ф., Пахомов К. А., Покровская О. Д. Логистическая интеграция и координация сибирских регионов в контексте Стратегии-2030 // Железнодорожный транспорт. — 2010. — № 3. — С. 57–61.
20. Покровская О. Д. Выбор наилучшего варианта терминальной сети и проверка его устойчивости // Транспорт Урала. — 2012. — № 2 (33). — С. 70–74. — ISSN 1815-9400.
21. Покровская О. Д. Формирование терминальной сети для организации перевозок грузов : монография. — М. : ТрансЛит, 2012. — 192 с. — ISBN 978-5-94976-452-7.
22. Через Арктику может пройти новый Великий шелковый путь из Китая в Европу // Российская газета [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.rg.ru/2013/05/31/led.html> (дата обращения: 10.07.2014).
23. Покровская О. Д., Самуйлов В. М., Галкин А. Г. Инновационные основы организации логистического центра // Инновационный транспорт. — 2014. — № 3 (13). — С. 34–42.



Ольга Юрьевна
Жайворонская

Olga Yu. Zhayvoronskaya



Дмитрий Германович
Неволин

Dmitriy G. Nevolin

Особенности организации работ по мониторингу технологической связи на железнодорожном транспорте

Specifics of the organization of railway communication systems

Аннотация

Статья посвящена особенностям мониторинга технологической связи на железнодорожном транспорте. Разработан программный модуль «Оптимизация», приведена ранговая оценка коэффициента готовности технологической связи.

Ключевые слова: система мониторинга, технологическая связь, алгоритм оптимизации, коэффициент готовности, аналитические зависимости, ранговая оценка, закономерности одинаковой размерности в рангах.

Summary

The article is dedicated to the specifics of monitoring operation of railway communication systems. A software module "Optimization" has been developed, and availability of the communication has been ranked.

Keywords: monitoring system, railway communication, optimization algorithm, availability, analytical dependences, ranking, patterns of the same dimension in ranks.

Авторы Authors

Ольга Юрьевна Жайворонская, старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и защита информации» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: 13volna@gmail.com | Дмитрий Германович Неволин, д-р техн. наук, профессор, действительный член РАТ, заведующий кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: innotrans@mail.ru

Olga Yurevna Zhayvoronskaya, Senior Lecturer, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: 13volna@gmail.com | Dmitry Germanovich Nevolin, DSc in Engineering, Professor, full member of RAT, head of "Design and Operation of Automobiles" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: innotrans@mail.ru

Одна из наиболее важных стратегических задач на железнодорожном транспорте заключается в совершенствовании систем управления и оптимизации эксплуатационной работы на основе развития телекоммуникаций, информатизации и связи, создании единого информационного пространства, в частности центров мониторинга и диспетчеризации работы технологического оборудования железнодорожного транспорта.

Наиболее крупной системой мониторинга ОАО «Российские железные дороги» является система ЕСМА (Единая система мониторинга и администрирования), которая была внедрена в 2007 г. Система полностью оправдала ожидания пользователей. Со временем объем мониторинговой информации значительно увеличился, поэтому на повестку дня встает актуальная задача по оптимизации входящих информационных данных и разработке специальных модулей для данной системы.

Анализ системы организации работ по мониторингу технологической связи

В своём исследовании авторы опирались на труды российских ученых в сфере железнодорожного транспорта: В. С. Волкова, Г. Г. Держко, А. В. Ефимова, В. А. Кудряшова, В. М. Лисенкова, А. Д. Мочененова, С. Е. Некрасова,

В. Л. Нестерова, К. А. Паршина, М. А. Ракк, А. В. Шмалько, В. В. Шмытинского, В. В. Сапожникова, Вл. В. Сапожникова и др. В области организации и управления железнодорожным транспортом использовались труды А. Э. Александрова, В. И. Галахова, П. А. Козлова, Б. М. Лапидуса, Д. А. Мачерета, А. С. Мишарина, В. М. Сая.

В связи с большим многообразием анализируемых систем организации работ по мониторингу различных видов технологической связи на железнодорожном транспорте была предложена их классификация (рис. 1). В качестве классификационных признаков были определены следующие: вид (сети, оборудование), лист регистрации (порог доступности, причины инцидентов, события, планово-предупредительные ремонты), классы (виды сетей, наименование, параметры, характеристика) [1].

Разработка программного модуля «Оптимизация» системы мониторинга сетей технологической связи

Был произведен выбор наиболее часто используемых в практике методов оптимизации на максимум, и в качестве исходного выбран метод «золотого сечения», который в дальнейшем и использовался в модуле «Оптимизация» [2].

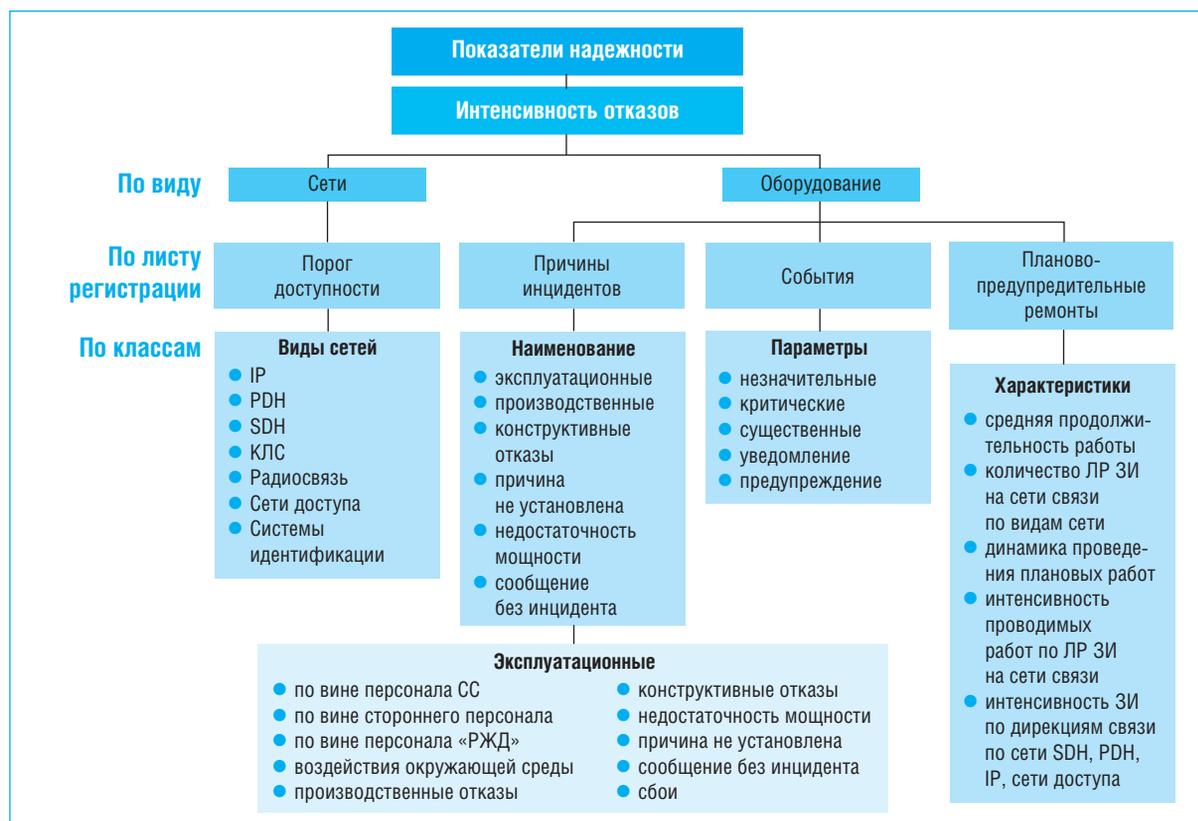


Рис. 1. Классификация сетей мониторинга технологической связи

Разработана модель параметров системы мониторинга технологической связи на железнодорожном транспорте, которая позволяет рассчитывать коэффициент готовности оборудования.

Коэффициент готовности определяется по известной классической формуле (1):

$$K_r = T / (T + t_b), \quad (1)$$

где K_r — коэффициент готовности, ед; T — среднее время между отказами (наработка на отказ), ч; t_b — среднее время восстановления связи, ч.

В расчетах принимаются ограничения:

$$0,995 \leq K_r < 1,000. \quad (2)$$

Для разработки алгоритма оптимизации данных мониторинга информационных систем была составлена блок-схема (рис. 2). Разработан модуль «Оптимизация» информации по критерию максимального значения величины, совместимый с системой мониторинга на железнодорожном транспорте, позволяющий пользователю наглядно представлять полученные результаты в виде графиков с помощью имеющегося графического интерфейса пользователя.

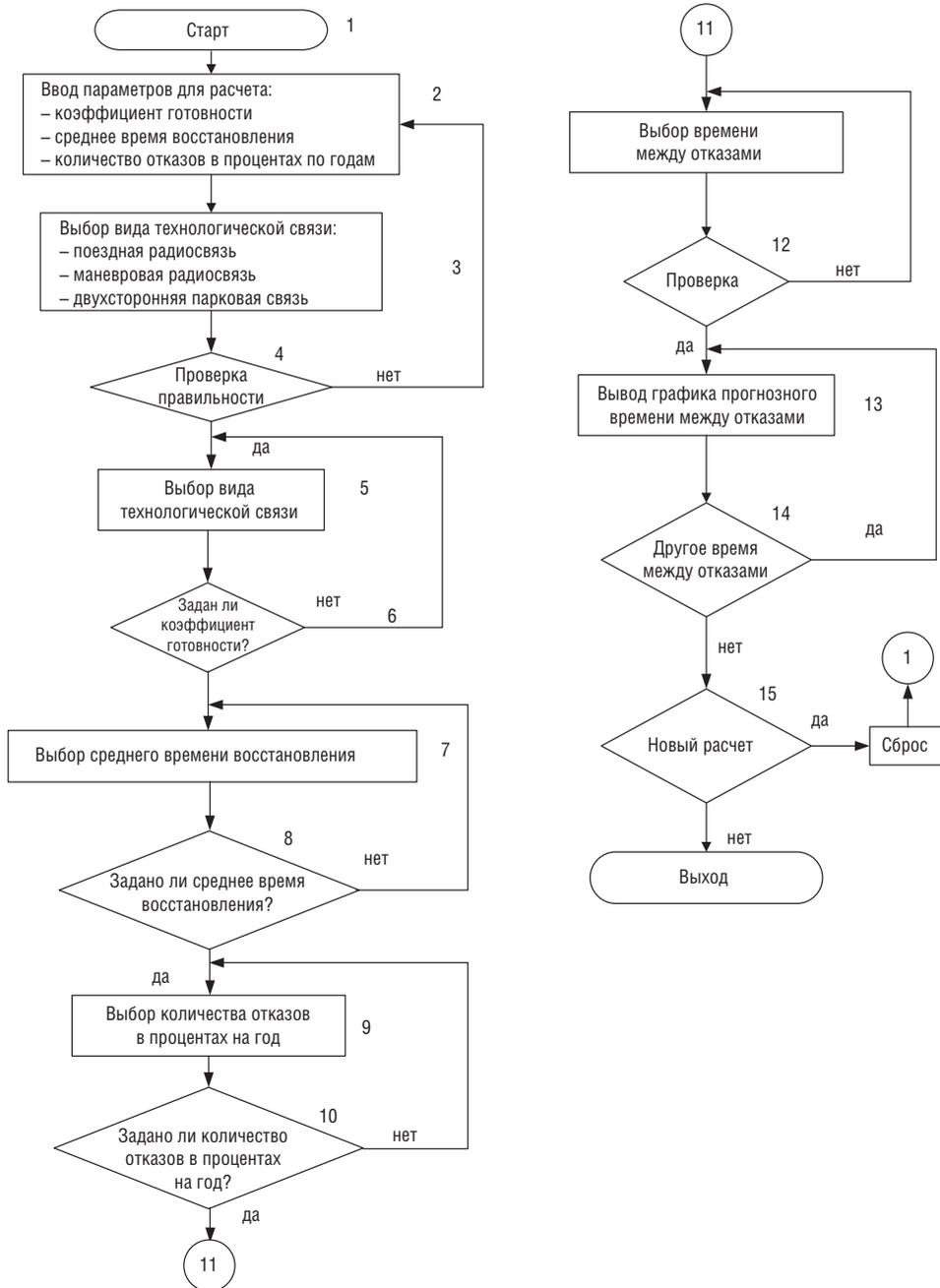


Рис. 2. Блок-схема алгоритма оптимизации данных мониторинга информационных систем

Разработан алгоритм расчета и модуль оптимизации данных системы мониторинга технологической связи железнодорожного транспорта, который позволяет выбирать оптимальный результат параметров мониторинга технологической связи.

Моделирование коэффициента готовности технологической связи

На основании модуля «Оптимизация» было произведено моделирование параметров системы мониторинга технологической связи, которое включало в себя параметры поездной, маневровой и двухсторонней парковой радиосвязи, а также проведен выбор организации производства работ — мониторинга технологической связи.

Исходными данными для моделирования являются среднее время восстановления инцидента (часы) с интервалом 2,5 мин (0,042 ч), периоды моделирования по годам с 2006 по 2010 г. Рассматривался интервал времени восстановления от 0,042 до 2 ч. Коэффициент готовности рассчитывается по формуле (1).

По результатам моделирования коэффициента готовности технологической связи были построены графики коэффициентов готовности по среднему времени восстановления 30, 45, 60, 75, 90 мин, которые представлены на рис. 3.

Диапазон коэффициента готовности в интервале от 0,995 до 1 — область зеленого цвета на рис. 3 — принимаем как высокую степень готовности; в интервале от 0,995 до 0,998 — область желтого цвета — как среднюю степень готовности; в интервале от 0,985 до 0,997 — область красного цвета — как низкую степень готовности.

Для подтверждения сходимости данных моделирования технологической связи полученные данные были сравнены с данными по статистической отчетности за предыдущие годы. Моделируемый год сравнивался с отчетностью предыдущего года.

Данные коэффициенты готовности, рассчитанные по результатам моделирования, имеют расхождения по сравнению со статистическими данными отчетности не более 5% (рис. 4), что подтверждает адекватность разработанной модели.

Статистическое оценивание полученных результатов моделирования произведено с помощью программного продукта Statistica 6.1.

Предположение о нормальности распределения частот переменных произведем визуально с помощью построенных гистограмм распределения и на основании критерия Колмогорова — Смирнова. Объем выборки для анализа параметров составляет 48.

На нормальность распределения частот оценивались величины коэффициента готовности технологической связи. Установлено, что все рассматриваемые частоты подчиняются нормальному закону распределения и не существует значимой разницы между распределениями, поскольку расчетные распределения статистики d меньше статистики $d_{кр}$ критического, равно 0,2856, при вероятности ошибки $p < 0,05$.

На рис. 4 представлена гистограмма частот нормального распределения коэффициента готовности и диаграммы рассеяния коэффициента готовности.

На основании проведенного моделирования коэффициента готовности технологической связи были установлены их закономерности: маневровая и двухсторонняя парковая радиосвязь имеют высокую степень готовности, а поездная радиосвязь имеет высокую и среднюю степень готовности.



Рис. 3. Коэффициент готовности оборудования по результатам моделирования

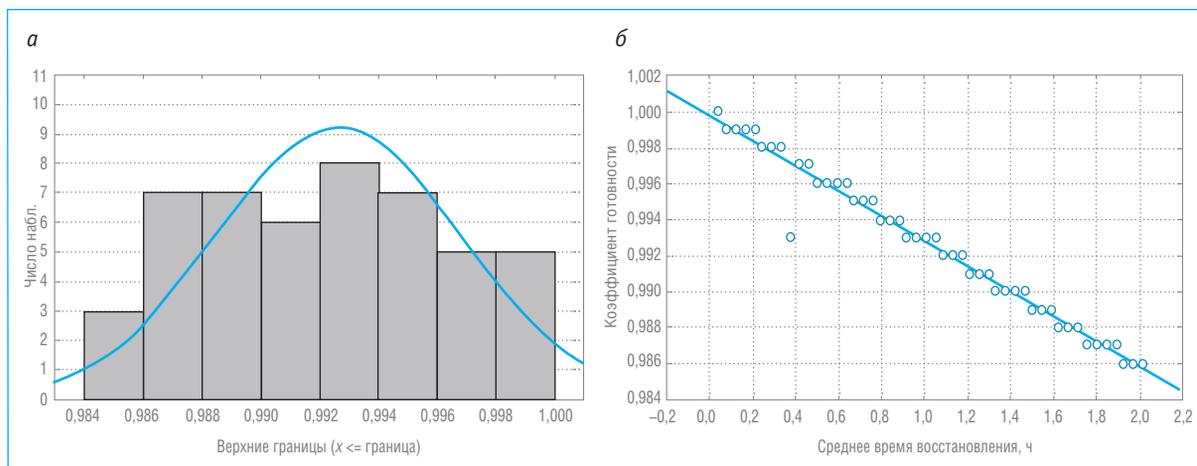


Рис. 4. Статистическое оценивание коэффициента готовности по результатам моделирования поездной радиосвязи: а — гистограмма; б — диаграмма рассеяния

По результатам статистического оценивания были выведены формулы для подсчета коэффициента готовности поездной, маневровой и двухсторонней парковой радиосвязи, которые представлены в табл. 1.

ней парковой радиосвязи, на основании которых строятся графики рангов.

На рис. 5 приведена ранговая оценка технологической связи.

Таблица 1

Аналитическая зависимость для подсчета коэффициента готовности поездной, маневровой и двухсторонней парковой радиосвязи

Наименование параметра	Коэффициент готовности, %	Формула
Поездная радиосвязь	$y = 0,9998 - 0,007x$	(3)
Маневровая радиосвязь	$y = 1,0001 - 0,0012x$	(4)
Двухсторонняя парковая радиосвязь	$y = 1,0001 - 0,0036x$	(5)

Ранговая оценка коэффициента готовности технологической связи

Для оценки показателя коэффициента готовности технологической связи была разработана его ранговая оценка на основании данных моделирования по величинам коэффициента готовности и времени восстановления. В качестве единицы ранга выбрано время восстановления 0,209 часа. Всего рассматривается 8 рангов в интервале от 0,042 до 2 часов [3].

В каждом ранге подсчитывается общее количество величин коэффициентов готовности одинаковой размерности. Формируются таблицы рангов коэффициентов готовности для поездной, маневровой и двухсторон-

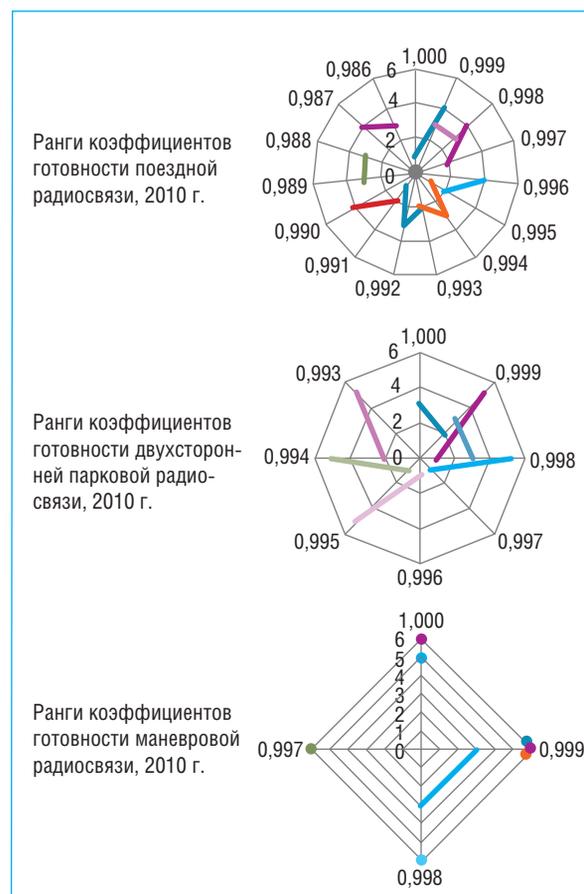


Рис. 5. Ранговая оценка коэффициентов готовности — ранг 1; — ранг 2; — ранг 3; — ранг 4; — ранг 5; — ранг 6; — ранг 7; — ранг 8

Заключение

В результате проведенных исследований решена научно-техническая задача по установлению особенностей организации работ по мониторингу технологической связи на железнодорожном транспорте. Основные результаты работы состоят в следующем:

1. Разработана классификация мониторинга сетей технологической связи с учетом новых классификационных признаков: по виду, по листу регистрации, по классам.

2. Разработан программный модуль «Оптимизация» системы мониторинга сетей технологической свя-

зи на железнодорожном транспорте, совместимый с существующими системами мониторинга и позволяющий в автоматическом режиме производить выбор максимальных значений параметров мониторинга и рассчитывать коэффициент готовности оборудования.

3. Разработан показатель ранговой оценки коэффициента готовности технологической связи на железнодорожном транспорте, позволяющий определять закономерности количества величин одинаковой размерности в рангах: для поездной радиосвязи наблюдается одинаковая размерность по двум и трем величинам, в маневровой и двухсторонней парковой радиосвязи — по одной и двум величинам. **ИТ**

Список литературы

1. Zhayvoronskaya O., Nevolin D. Monitoring of information system on railway transport // Шевченківка весна: матеріали Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції. — К. : Логос, 2010. — Вип. VII. — С. 102–103.
2. Жайворонская О. Ю., Неволин Д. Г. Оптимизация системы мониторинга сетей технологической связи на железнодорожном транспорте // Транспорт Урала. — Екатеринбург, 2010. — № 4 (27). — С. 38–41.
3. Жайворонская О. Ю., Неволин Д. Г. Ранговая оценка коэффициента готовности мониторинга технологической связи // Транспорт Урала. — Екатеринбург, 2010. — № 4 (27). — С. 42–44.



**Ольга Ивановна
Нигаматова**

Olga I. Nigmatova



**Игорь Георгиевич
Овчинников**

Igor G. Ovchinnikov

Мониторинг транспортных сооружений

Monitoring of transport facilities

Аннотация

Мониторинг транспортных сооружений должен быть организован на всех этапах существования объектов. Это позволит получать достоверную информацию о состоянии объектов и своевременно осуществлять проведение мероприятий по сохранению транспортно-эксплуатационных показателей сооружений и отдельных их конструкций. В статье рассмотрены системы мониторинга в процессе строительства и эксплуатации на примере отечественного опыта.

Ключевые слова: мостовые сооружения, оценка технического состояния, мониторинг, напряженно-деформированное состояние.

Summary

Monitoring of transport facilities should be established at all stages of the objects existence. This will allow to obtain reliable information about the state of the objects and timely maintain transport operating performance index of buildings and their separate constructions.

The article addresses the monitoring system during construction and operation using domestic experience as an example.

Keywords: bridge structures, technical condition assessment, monitoring, stress-strain state.

Авторы Authors

Ольга Ивановна Нигаматова, аспирант кафедры «Мосты и транспортные тоннели» Уральского государственного университета путей сообщения» (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: olganigmatova@ya.ru | Игорь Георгиевич Овчинников, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Мосты и транспортные тоннели» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Olga Ivanovna Nigmatova, graduate student, "Bridges and Tunnels" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: olganigmatova@ya.ru | Igor Georgievich Ovchinnikov, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of "Bridges and Tunnels" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Под *мониторингом* сооружения понимается контроль и управление состоянием сооружения в эксплуатационных условиях в течение заданного существенного промежутка времени с применением специальных технических средств, размещаемых на конструкциях моста.

Согласно ОДМ 218.4.002-2008 [4], *мониторинг моста* — вид работы в системе наблюдений за эксплуатируемыми мостовыми сооружениями, выполняемый организациями наряду с диагностикой, обследованиями, испытаниями. При мониторинге выполняется экспериментальная оценка *количественных параметров* (измерение) и *качественных признаков*, характеризующих техническое состояние моста, к которым относятся:

- геометрические параметры;
- напряженно-деформированное состояние;
- температура элементов сооружения;
- динамические характеристики;
- дефекты;
- нагрузки и воздействия, атмосферные и другие условия эксплуатации;
- жесткостные, прочностные и прочие свойства конструкций и материалов.

Оцениваться могут как действующие значения параметров, так и их изменение в процессе мониторинга.

Мониторинг должен быть организован на всех этапах существования сооружения [3] и включает в себя:

1) *на этапе проектирования* — обоснованный выбор места расположения сооружения, его конструктивной схемы, выбор материалов, правильность конструктивных решений элементов, расчета напряженно-деформированного состояния, обоснованную оценку региональных геологических и климатических условий, выбор средств защиты от агрессивного воздействия среды эксплуатации;

2) *на этапе изготовления* сооружения — соблюдение проектных решений по технологии изготовления и монтажа, а при невозможности точного следования проекту — обоснованность замены одного технологического решения другим;

3) *на этапе эксплуатации* — диагностику состояния сооружения, оценку грузоподъемности и остаточного ресурса, принятие и осуществление рекомендаций по ремонту, реконструкции или замене объекта.

В состав системы мониторинга искусственных сооружений должны входить следующие компоненты [1]:

- комплекс измерительных средств, средств автоматизации и исполнительных механизмов;
- многофункциональная кабельная система;
- сеть передачи информации;
- автоматизированная система диспетчерского управления;
- административные ресурсы.

В комплекс измерительных средств должны входить аналоговые или цифровые датчики, установленные на элементах конструкций. Датчики фиксируют измене-

ния контролируемых параметров конструкции (деформация, ускорение, наклон и т. д.) и формируют сигнал, который передается контроллерам сбора информации (комплекс средств автоматизации). Контроллеры выполняют преобразование аналогового сигнала в цифровой и обеспечивают дистанционную передачу информации на сервер ввода/вывода. В качестве исполнительных механизмов следует использовать технические средства, обеспечивающие дистанционное управление.

В многофункциональную кабельную систему включаются кабеленесущие конструкции, электрические и слаботочные кабели.

Автоматизированная система диспетчерского управления — это сервер ввода/вывода с установленным программным обеспечением. Сервер выполняет функции хранения и анализа данных.

К административным ресурсам относят организационные структуры, которые позволяют получать доступ к информации о состоянии объекта для принятия решений по эксплуатации.

Рассмотрим системы мониторинга искусственных сооружений в процессе строительства и эксплуатации на примере отечественных работ.



Рис. 1. Системы мониторинга искусственных сооружений

Мониторинг в процессе строительства

В процессе строительства мониторинг контролирует и на ранней стадии обнаруживает опасные изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и оснований, которые могут привести к ограничению работоспособности или аварии объекта. Полученные данные используются для разработки мероприятий

по устранению негативных явлений, протекающих в конструкциях и грунте. Ведется наблюдение за состоянием несущих и ограждающих конструкций, фиксируется появление трещин, их направление, протяженность и величина раскрытия.

Для ранней диагностики технического состояния и локализации мест изменения напряженно-деформированного состояния в наиболее ответственных узлах конструкций объектов предусматривается геодезический контроль над осадками и кренами фундаментов и углов здания, прогибами фундаментных плит, большепролетных конструкций, над характером раскрытия трещин. Интегральная оценка состояния конструкций производится путем динамических или статических испытаний [6].

При статических испытаниях измеряют параметры, медленно изменяющиеся во времени:

- общие перемещения и деформации сооружения и его частей;
- напряжения (относительные деформации) в сечениях элементов;
- местные деформации (раскрытие трещин и швов, смещения в соединениях и т. п.).

Кроме того, в зависимости от вида конструкций и их состояния и в соответствии с задачами испытаний, могут производиться измерения угловых деформаций, взаимных перемещений частей сооружения, усилий в элементах (вантах, шпренгелях) и т. п.

При динамических испытаниях, наоборот, измеряют параметры, быстро изменяющиеся во времени, такие как ускорение, скорость колебаний.

В качестве примера мониторинга в процессе строительства можно привести непрерывный мониторинг мостового перехода через бухту Золотой Рог. По проекту вантовый мостовой переход через бухту Золотой Рог должен иметь длину 1387 м и ширину 28,5 м, высота его пилонов составляет 226 м. Погодные условия в зоне возведения мостового перехода сложные: плотные туманы, частые внезапные осадки, сопровождаемые сильным ветром до 15–20 м/с. Применение только традиционных методов геодезических измерений с использованием электронно-оптических приборов в сложившихся условиях не обеспечивает высокую скорость, достоверность и синхронность измерений, чтобы контролировать процесс возведения опор моста с заданной проектом точностью.

Для устранения влияния негативных факторов специалистами ЗАО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург», ООО «Инжиниринговый центр ГФК», ООО «Мостовое бюро» была разработана и применена автоматизированная система комплексного контроля наклона пилонов. Она предназначена для определения и учета наклонов возводимых пилонов № 8, 9 по двум осям (X, Y) в автоматическом режиме и расчета поправок координат проекта для выноса на натуру.

Работа системы мониторинга комплексного контроля наклона опор во время строительства зарекомендовала себя в целом с положительной стороны, завершение этапа наблюдений совпадает с окончанием работ по асфальтированию пролетного строения, приведением пролетного строения в проектное положение [2].

Примером отечественных систем мониторинга строительных конструкций также является система, разработанная ЗАО «Институт ИМИДИС». Компьютерная измерительная система для испытаний мостовых и инженерных сооружений «КИС-ИМИДИС» предназначена для измерения различных типов деформаций испытываемых конструкций путем регистрации и преобразования в инженерные единицы в реальном масштабе времени сигналов соответствующих датчиков, представления полученной информации в виде графиков и таблиц и ее сохранения в персональном компьютере. Данная система была применена при мониторинге строительства следующих объектов:

- моста через р. Волгу под Кинешмой;
- моста через р. Каму в Перми;
- городских эстакад в Москве и Санкт-Петербурге.

Также можно привести в качестве примера методику организации мониторинга в процессе продольной надвижки пролетных строений моста через р. Волгу у с. Пристанное Саратовской области [8]. Система компьютерного мониторинга процесса надвижки моста включает в себя три блока:

1) цифровые измерительные устройства, реализующие непосредственное измерение необходимых физических величин с последующим представлением результатов измерения в цифровом коде;

2) систему сбора данных, выполняющую транспортировку полученных данных в центральную станцию (персональный компьютер);

3) программное обеспечение, предназначенное для управления системой сбора данных, отображения состояния производственного процесса в реальном масштабе времени, накопления и сохранения результатов измерений.

Все контролируемые параметры надвижки в реальном масштабе времени передаются с помощью модема в локальные сети заказчика и участников строительства. Постоянное сопровождение основных строительно-монтажных работ с помощью данной системы компьютерного контроля в процессе надвижки пролетных строений позволило не только своевременно получать информацию о состоянии всех наиболее ответственных узлов и участков (рис. 2), но и на основе анализа полученных данных измерений в реальном масштабе времени вносить коррективы с целью совершенствования способов производства работ и отдельных проектных решений, а также для остановки процесса надвижки в случаях возникновения нештатных ситуаций.

Мониторинг в процессе эксплуатации

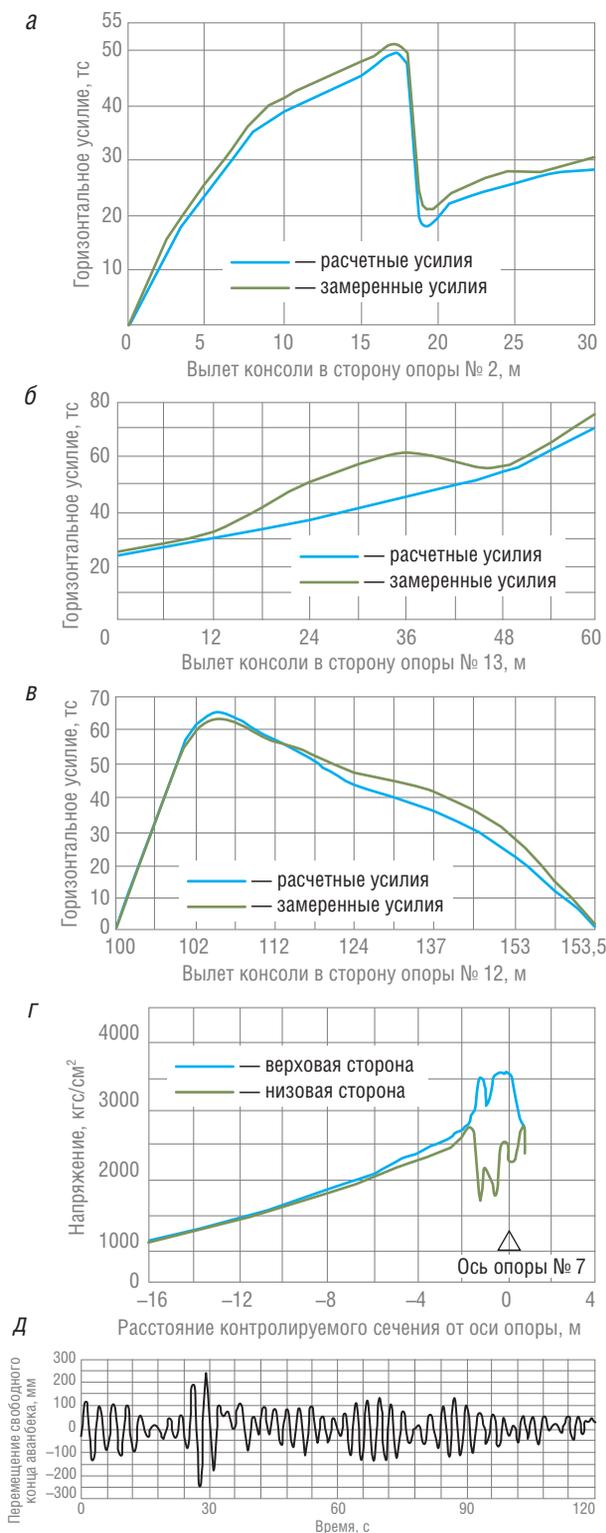


Рис. 2. Пример представления результатов мониторинга в процессе надвижки пролетного строения моста через р. Волгу:

а — горизонтальное усилие на опору № 2 (прохождение стыка блоков); б — горизонтальное усилие на опору № 13; в — горизонтальное усилие на опору № 12; г — напряжение в стенках балок; д — колебание консоли пролетного строения моста

В процессе эксплуатации оценка технического состояния мостовых сооружений осуществляется на основе осмотров, обследований и испытаний [9]. Обследования и испытания больших мостов являются трудоемкими (из-за сложности доступа к отдельным узлам конструкции и большой площади зоны обследования) и дорогостоящими (так как требуют использования испытательной нагрузки в виде тяжелых грузовиков или динамических возбудителей и ограничения движения по сооружению). Также стоит отметить, что при осмотре выявляются дефекты на стадии развития, причины которых не всегда могут быть определены даже опытными обследователями. Применение систем мониторинга в процессе эксплуатации дает возможность фиксировать условия работы и поведение мостовых конструкций. Система непрерывного мониторинга позволяет в течение длительного времени получать информацию о напряженно-деформированном состоянии, обращающихся нагрузках и других показателях эксплуатации моста и принимать эффективные решения по управлению эксплуатацией моста.

Рассмотрим на примере моста через р. Мацеста систему непрерывного мониторинга состояния сооружения [5].

Мост через р. Мацеста расположен на автомобильной дороге Джугба — Сочи (обход г. Сочи), построен в 2001 г. Полная длина моста 928,71 м. Система мониторинга, установленная на сооружении, позволяет:

- измерять перемещения, деформации и температуру элементов моста, являющихся реакцией мостовых конструкций на воздействия и нагрузки;
- постоянно вести съемку проезжей части моста видеокамерами, регистрирующими дорожную обстановку на мосту;
- измерять температуру и влажность воздуха, скорость и направление ветра для оценки метеоусловий.

В результате этого накапливается информация о динамическом поведении конструкции, которая позволит оценить не только динамические характеристики конструкции, такие как частота собственных и свободных колебаний, но и техническое состояние сооружения в целом.

Другим примером непрерывного мониторинга состояния сооружений может служить система, разработанная ЗАО «Институт ИМИДИС», примененная на следующих объектах [7]:

- мониторинг напряженно-деформированного состояния моста через р. Волгу в г. Кинешме;
- мониторинг напряженно-деформированного состояния моста через р. Гуселку в г. Саратове;
- мониторинг моста Александра Невского через р. Нева в г. Санкт-Петербурге.

Разработанная система не только определяет динамические коэффициенты и периоды собственных колебаний, но и выявляет скрытые дефекты в конструкции.

Таким образом, применение систем мониторинга позволяет получить достоверную информацию о состоя-

нии мостовых сооружений в постоянно меняющихся условиях эксплуатации и своевременно осуществлять проведение мероприятий по сохранению транспортно-эксплуатационных показателей сооружения и отдельных их конструкций. **ИТ**

Список литературы

1. ГОСТ Р 22.1.12–2005. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. — Введ. 2005-03-28. — М.: Стандартинформ, 2005. — 14 с.
2. Непомнящий В. Г., Яценко А. И., Осадчий Г. В. Непрерывный мониторинг мостового перехода через бухту Золотой Рог // Дороги. — 2012. — № 19. — С. 30–34.
3. Овчинников И. Г., Козлов И. Г. Управление эксплуатацией мостовых сооружений : учеб. пособие / Саратов. гос. техн. ун-т. — Саратов, 1997. — 100 с.
4. ОДМ 218.4.002-2008. Руководство по проведению мониторинга состояния эксплуатируемых мостовых сооружений. — Утв. 2008-06-24. — М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2008. — 46 с.
5. Разработка проекта длительного приборного мониторинга эксплуатируемых мостов : отчет о НИР. — М., 2004. — 95 с.
6. Технические рекомендации по научно-техническому сопровождению и мониторингу строительства большепролетных, высотных и других уникальных зданий и сооружений ТР 182-08 : утв. 14.08.2008 ГУП «НИИ-Мосстрой». — М., 2008. — 23 с.
7. Хазанов М. Л. Анализ напряженно-деформированного состояния мостовых конструкций с использованием компьютерной измерительной системы : дис. ... канд. техн. наук. — М., 2007. — 128 с.
8. Харебова Ж. А., Фанин С. П., Овчинников И. Г., Раткин В. В. Внеклассные автодорожные мосты Нижневолжского региона. — Саратов : Издательский центр «Наука», 2008. — 360 с.
9. Нигаматова О. И., Смердов Д. Н. К вопросу оценки технического состояния автодорожных мостовых сооружений // Инновационный транспорт. — 2013. — № 4 (10). — С. 31–36. — ISSN 2311-164X.

УДК 656.11



**Алексей Алексеевич
Цариков**

Aleksey A. Tsarikov

Проблема старения подвижного состава трамвайных систем России

The issue of aging rolling stock of tram systems in Russia

Аннотация

В статье проведен анализ возрастной структуры парка вагонов трамвайных систем.

Ключевые слова: городской общественный транспорт, трамвайные системы.

Summary

The article analyzes the age structure of the rolling stock of tram systems.

Keywords: urban public transport, tram systems.

Авторы Authors

Алексей Алексеевич Цариков, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт» Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ), Екатеринбург; e-mail: Zarikof@mail.ru.

Aleksey Alekseevich Tsarikov, PhD in Engineering, Associate Professor, "Road Transport" Department, Ural State Forestry University (USFU), Ekaterinburg; e-mail: Zarikof@mail.ru.

Последние 22 года, с 1991 по 2013 г., в жизни трамвайных хозяйств России прошли под знаком разрушения и закрытия: полностью движение трамвая было закрыто в девяти городах России, в двух (Новосибирске и Уфе) произошел разрыв единой сети трамвая. По данным [1] за 1991–2010 гг. (на конец года), в 18 городах протяженность сети была сокращена на 25–63 %, 15 систем сократили свою сеть на 5–25 %, в 29 городах наблюдалась относительная стабильность (от –5 % до +1 %), и только 9 систем незначительно увеличили протяженность сети.

Заметим, что наибольшее сокращение сети приходится на крупнейшие города с населением от 500 тыс. жителей до 1 млн. В данной группе городов одновременно влияли два фактора: рост автомобилизации и нехватка финансовых ресурсов. Учитывая отсутствие опыта управления транспортными системами в условиях галопирующей автомобилизации, власти городов объявили приоритетной задачей наращивание улично-дорожной сети, в том числе за счет демонтажа трамвайных путей; при этом средств бюджета на поддержание оставшейся части трамвайного хозяйства уже не хватало.

С учетом традиционной для России модели управления на основе мнений (вместо обоснованного наукой расчета) решения о судьбе трамвая часто принимаются исходя из обывательских суждений. Так, одной из причин отрицательного отношения к трамваю стало неудовлетворительное техническое состояние трамвайного парка. В большом количестве городов России трамвайные вагоны находятся в плохом техническом состоянии и имеют срок службы 20 и более лет. При темпе пополнения подвижного состава по 1,5 % в год и выбытия около 4,7 % численность трамваев всех городов России сокращается катастрофически быстро — на уровне 3,5 % в год. Даже объем обновления вагонов метрополитена (3,5–4 % в год) выше, чем трамвайных (табл. 1).

Как видно из табл. 1, количество трамваев в городах России неуклонно уменьшается, и за последние 20 лет оно сократилось на 40 %. Если учесть, что срок служ-

бы вагона трамвая до капитального ремонта составляет 20 лет, мы неуклонно идем к цифре 3000–3500 вагонов по всей стране. Поскольку доля подвижного состава трамвая старше 20 лет оценивается в 50 %, то проблема технического состояния трамваев обостряется год от года.

Необходимо отметить еще один немаловажный факт: статистические данные метрополитена приводятся по работающим вагонам, а трамвайные системы указывают полный списочный парк вагонов. При этом отличие работающего парка и списочного может быть значительным, т. е. трамвайные вагоны по факту присутствуют, но их состояние может быть рабочим, требующим капитального ремонта или того хуже — не подлежащим восстановлению. Парк вагонов трамвайных систем России на данный момент составляет 7500–7600 вагонов, что практически совпадает со списочным составом вагонов метрополитена.

Как видно из табл. 2, за последние 10 лет доля трамваев в возрасте старше 20 лет выросла с 13 до 64 %. Аналогичная ситуация сложилась и в возрастной структуре вагонов метрополитена. Доля вагонов старше 35 лет выросла до 15 % (но как отмечалось выше, объем покупки вагонов метро в разы превышает объем производства трамваев).

Необходимо заметить, что муниципальные образования зачастую не имеют финансовой возможности обновлять подвижной состав, а в ряде случаев не желают этого. Поэтому трамвайные системы страны, если не принять экстренные меры, будут медленно, а в иных случаях очень быстро сокращаться, вплоть до полной остановки движения.

Подобный опыт уже имеют некоторые страны Западной Европы: Испания, Франция, Великобритания, Швеция, которые в середине прошлого века ликвидировали трамвайное движение в ряде городов, однако впоследствии, признав свои ошибки, принялись воскрешать трамвайные линии. Восстановление трамвайных линий в условиях сложившихся городов протекает крайне сложно и требует значительных финансовых затрат.

Таблица 1

Объем приобретенного и штатного количества подвижного состава метро и трамвая за 2006–2012 гг.

Вид транспорта	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	В среднем за 7 лет
Штатная численность подвижного состава								
Метро	6100	6200	6300	6300	6300	6400	6900	+2% ежегодно
Трамвай	10 100	9700	9500	9100	8800	8600	8400	–3,5% ежегодно
Приобретенное количество подвижного состава								
Метро	201	267	250	245	215	356	503	
Трамвай	146	212	272	90	82	108	144	

Таблица 2

Возрастная структура вагонов трамвая и метро в 2000 и 2011 гг. [2]

	2000	2011
Трамвайные вагоны, всего:	100 %	100 %
в том числе находящиеся в эксплуатации, лет:		
до 5	4 %	10 %
5,1–10	17 %	8 %
10,1–15	36 %	5 %
15,1–20	30 %	14 %
более 20	13 %	64 %
Вагоны метрополитена, всего:	100 %	100 %
в том числе находящиеся в эксплуатации, лет:		
до 5	6,5 %	13 %
5,1–10	18 %	9 %
10,1–15	17 %	4 %
15,1–20	20 %	14 %
20,1–25	13 %	15 %
25,1–30	19 %	17 %
30,1–35	6 %	13 %
более 35	0,4 %	15 %

Таблица 3

Количество и износ подвижного состава трамвайных систем России

Города	Количество вагонов в системе		Марка подвижного состава	Доля вагонов возрастом, %			
	2013 г.	в период максимально-го развития		до 10 лет	10–20 лет	20–30 лет	более 30 лет
Города с населением более 3 млн человек							
Москва	981		КТМ (79 %), «Татра» (19 %), ЛМ (7 %)	50	30	20	0
Санкт-Петербург	781	2168	ЛМ	31	43	26	0
Города с населением 1–3 млн человек							
Новосибирск	123	423	КТМ (98 %), ЛМ (2 %)	5	0	95	0
Екатеринбург	460	460	«Татра» (92 %), «Спектр» (8 %)	8,5	0,5	39	52
Н. Новгород	319		«Татра» (54 %), КТМ (44 %), «Спектр» (1 %), ЛМ (1 %)	11	12	63	14

Города	Количество вагонов в системе		Марка подвижного состава	Доля вагонов возрастом, %			
	2013 г.	в период максимально-го развития		до 10 лет	10–20 лет	20–30 лет	более 30 лет
Казань	107		КТМ (69%), ЛМ (24%), «Спектр» (1%), РВЗ (6%)	27	36	37	0
Самара	432	440	«Татра» (90%), «Спектр» (10%)	11	9	45	35
Омск	93	300	КТМ	2	15	83	0
Челябинск	321		КТМ	2	10	88	0
Ростов-на-Дону	52	330	КТМ (75%), «Татра» (25%)	26	0	74	0
Уфа	161	250	КТМ (52%), «Татра» (47%), «Спектр» (1%)	1	36	44	35
Пермь	173		КТМ (94%), «Беларусь» (6%)	23	24	53	0
Красноярск	72		КТМ	7	18	75	0
Волгоград	333	333	«Татра»	1	1	34	64
Города с населением 500–1000 тыс. человек							
Саратов	224	332	КТМ	10	10	80	0
Краснодар	258	268	КТМ (48%), «Татра» (52%)	4,5	4,5	31	60
Ижевск	221	232	«Татра» (99,5%), «Спектр» (0,5%)	1	8	43	48
Ярославль	60	160	КТМ	54	6	40	0
Ульяновск	208	250	«Татра» (94%), КТМ (6%)	2	2	32	64
Барнаул	262	263	«Татра» (99,5%), ЛМ (1,5%)	0	0	100	0
Иркутск	69		КТМ	14	5	81	0
Хабаровск	77	103	КТМ (56%), ЛМ (11%), РВЗ (33%)	28	11	54	7
Владивосток	31	140	КТМ (85%), ЛМ (15%)	0	76	24	0
Новокузнецк	116	215	КТМ	10	59	31	0
Томск	43	158	КТМ	30	33	48	0
Кемерово	81		КТМ (93%), ЛМ (7%)	47	14	39	0
Н. Челны	120	122	КТМ	7	11	77	0
Липецк	50	220	КТМ (62%), «Татра» (48%)	0	47	53	0
Города с населением 250–500 тыс. человек							
Тула	129	292	КТМ (99%), ЛМ (1%)	0,5	1	98,5	0
Калининград	47	209	«Татра»	0	4	96	0
Курск	95	220	«Татра» (99%), «Спектр» (1%)	1	3	96	0
Тверь	89	196	«Татра» (64%), КТМ (36%)	2	42	15	41
Магнитогорск	250		КТМ	7	18,5	62,5	12

Окончание табл. 3

Города	Количество вагонов в системе		Марка подвижного состава	Доля вагонов возрастом, %			
	2013 г.	в период максимального развития		до 10 лет	10–20 лет	20–30 лет	более 30 лет
Улан-Удэ	65		КТМ	29	30	41	0
Орел	89		«Татра» (99%), «Спектр» (1%)	1,5	0	98,5	0
Н. Тагил	107		КТМ (84%), «Спектр» (16%)	17	29	53	0
Смоленск	72	120	КТМ (93%), ЛМ (7%)	18	31	51	0
Владикавказ	36	104	«Татра» (98,5%), КТМ (1,5%)	0	2	23	75
Череповец	53	185	КТМ	6	32	62	0
Волжский	76		КТМ (68%), «Татра» (32%)	3	2	58	37
Комсомольск-на-Амуре	40	40	РВЗ (43%), ЛМ (30%), КТМ (27%)	5	43	40	12
Таганрог	72	80	КТМ (90%), ЛМ (10%)	7,5	7,5	85	0
Города с населением 100–250 тыс. человек							
Орск	106	148	КТМ	0	15	85	0
Дзержинск	39	150	КТМ	5	26	69	0
Ангарск	84		КТМ	15	58	27	0
Нижнекамск	80	82	КТМ	11	12	77	0
Прокопьевск	88	144	КТМ	5	15	80	0
Старый Оскол	72	101	КТМ	18	0	62	20
Златоуст	67	74	КТМ	14	25	61	0
Коломна	65	81	КТМ (80%), ЛМ (20%)	9	51	40	0
Новочеркасск	19		КТМ	10	6	84	0
Салават	55	100	КТМ (63%), ЛМ (33%), РВЗ (4%)	9	20	34	37
Ачинск	50	76	КТМ	0	15	54	31
Бийск	105	141	КТМ	1	10	89	0
Новотроицк	64	70	КТМ	3	12	49	36
Пятигорск	78	81	«Татра» (86%), КТМ (14%)	0	15	85	0
Города с населением менее 100 тыс. человек							
Волчанск	5	5	КТМ (75%), «Спектр» (25%)	50	25	25	0
Усть-Илимск	45	64	КТМ	0	0	100	0
Красноурьинск	8	8	КТМ (50%), «Спектр» (50%)	50	0	50	0
Черемушки	6	6	ЛМ	0	75	25	0
Усолье-Сибирское	44	47	КТМ	5	10	75	10
Осинники	16	18	ЛМ (74%), РВЗ (26%)	26	42	26	6

Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте

Как видно из табл. 3, в большинстве городов списочный состав вагонов снизился в два и более раз. Наибольшее снижение количества вагонов произошло в Ростове-на-Дону (в шесть раз); в четыре раза снизился списочный состав во Владивостоке, Липецке, Калининграде, Новосибирске, Дзержинске; кроме того, в три раза снизилось число вагонов в городах Омске, Томске, Череповце, Владикавказе.

Отметим города со стабильными показателями списочного состава. Это Екатеринбург, Самара, Волгоград, Краснодар, Ижевск, Барнаул, Набережные Челны.

Условно разделим всю территорию России на четыре зоны для анализа трамвайных систем: центральная часть, Урал и Поволжье, Сибирь, Дальний Восток.

Центральная часть России исторически имеет большее количество трамвайных систем. Как показано на рис. 1, в городах европейской части России преобладают трамваи в возрасте от 20 до 30 лет (синий цвет на графиках). Наиболее молодым парком вагонов, а также наибольшим рынком сбыта трамваев является Москва. Доля вагонов в возрасте менее 10 лет в московском трамвайном парке составляет более половины.

А. А. Цириков | Проблема старения подвижного состава трамвайных систем России



Рис. 1. Возрастная структура трамвайных парков европейской части России (центральный район)

Трамвайные системы с количеством вагонов:

○ — менее 50; △ — 50–100; □ — 100–200; ◇ — 200–500; ◇ — более 500; □ — закрытые

Возраст ПС: ■ — старше 30 лет; ■ — 20–30 лет; ■ — 10–20 лет; ■ — менее 10 лет

Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте

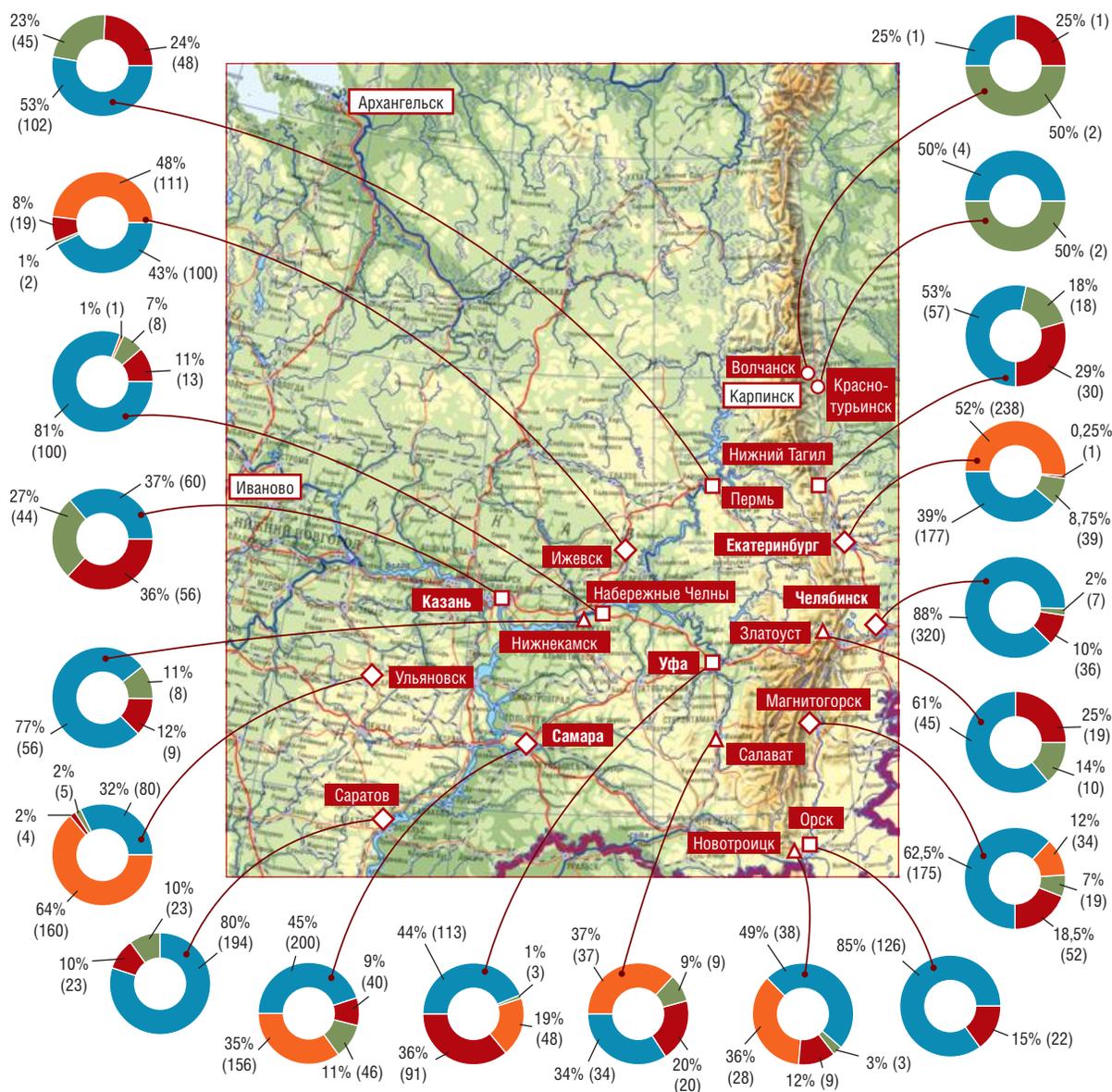
Несколько старше парк вагонов в Санкт-Петербурге, доля подвижного состава моложе 10 лет — около 30%.

Городами с наиболее старым подвижным составом являются Краснодар, Волгоград и Владикавказ, здесь более половины вагонов старше 30 лет.

На Урале и в Поволжье также преобладает подвижной состав в возрасте 20–30 лет (рис. 2). Обновление подвижного состава во всех городах данной территории идет крайне медленно. Если не считать Волчанска и Карпинска, где списочный парк вагонов не превышает 8 единиц, ни один город не имеет долю вагонов младше 10 лет более 30%.

Наиболее старый подвижной состав в структуре парка наблюдается в Ульяновске и Екатеринбурге, доля вагонов старше 30 лет составляет 64 и 52% соответственно.

По мере продвижения на восток количество крупных и крупнейших городов снижается, а вместе с этим снижается количество трамвайных систем. В Сибири на данный момент трамвай функционирует в 16 городах (рис. 3). Наиболее крупной и эффективной здесь является барнаульская трамвайная система. Правда, практически весь подвижной состав Барнаула в ближайшие годы достигнет возраста 30 лет, поэтому точка критического состояния здесь может наступить одновременно.



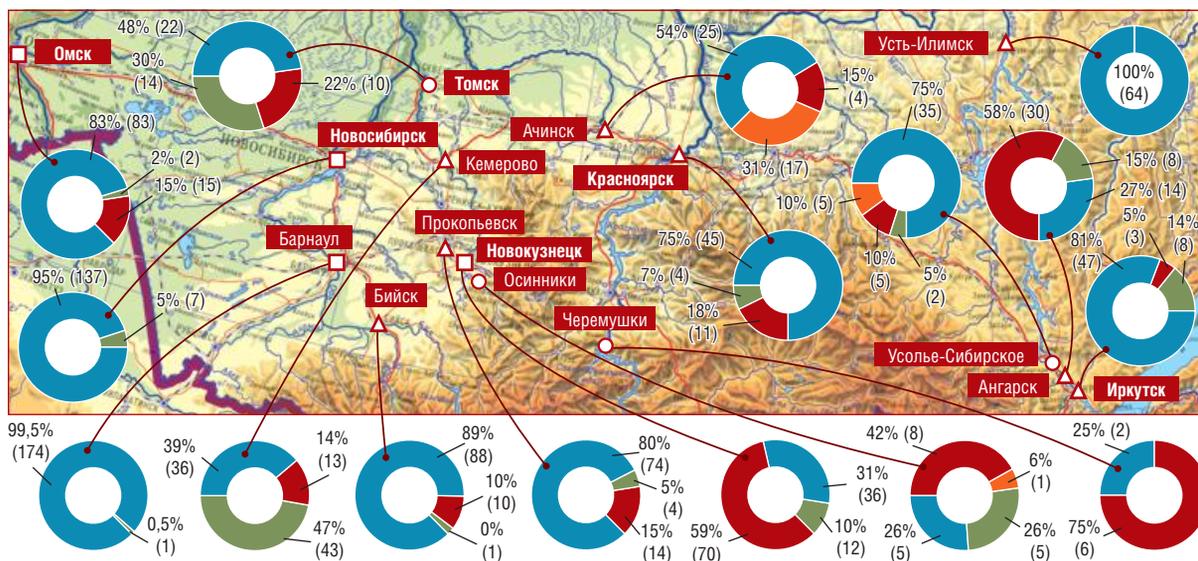


Рис. 3. Возрастная структура трамвайных систем Сибири

Трамвайные системы с количеством вагонов:

○ — менее 50; △ — 50–100; □ — 100–200; ◇ — 200–500

Возраст ПС: ■ — старше 30 лет; ■ — 20–30 лет; ■ — 10–20 лет; ■ — менее 10 лет

Так же, как на Урале, обновление трамваев в городах Сибири идет крайне вяло. Наиболее молодым можно назвать подвижной состав города Кемерово, где почти половина трамваев младше 10 лет.

Плотность населения Дальнего Востока еще ниже, чем в Сибири, поэтому здесь присутствует всего четыре трамвайных системы, в том числе одна из старейших систем России в городе Владивостоке (рис. 4). Трамвайное движение во Владивостоке было открыто в 1912 г., но это не помешало городу через 100 лет подвести трамвайную систему к грани закрытия.

Остальные три трамвайных города Дальнего Востока являются более стабильными, но особых перспектив их развития, а также значительного обновления подвижного состава не предвидится.

Заметим, что в городах, где эксплуатируются вагоны старше 30 лет, присутствует в основном подвижной состав марки «Татра» (Екатеринбург, Самара, Н. Новгород, Уфа, Ульяновск, Ижевск, Краснодар и т. д.) (табл. 3). Такое положение сложилось по двум причинам:

1. В советское время данные хозяйства получили лучшую квалификацию обслуживания подвижного состава при работе с импортными вагонами.

2. После 1990 г. переход на подвижной состав отечественного производства требовал полного переоснащения материально-технической базы, что привело (при недостатке финансирования) к патовой ситуации — необходимости поддержания старого и давно не выпускающегося подвижного состава.

В результате такие города, как Екатеринбург, покупают старые вагоны «Татра» и проводят капитально-восстановительный ремонт. Покупка одного нового вагона в 4–5 раз дороже восстановления старых.

Опыт этих городов, как и ряда зарубежных (Праги, Бостона, Сан-Франциско, Нового Орлеана, Лиссабона и др.), подтверждает, что можно эксплуатировать трамвайные вагоны старше 20, 50 и даже 70 лет достаточно успешно. Но для этого необходимо соблюдать несколько условий:

- наличие качественного обслуживания и ремонта подвижного состава;
- наличие базы для капитального, капитально-восстановительного ремонта и модернизации вагонов;
- наличие персонала необходимой квалификации для проведения ремонтов;
- состояние путевого хозяйства должно отвечать необходимым требованиям.

Однако изменения, произошедшие в транспортных системах городов в последние 20 лет, все же требуют обновления подвижного состава в силу его морально-го старения.

С появлением низкопольного подвижного состава дальнейшая эксплуатация высокопольных вагонов становится делом музейных и ретро-линий (Лиссабон, Новый Орлеан, Рио-де-Жанейро, Сан-Франциско), где старые трамвайные вагоны создают шарм и очарование центральных улиц городов и являются двигателем туризма.

Линии, нацеленные на ежедневные трудовые перевозки, должны получить низкопольный подвижной состав. Представьте, как будет выглядеть высокопольный трамвай на наших улицах уже через 3–5 лет, когда автобусы и троллейбусы большинства городов станут на 100% низкопольными, так как малый срок службы безрельсовой техники вызовет полное исчезновение высокопольных экземпляров. Уже сегодня в Москве пен-

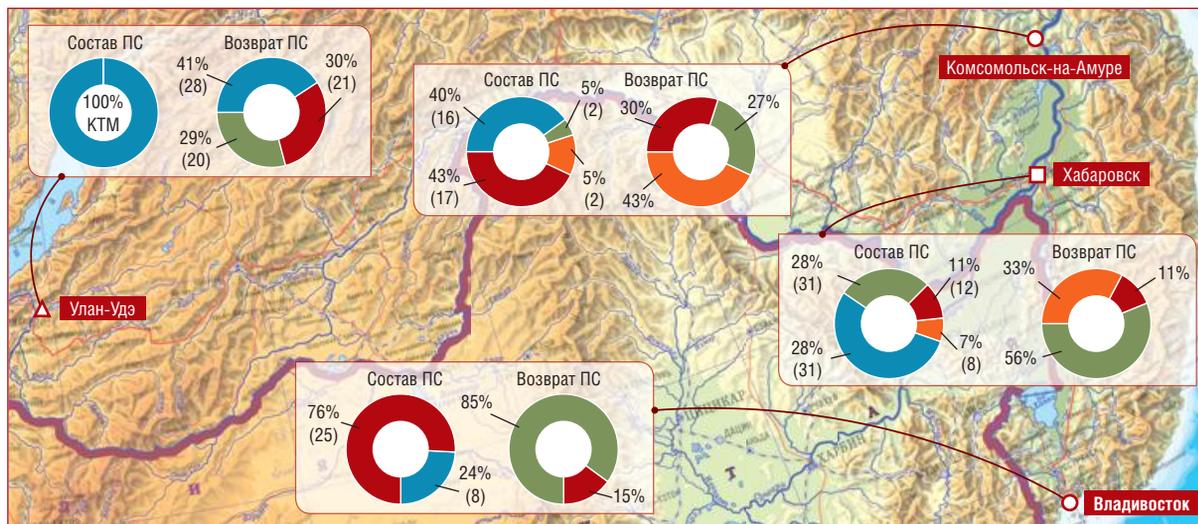


Рис. 4. Возрастная структура трамвайных систем Дальнего Востока

Трамвайные системы с количеством вагонов:

○ — менее 50; △ — 50–100; □ — 100–200; ◇ — 200–500

Возраст ПС: ■ — старше 30 лет; ■ — 20–30 лет; ■ — 10–20 лет; ■ — менее 10 лет

сионеры, тепло отзываясь о трамвае как о любимом и надежном виде транспорта, сетуют, что приходится ехать на автобусе из-за более удобной посадки в салон.

Второй причиной необходимости обновления парка является резкий рост текущих затрат при эксплуатации старого подвижного состава. Обслуживание вагонов превращается в кропотливую, чуть ли не музейно-реставрационную работу. Фактически большинство трамвайных систем РФ (особенно мелких) не имеют базы для капитального ремонта.

Расчет показывает, что с определенного момента гораздо выгоднее приобрести новые вагоны, чем ремонтировать старые. Именно по этой причине города Западной Европы даром передают на восток свои крепкие, качественные, но изношенные вагоны.

Сложившаяся ситуация с обновлением подвижного состава трамвайных систем отрицательно сказалась на работе машиностроительных заводов. На данный момент в России существует только три завода, занимающихся производством трамвайных вагонов: «Уралтрансмаш» (Екатеринбург), Усть-Катавский вагоностроительный завод (Челябинская область), Петербургский машиностроительный завод (Санкт-Петербург). Из этих заводов наиболее крупным является Усть-Катавский завод, который специализируется на трамвайных вагонах и является лидером продаж в России. Для завода «Уралтрансмаш» трамваи не являются профильным производством, поэтому завод будет функционировать и в случае отказа от покупки его вагонов. Наиболее сложная ситуация с заводом ПТМЗ, который, по сути, признан банкротом и остановил производство вагонов.

Переход на трамваи зарубежного производства потребует значительного роста затрат и обновления произ-

водственных баз. Трамвайные вагоны европейских стран (кроме Украины и Белоруссии) стоят в несколько раз дороже, чем российские. При переходе на европейские вагоны может потребоваться одновременная модернизация всей системы одновременно: замена путей и контактных подстанций, строительство новых вагоноремонтных мастерских и покупка 50–100 вагонов. Учитывая опыт последних 20 лет, можно утверждать, что подобные системы скорее закроют, чем будут постепенно модернизировать.

Что необходимо сделать, чтобы трамвайные системы выжили и вышли на необходимый финансовый уровень?

Как было показано выше, основной причиной деградации городского электрического транспорта в России является не только дефицит финансирования, но и отсутствие федеральной политики, направленной на научный подход к развитию транспортных систем городов, и контроля соблюдения указанной политики региональными и местными властями со стороны федеральных органов власти.

Для сохранения и развития трамвайного транспорта необходимо разработать и законодательно закрепить на федеральном уровне единую государственную политику по развитию транспортных систем городов, ориентированную на эффективное обеспечение высококачественного транспортного обслуживания населения на основе принципов устойчивого развития.

В качестве тактических шагов необходимо:

1. Развитие научного обоснования роли трамвая в транспортных системах городов как наиболее эффективного, экономичного вида транспорта, обеспечивающего высокое качество перевозок и полностью удовлетворяющего задачам устойчивого развития городов.

2. Распространение информации о роли трамвая в транспортных системах современных городов через СМИ и в непосредственных обращениях к руководителям городов и регионов.

3. Принятие долгосрочной федеральной программы софинансирования обновления подвижного состава и развития инфраструктуры трамвая, например в пропорции 30 на 70, и программы по развитию скоростных линий трамвая (короткие 2–3-летние программы не способны оживить трамвайные предприятия).

4. Создание в рамках МАП ГЭТ экспертных и конструкторских групп для повышения качества ремонтов и производства трамвайных вагонов.

5. Установление тарифов на тяговую электроэнергию на уровне цен для населения, с учетом социальной роли городского транспорта.

6. Создание нескольких центров модернизации и капитально-восстановительного ремонта вагонов по России (например, «Татра-УРАЛ» в Екатеринбурге, где будет производиться ремонт и модернизация вагонов «Татра» по Сибири, Уралу, Поволжью (Барнаул, Екатеринбург, Ижевск, Уфа)).

7. Объединение трамвайных систем одного региона (в концерн/холдинг или автономное предприятие), возможно, с переходом от муниципальной к региональной собственности (например, на Среднем Урале можно объединить трамвайные системы Екатеринбурга, Н. Тагила, Краснотурьинска, Волчанска). Крупным системам легче выживать, проще организовывать систему капитального ремонта вагонов и путевого хозяйства, закупать подвижной состав (особенно из регионального бюджета). Однако стоит заметить, что имеется негативный опыт подобной работы: к примеру, в Московской области объединение Коломны и Ногинска в трест «Мосoblэлектротранс» не привело к спасению Ногинской трамвайной системы. Для трамвайного хозяйства Коломны ногинский трамвай стал «обузой». При отсутствии надлежащего планирования и мероприятий по оздоровлению трамвай даже при поддержке «крепкого соседа» оказался нежизнеспособен. **ИТ**

Список литературы

1. Ваксман С. А., Мирошник А. В., Цариков А. А., Морозов А. С. Деградация трамвайных систем России в 1991–2011 годы // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния. Материалы XVIII Международной (двадцать первой Екатеринбургской) научно-практической конференции. — Екатеринбург : Изд-во АМБ, 2012. — С. 175–185.
2. Транспорт и связь в России. 2012 : стат. сб. / Росстат. — М., 2012. — 317 с.



Валерий Михайлович Самуйлов

Valeriy M. Samuylov



Александр Геннадьевич Галкин

Aleksandr G. Galkin



Сергей Валентинович Бушуев

Sergey V. Bushuev



Анастасия Дмитриевна Неволина

Anastasiya D. Nevolina

Транссибирская железнодорожная магистраль (Транссиб) — мост между Европой и Азией

The Trans-Siberian railway (Transsib) — a bridge between Europe and Asia

Аннотация

Сегодня Транссиб — это современная двухколейная полностью электрифицированная железная дорога. Ее технические возможности позволяют перевозить до 100 млн т грузов в год. При этом Транссибирская магистраль привлекает к себе повышенное внимание, так как с помощью ее дальнейшего развития и реконструкции возможно увеличить контейнерный оборот между Азией и Европой.

Ключевые слова: Транссибирская магистраль, международный транспортный коридор, контейнерные перевозки, транзитные маршруты.

Summary

Transsib today – is a modern double-track fully electrified railway. Its technical features allow carrying up to 100 million tons of cargo per year. In addition to the above, Trans-Siberian Railway has attracted attention, because its further development and reconstruction will make it possible to increase container traffic between Asia and Europe.

Keywords: Trans-Siberian railway, international transport corridor, container transport, transit routes.

Авторы Authors

Валерий Михайлович Самуйлов, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Александр Геннадьевич Галкин**, д-р техн. наук, председатель Уральского отделения РАТ, профессор, ректор Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Сергей Валентинович Бушуев**, канд. техн. наук, доцент, проректор по научной работе и международным связям Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Анастасия Дмитриевна Неволина**, студент-стажер 5-го курса электротехнического факультета Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Valeriy M. Samuylov, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: VSamuylov@mail.ru | **Aleksandr G. Galkin**, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: rector@usurt.ru | **Sergey V. Bushuev**, PhD in Engineering, Associate Professor of "Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport" chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Anastasiya D. Nevolina**, 5th year undergraduate trainee of Electrical Engineering Department at the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Транссиб — самая длинная железная дорога в мире, ее протяженность 9288,2 км. Магистраль соединяет европейскую часть, Урал, Сибирь, Дальний Восток. Она связывает российские и западные южные порты, а также железнодорожные выходы в Европу (Санкт-Петербург, Калининград, Новороссийск) с тихоокеанскими портами и железнодорожными выходами в Азию (Владивосток, Находка, Ванино, Забайкальск).

Транссибирская магистраль пересекает 8 часовых поясов, соединяет 87 российских городов, проходит по территории пяти федеральных округов и двух частей света. На Европу приходится около 19% длины Транссиба, на Азию — 81%. Условной границей Европы и Азии принят 1778-й км магистрали.

Вопрос о строительстве Транссибирской магистрали назревал достаточно долго. После выхода России к Тихому океану возникла неожиданная проблема: протяженность страны с запада на восток оказалась настолько огромной, что начала тормозить ее социально-экономическое развитие. В петровскую эпоху темп жизни империи ускорился, но строительство магистрали началось в 1891 г. по инициативе царя Николая II. Причем он оказался практически единственным, кто высказался о строительстве данной магистрали, так как эта грандиозная идея не встретила поддержки в высших государственных сферах.

В 1898 г. западная линия Транссиба подошла к Иркутску, но еще несколько лет пассажиры и грузы переправлялись через Байкал на пароме. Зимой на станции Байкал по льду прокладывали временные рельсы. Время путешествия из Москвы до Владивостока по железнодорожной магистрали сократилось с трех месяцев до двух недель.

Строительство Транссибирской магистрали потребовало огромных средств. По предварительным расчетам, стоимость должна была составить 350 млн рублей золотом. Чтобы удешевить строительство, в XIX в. проложили упрощенный вариант от Уссурийска и западно-сибирской линии до Челябинска и реки Оби. Для этого уменьшили ширину земляного полотна в насыпях и вы-

емки на горных участках. В советское время данная магистраль начала активное строительство в 1938 г.

Сегодня Транссиб — это современная двухколейная полностью электрифицированная железная дорога, технические возможности которой позволяют перевозить по ней до 100 млн т грузов в год. Самый быстрый поезд Транссиба № 1/2 «Россия» (сообщение Москва — Владивосток) проходит весь маршрут за 6 суток 2 часа (рис. 1).

Географические пределы Транссиба:

- 1) самая западная станция — Москва-3;
- 2) самая восточная станция — Хабаровск-2;
- 3) самая южная станция — Владивосток;
- 4) самая северная станция — Киров.

Основными направлениями Транссиба являются:

- 1) **Северное** (Москва — Ярославль — Киров — Пермь — Екатеринбург — Тюмень — Омск — Новосибирск — Красноярск — Владивосток);
- 2) **Южное** (Москва — Муром — Арзамас — Канаш — Казань — Екатеринбург — Тюмень — Омск — Барнаул — Новокузнецк — Абакан — Тайшет — Иркутск — Улан-Удэ — Чита — Хабаровск — Владивосток);
- 3) **Историческое** (Москва — Рязань — Рузаевка — Самара — Уфа — Миасс — Челябинск — Курган — Петропавловск — Омск — Новосибирск — Красноярск — Владивосток);
- 4) **Новое** (Москва — Нижний Новгород — Киров — Пермь — Екатеринбург — Тюмень — Омск — Новосибирск — Красноярск — Владивосток).

В 1994 г. были созданы международные транспортные коридоры (рис. 2). Транссиб лег в основу международного транспортного коридора № 2 («Восток — Запад»). Второй коридор должен обеспечить более полноценную связь между востоком и западом, так как в перспективе дойдет до Находки и Владивостока, загрузит Транссибирскую магистраль как транзитный путь между Европой и странами Азиатско-Тихоокеанского региона. В настоящее время Транссибирская магистраль осуществляет пуск контейнерных поездов с укороченным временем оборота до Польши, Германии, Венгрии, Швей-



Рис. 1. Направления Транссибирской магистрали [1]

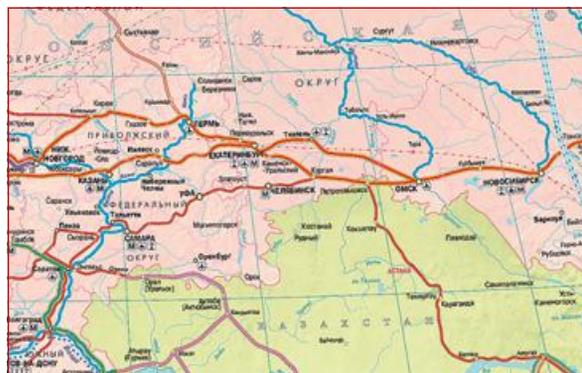


Рис. 2. Международные транспортные коридоры

царии. Для перехода с отечественной колеи (1520 мм) на европейскую (1435 мм) используются специальные раздвижные колесные пары.

Транссибирская железнодорожная магистраль является осью МТК-2. Соединяет три участка широтного направления (Екатеринбург — Пермь — Нижний Новгород — Москва; Екатеринбург — Казань — Москва; Челябинск — Уфа — Сызрань — Москва), дополняя инфраструктуру автомобильных дорог, речных портов и аэропортов европейской части России.

С целью создания наиболее привлекательных условий для перевозки грузов между Европой и странами Азиатско-Тихоокеанского региона Правительством Российской Федерации было принято решение о продлении МТК-2 до Екатеринбурга и соединении с Транссибирской магистралью. Проект МТК-2 включен в федеральную целевую программу «Модернизация транспортной системы России». По заданию Российского дорожного агентства был разработан проект автомагистрали Лондон — Париж — Берлин — Варшава — Минск — Москва — Нижний Новгород — Екатеринбург, в котором рассмотрены варианты сооружения скоростной автомагистрали по территории России. Общая протяженность данной автомагистрали составит 4800 км. Продление МТК-2 до Екатеринбурга упростит интеграцию Урала в мировую систему контейнерных перевозок, которые на сегодняшний день являются самым популярным в мире способом транспортировки грузов (их удельный вес составляет более 50%) [2, 3].

Более полное использование преимуществ географического и развитого экономического положения Екатеринбурга требует создания современного транспортно-логистического узла. По поручению правительства Свердловской области была разработана «Концепция развития транспортно-логистической системы Свердловской области на 2008–2015 годы с перспективой до 2030 года». Целью этой концепции является разрешение Свердловской области активно участвовать в процессах, сопровождающих интеграцию России в глобальную транспортную систему и реализацию транзитного потенциала российской экономики. Реализация концепции приведет к тому, что общий грузопоток в системе увеличится более чем в два с лишним раза — до 60 млн т в год. Екатеринбург станет крупнейшим логистическим центром международного уровня, в котором будет расположен управляющий центр, обслуживающий международные, межрегиональные связи и транзитные потоки Транссиба и МТК-2 [2].

Таким образом, основными направлениями развития Транссиба являются [1]:

- 1) развитие железнодорожной инфраструктуры;
- 2) сотрудничество с иностранными железными дорогами и организациями;
- 3) развитие технологий интермодальных перевозок;
- 4) развитие логистической отрасли;

5) внедрение современных информационных технологий.

К 2015 г. планируется транспортный продукт «Транссиб за 7 суток» — 1400 км в сутки, текущая скорость движения составляет 1100 км в сутки (8 суток). Максимальный объем перевозок был зафиксирован в 2012 г. и составил 111,2 млн т (рис. 3).

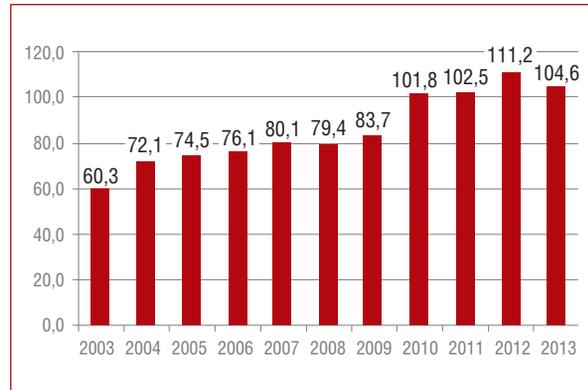


Рис. 3. Объем перевозок грузов по Транссибу, млн т [1]

Стратегическими задачами по увеличению контейнерного оборота между Азией и Европой являются [1]:

- 1) увеличение доли контейнерных перевозок и их интеграция в комплексные транспортно-логистические решения;
- 2) переориентация части транзитного контейнерного грузопотока из стран АТР с трансокеанских маршрутов в сторону альтернативных путей доставки грузов, в том числе по Транссибирской магистрали;
- 3) увеличение роли Транссиба в объеме перевозок импортных грузов в Россию из зарубежных стран.

Большую роль в обеспечении устойчивых связей между Европой и странами Азиатско-Тихоокеанского региона, привлечении грузов на Транссиб играет организация прямого железнодорожного сообщения между Республикой Корея и Российской Федерацией. Это станет возможным при восстановлении Транскорейской магистрали с выходом на Транссиб через пограничный переход Хасан — Туманган.

Прогнозируемые объемы перевозок по Транскорейской магистрали могут составить 4,9 млн т, а ее соединение с Транссибом создаст самый короткий в мире транзитный коридор «Азия — Европа — Азия». Реализация этой концепции могла бы открыть новые перспективы международного сотрудничества.

Но развитие железнодорожного транспортного пути между Европой и Азией — это лишь составляющая часть транспортной цепи. В настоящий момент преобразование и развитие проводится на всех видах транспорта.

Появление новых транзитных маршрутов в евроазиатском сообщении увеличит возможность переработки грузов, идущих из России или через нее (рис. 4).



Рис 4. Транзитные маршруты в евро-азиатском сообщении [1]

При этом возникают ключевые проблемы, которые необходимо решить для развития международного интермодального бизнеса в коридоре «Восток — Запад» [1]:

- 1) повышение конкурентоспособности сквозной ставки на рассматриваемом направлении;

- 2) внедрение единых информационных технологий и электронного документооборота в неразрывном взаимодействии с пограничными и таможенными органами;
- 3) решение проблемы расхождения норм национального и международного транспортного права;
- 4) обеспечение эффективного технологического взаимодействия различных видов транспорта;
- 5) обеспечение соответствия железнодорожных и интермодальных транспортных продуктов международным стандартам сохранности грузов и безопасности.

Комплексное развитие транспортной системы невозможно без мощной информационной поддержки, обеспечивающей эффективное управление транспортным комплексом России и мониторинг выполнения федеральной целевой программы. Комплексный подход позволит получить максимальный синергетический эффект от развития транспортной системы. **ИТ**

Список литературы

1. Якунин В. И. Развитие Транссиба: интеграция в глобальную транспортную систему и обеспечение конкурентоспособных евро-азиатских перевозок: доклад на XXIII пленарном заседании Международной ассоциации «Кординационный совет по транссибирским перевозкам», 4–5 сентября 2014 г., Екатеринбург.
2. Неволина А. Д., Самуйлов В. М. Проблема организации и управления в создании и функционировании международного транспортного коридора «Запад — Восток» // Инновационный транспорт. — 2012. — № 3 (4). — С. 53–56. — ISSN 2311-164X.
3. Покровская О. Д., Самуйлов В. М., Неволина А. Д. Инфраструктура международных транспортных коридоров // Инновационный транспорт. — 2013. — № 3 (9) — С. 33–37. — ISSN 2311-164X.



**Александр
Борисович
Левин**

**Aleksandr B.
Levin**



**Александр
Васильевич
Смолянинов**

**Aleksandr V.
Smolyaninov**



**Александр
Эдуардович
Павлюков**

**Aleksandr E.
Pavlyukov**

Разработка технического облика трехосной тележки грузовых вагонов

Development of technical configuration of three-axle freight car bogie

Аннотация

На основании анализа конструкций существующих отечественных и зарубежных трехосных тележек, а также различных конструкторских решений, идей, изложенных в патентах передовых в области вагоностроения стран, сформирована информационная модель образования определения множества технических решений предполагаемой трехосной тележки в виде обобщенной структурной схемы.

Для характеристики подсистем и различного исполнения их узлов разработаны показатели, которые оцениваются экспертами с помощью рейтинга в интервале значений от 0,1 до 1.

Для разработки конструкторской документации с учетом ранжирования предлагается технический облик трехосной тележки.

Ключевые слова: трехосная тележка, структурная схема, технический облик, показатели, рейтинг.

Summary

Based on the analysis of structures of existing domestic and foreign three-axle bogies, as well as various design solutions and ideas contained in patents issued in railcar engineering leader countries, an information model has been created to define the technical solutions for the proposed three-axle bogie as a generalized block diagram.

To characterize the subsystems and various design of their components, indicators have been developed that are evaluated by experts using a ranking within the range from 0.1 to 1.

Technical configuration of the three-axle bogie is proposed for the development of design documentation, taking into account the ranking,

Keywords: three-axle bogie, block diagram, technical configuration, indicators, ranking.

Авторы Authors

Александр Борисович Левин, генеральный директор ООО «Уральское конструкторское бюро вагоностроения», Нижний Тагил, Россия; e-mail: mail@ukbv.ru | **Александр Васильевич Смолянинов**, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Вагоны» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: asmolyaninov@inbox.ru | **Александр Эдуардович Павлюков**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Вагоны» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Aleksandr Borisovich Levin, General Director of Ural Railcar Design Bureau LLC, Nizhny Tagil, Russia; e-mail: mail@ukbv.ru | **Aleksandr Vasilyevich Smolyaninov**, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of "Railway Cars" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: asmolyaninov@inbox.ru | **Aleksandr Eduardovich Pavlyukov**, DSc in Engineering, Professor of "Railway Cars" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Увеличение грузоподъемности вагона при ограничении расчетной величины осевых нагрузок может быть обеспечено за счет увеличения числа осей. В работе [1] авторами показано, что эффективность шестиосных полувагонов с нагрузкой от оси на рельсы 23,5 тс по погонной нагрузке на 12,7% выше аналогичных четырехосных вагонов. В связи с этим в ближайшее время отечественные заводы-производители вагонной продукции намерены возобновить проектирование и производство трехосных тележек грузовых вагонов. Конструкции многоосных тележек, реализующие осевую нагрузку 23,5–25 тс/ось, должны обладать пониженным динамическим воздействием на путь за счет оптимального проектирования рессорного подвешивания и введения новых узлов в ее конструкцию. При разработке тележек инновационного вагона необходимо обеспечить нагрузку от оси на рельсы 25–27 тс/ось без увеличения воздействия на путь и его элементы. Следует заметить, что основные параметры инновационного грузового вагона определяются конструктивным исполнением тележки и ее параметрами [2].

Для создания конструкции новой тележки целесообразно учитывать ретроспективный опыт создания ходовых частей шестиосных вагонов. На железных дорогах США трехосные тележки шестиосных вагонов начали разрабатывать еще в 30-е гг. XX в. При разработке первых отечественных трехосных тележек в СССР был использован опыт США, адаптированный применительно к нашим технологиям и конструкторскому менталитету. В современных условиях проектирование трехосной тележки предлагается выполнять с учетом накопленного отечественного опыта и традиций проектирования данных объектов. При выборе параметров для трехосной тележки, предназначенной для отечественных железных дорог, необходимо также учитывать технологические возможности отечественных предприятий, имеющих богатый опыт изготовления литых несущих элементов и недостаточный опыт создания несущих элементов в штампованном исполнении.

Трехосные тележки создавались в 1955–1962 гг. для применения под шестиосными грузовыми вагонами грузоподъемностью 93–95 тс. Над созданием динамически устойчивой по ходовым качествам и по воздействию на путь, а также надежной в эксплуатации конструкции трехосной тележки работали Крюковский (КВЗ) и Уральский (УВЗ) вагоностроительные заводы. К 1962 г. в эксплуатации находилось несколько типов трехосных тележек производства Крюковского вагоностроительного завода: КВЗ-1, КВЗ-1м, КВЗ-2, КВЗ-2м; Уральского вагоностроительного завода: УВЗ-9м, УВЗ-9к с центральным рессорным подвешиванием и тележки УВЗ-7, УВЗ-10, УВЗ-10м с буксовым рессорным подвешиванием, а также тележка совместной разработки КУВЗ. Отмеченные модели тележек вписывались в два концептуальных конструкторских направления, а именно: тележ-

ки с буксовым подвешиванием и с центральным подвешиванием. В процессе эксплуатации трехосных тележек выявлены следующие недостатки:

- неудовлетворительные динамические качества, вследствие чего шестиосные полувагоны оказывали повышенное воздействие на путь;
- интенсивный износ гребней у средней колесной пары;
- неустойчивая работа рычажной передачи.

На горнорудных предприятиях при эксплуатации вагонов-самосвалов на трехосных тележках наблюдаются сходы вагонов с рельс в кривых малого радиуса. Подъем вагона на пути достаточно проблематичен, так как вкатывание тележки производится посредством «лягушки», при этом первая и вторая колесные пары становятся на рельсы, а третья колесная пара скатывается наружу кривой.

На основании анализа конструкций существующих отечественных и зарубежных трехосных тележек, а также различных конструкторских решений, идей, изложенных в патентах передовых в области вагоностроения стран, сформирована информационная модель образования определения множества технических решений (ТРК) предполагаемой трехосной тележки в виде обобщенной структурной схемы (рис. 1).

Цель процесса формирования технического облика тележки — обоснование количественных значений основных определяющих параметров проектируемого объекта.

При формировании технического облика тележки как сложного технического объекта возникает существенная проблема неопределенности целей и неполноты информации. Причем традиционный путь учета факторов неопределенности на основе вероятностного и статистического моделирования может оказаться неадекватным решаемым задачам и может привести к неверным результатам, так как функционирование сложных организационно-технических систем на практике характеризуется неопределенностью «нестохастического» типа вследствие:

- неполноты или отсутствия знаний о поведении отдельных входящих в систему элементов и подсистем, а также взаимосвязей между ними;
- невозможности или ограниченной возможности экспериментального исследования процессов, не позволяющей получить достаточную статистическую информацию о наиболее важных характеристиках системы [3].

Исходя из разработанной обобщенной структурной схемы, на базе конструктивных схем трехосных тележек отечественного производства сформированы четыре конструктивных варианта трехосных тележек для сравнительного моделирования в программном комплексе УМ [4]. Полученные результаты моделирования показали, что по большинству показателей преимущество имеет вариант тележки БПм (рис. 2).

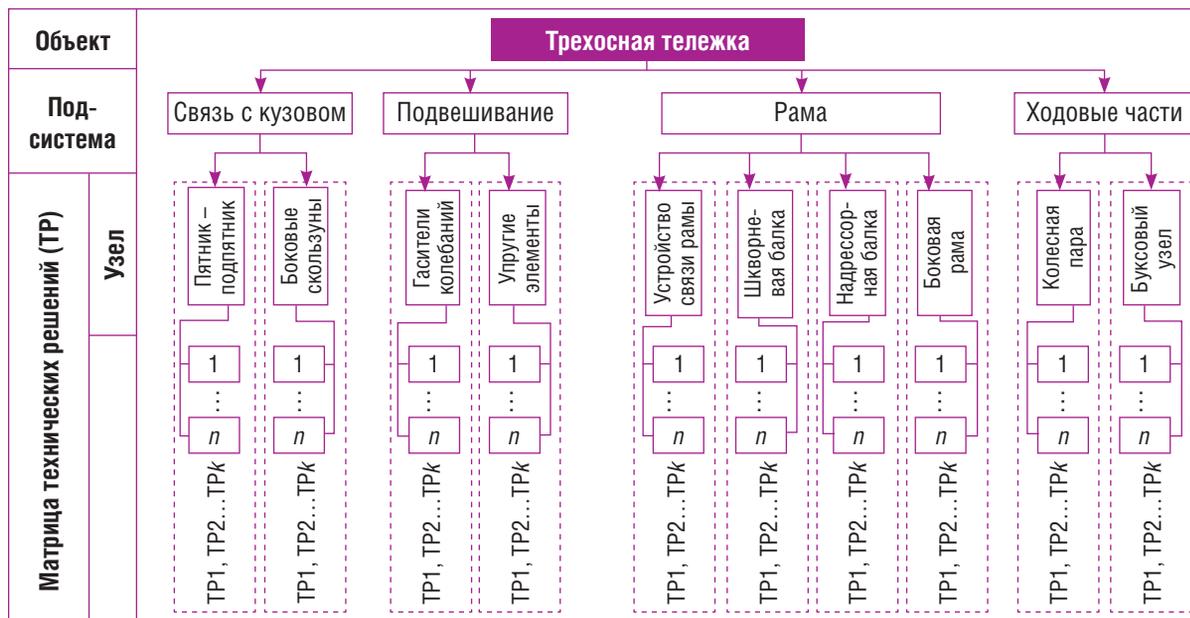


Рис. 1. Иерархическая обобщенная структурная схема трехосной тележки грузового вагона

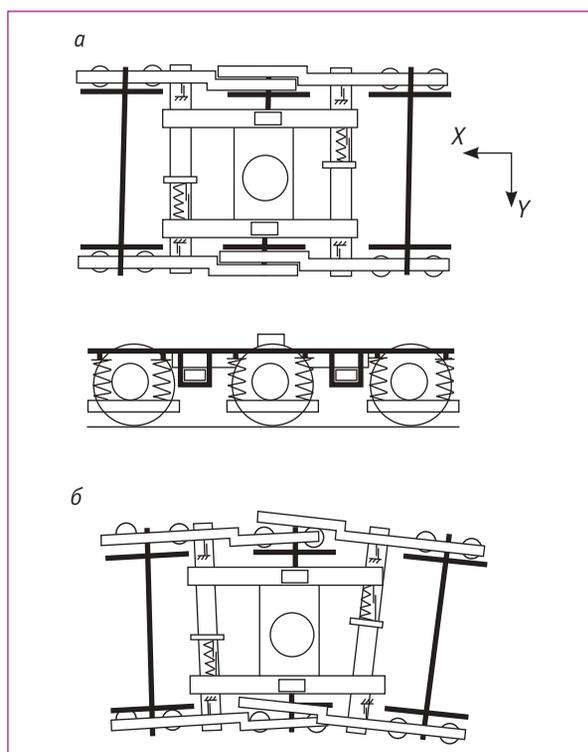


Рис. 2. Конструктивная схема трехосной тележки:
 а — схема связей тележки;
 б — геометрия тележки при вписывании в кривые

Однако это не означает, что выигрыш в динамике стал решающим в выборе конструктивной схемы тележки. Дело в том, что использование заранее обусловленных схем тележек перед моделированием сужает возможность применения устройств из различных конструктивных схем в одной. При создании технического об-

лика использовались не только критерии, которые могут быть выражены количественно, но и основанные на опытных данных, предпочтениях, тенденциях и даже психологические. Разумеется, это усложняет оценку преимуществ того или иного варианта, так как указанные критерии почти невозможно формализовать. Поэтому для создания технического облика тележки и последующего анализа предлагаются экспертные системы, оперирующие экспертными оценками, основанными на опыте и знаниях эксперта (или группы экспертов).

Для использования рейтинговой системы воспользуемся структурной схемой тележки, представленной на рис. 1. Таким образом, подсистемы и различные исполнения их узлов характеризуются рядом показателей, которые оцениваются экспертами с помощью рейтингов в интервале значений от 0,1 до 1, при этом наиболее высокая оценка 1, а наиболее низкая 0,1. Затем рейтинги суммируются по узлам, и далее узлы, получившие максимальный рейтинг, отбираются в новую тележку исполнения подсистем. В данную методику для более объективного результата возможно включение экспертных оценок, когда для каждого показателя выбирается весовой коэффициент по степени «важности», выбираемый группой экспертов, при этом рейтинг показателя умножается на него перед суммированием. Однако в данной работе использовался упрощенный вариант, когда все весовые коэффициенты равны единице. На этом этапе решается задача максимального учета показателей и оценка их весового соотношения.

В соответствии с иерархической обобщенной структурной схемой трехосной тележки грузового вагона ниже приведена рейтинговая сравнительная оценка вариантов конструкции тележек и ее узлов.

1. Связь с кузовом

1.1. Узел «пятник — подпятник»

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Плоский	Сферический
Передача вертикальной нагрузки от кузова на тележку	1,0	1,0	1,0
Невозможность кромочного опирания кузова пятника на подпятник тележки (боковая качка и галопирование вагона)	1,0	0,0	1,0
Передача горизонтальной нагрузки от кузова вагона на тележку	1,0	1,0	0,75
Стабильность сил трения сопротивления повороту тележки	1,0	0,75	0,9
Эффективное применение износостойких прокладок	1,0	0,85	0,85
Применение новых технологий изготовления и контроля качества	1,0	0,8	0,6
Взаимозаменяемость	1,0	1,0	0,5
Суммарный рейтинг	7,0	5,4	5,6

1.2. Узел «боковой скользун»

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Упругий постоянный контакта	Жесткий зазорного типа
Увеличение критической скорости движения (особенно в порожнем движении)	1,0	1,0	0,75
Обеспечение постоянного момента сопротивления повороту тележки	1,0	1,0	0,75
Коэффициент горизонтальной динамики	1,0	1,0	1,0
Коэффициент вертикальной динамики	1,0	1,0	0,75
Снижение усилий взаимодействия гребней с боковой поверхностью рельса (прямые)	1,0	1,0	0,75
Усилия во взаимодействии гребня с боковой поверхностью рельса (кривые)	1,0	0,75	1,0
Исключение боковой перевалки кузова	1,0	1,0	0,0
Суммарный рейтинг	7,0	6,75	5,0

2. Подвешивание

2.1. Узел «гаситель колебаний»

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Фрикционные (одноосные демпферы)	Фрикционные (клиновья система демпфирования)	Гидравлические (вязкоупругие)
Стабильность работы во всем диапазоне скоростей движения	1,0	0,5	0,6	0,8
Отсутствие износов в узлах трения	1,0	0,5	0,5	1,0
Обеспечение раздельного гашения колебаний	1,0	0,5	1,0	1,0
Стабильность величины относительного трения	1,0	0,5	0,75	0,9
Ремонтопригодность	1,0	0,5	1,0	0,5
Суммарный рейтинг	5,0	3,0	3,85	4,2

2.2. Расположение в тележке

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Буксовое	Центральное
Неограниченность применения в зависимости от конструкции рамы тележки	1,0	0,5	1,0
Совмещение в подвешивании «жесткого» и «мягкого» элементов подвешивания	1,0	1,0	0,25
Мировые тенденции и разработанность элементов подвешивания	1,0	0,75	0,25
Взаимодействие с напольными приборами контроля (КТСМ)	1,0	0,5	0,75
Уменьшение веса необрессоренных частей тележки	1,0	0,75	0,50
Динамические показатели (динамика необрессоренных масс, воздействие на путь и т. п.)	1,0	0,5	0,75
Суммарный рейтинг	6,0	4,0	3,5

2.3. Узел «упругие элементы»

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Рессоры (металлические)	Пружины
Снижение массы и габаритных размеров элементов при прочих равных условиях	1,0	0,5	1,0
Реализация упругих и демпфирующих свойств	1,0	1,0	0,75
Простота в изготовлении	1,0	0,5	1,0
Обеспечение стабильности работы (сохранение заданных параметров)	1,0	0,75	1,0
Возможность регулирования жесткости в зависимости от загрузки вагона (билинейное подвешивание)	1,0	0,75	1,0
Конструктивные свойства (компактность, модульность, создание комплектов под нагрузку)	1,0	0,75	1,0
Удельный вес на единицу прогиба	1,0	0,75	1,0
Ограничения температурного воздействия	1,0	1,0	0,75
Суммарный рейтинг	8,0	6,0	7,5

2.4. Тип рессорного подвешивания

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Линейное	Билинейное
Увеличенный статический прогиб	1,0	0,5	1,0
Снижение коэффициентов динамических перегрузок порожнего вагона	1,0	0,5	0,75
Суммарный рейтинг	2,0	1,0	1,75

3. Рама тележки

3.1. Связь рамы

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Жесткая	Нежесткая
Отсутствие перекоса каркаса тележки в плане	1,0	1,0	0,0
Надежность тележки за счет уменьшения количества элементов и их последовательного соединения	1,0	0,75	0,25
Возможность установки дополнительных устройств, обеспечивающих радиальную установку колесных пар	1,0	0,5	0,5
Появление дополнительных (кососимметричных) нагрузок	1,0	0,0	0,75
Ограничения по конструктивному исполнению рессорного подвешивания	1,0	0,25	0,75
Прохождение кривых малого радиуса	1,0	0,5	0,7
Суммарный рейтинг	6,0	3,0	3,7

3.2. Способ изготовления

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Литая	Штампов-сварная
Тележка с жесткой рамой	1,0	0,0	1,0
Тележка с нежесткой рамой	1,0	0,5	0,5
Технологические возможности предприятия и опыт изготовления аналогичных деталей	1,0	1,0	0,0
Применение новых технологий изготовления и контроля качества	1,0	0,85	0,6
Трудоемкость изготовления	1,0	0,85	0,55
Суммарный рейтинг	5,0	3,2	2,65

4. Устройства взаимосвязей

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Связь шкворневой и надрессорных балок	Связь буксовых узлов и боковых рам	Связь надрессорных балок и боковых рам
Износ гребней колесных пар и боковой износ головок рельсов	1,0	0,75	0,9	0,9
Создание условий вкатывания колеса на головку рельса	1,0	0,6	0,8	0,7
Износ и поломки конструктивных элементов связей	1,0	0,9	0,7	0,8
Изменение геометрии рамы в процессе движения (забегание боковых рам, депланация)	1,0	0,5	0,65	0,7
Суммарный рейтинг	4,0	2,75	3,05	3,1

4.1. Связь шкворневой и надрессорных балок, буксовых узлов и боковых рам, надрессорных балок и боковых рам

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Упругая	Жесткая (с зазорами)
Оптимальное вписывание тележки в кривые участки пути	1,0	0,9	0,7
Износы в узлах соединения деталей	1,0	0,85	0,5
Сложность конструкции	1,0	0,7	0,9
Технологичность изготовления	1,0	0,75	0,9
Суммарный рейтинг	5,0	3,2	3,0

5. Тормозное оборудование

5.1. Место расположения

Наименование показателя	Весовой коэфф.	На тележке	На вагоне
Эффективность торможения	1,0	0,9	0,65
КПД тормозной передачи	1,0	0,85	0,65
Ремонтопригодность	1,0	1,0	0,75
Суммарный рейтинг	3,0	2,75	2,05

5.2. Тип тормозной передачи

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Рычажная классическая с тормозными приборами на раме вагона	Дисковая	Рычажная с размещением тормозного оборудования на тележке
Независимость торможения от внешних факторов окружающей среды	1,0	0,5	0,8	0,8
Отсутствие дефектов колес на поверхности катания при торможении	1,0	0,5	0,9	0,5
Незначительный нагрев поверхности катания колеса	1,0	0,6	0,9	0,6
Отсутствие явления «неотпущенных тормозов»	1,0	0,5	0,8	0,8
Регулировка тормозной рычажной передачи	1,0	0	0,5	0,9
Невысокий прогрев всего диска колеса при неотпущенных тормозах	1,0	0,5	0,9	0,7
Ремонтопригодность	1,0	0,75	0,5	1,0
Применение новых технологий изготовления и контроля качества	1,0	0,8	0,5	0,75
Суммарный рейтинг	8,0	4,15	5,8	6,05

6. Буксовый узел

6.1. Узел «буксовый узел крайних колесных пар»

Наименование показателя	Весовой коэфф.	Букса	Адаптер с упругой вставкой
Исключение износа элементов «боковая рама — корпус буксы»	1,0	0,0	0,75
Гашение высокочастотных колебаний	1,0	0,0	1,0
Снижение массы необрессоренных частей тележки	1,0	0,0	0,5
Оптимальное вписывание тележек в кривые	1,0	0,0	0,5
Снижение динамического воздействия на путь	1,0	0,0	0,75
Суммарный рейтинг	5,0	0,0	3,5

6.2. Узел «буксовый узел средней колесной пары»

Наименование показателя	Весовой коэфф.	С буксой со съёмным балансиrom	С буксой-балансиrom
Исключение износа элементов «боковая рама — корпус буксы» («балансиr — корпус буксы»)	1,0	0,7	1,0
Снижение массы необрессоренных частей тележки	1,0	0,5	1,0
Оптимальное вписывание тележек в кривые	1,0	0,5	0,3
Технологичность изготовления	1,0	0,5	0,5
Взаимозаменяемость колесных пар с другими типами тележек	1,0	1,0	0,0
Эксплуатационная надежность подшипника в эксплуатации	1,0	1,0	1,0
Эксплуатационная надежность буксового узла	1,0	1,0	1,0
Равномерное распределение вертикальных нагрузок между колесными парами	1,0	0,5	0,75
Сложность конструкции	1,0	0,5	0,75
Суммарный рейтинг	10,0	6,2	6,3

7. Тележка в сборе

7.1. База тележки

Наименование показателя	Весовой коэфф.	С базой менее 3500 мм	С базой 3500 мм
Движение по прямым и кривым радиусом 650 м и более со скоростью до 120 км/ч	1,0	1,0	1,0
Движение по кривым радиусом менее 350 м с допускаемыми скоростями	1,0	0,75	0,5
Создание условий вкатывания колеса на головку рельса	1,0	0,5	0,25
Снижение влияния смежных колесных пар на величину их вертикального воздействия на элементы верхнего строения пути	1,0	0,5	0,75

Наименование показателя	Весовой коэфф.	С базой менее 3500 мм	С базой 3500 мм
Интенсивность износа гребней колес в прямых (грузеный и порожний режимы)	1,0	0,75	0,25
Интенсивность износа гребней колес в кривых (грузеный режим)	1,0	0,25	0,75
Устойчивость по вкатыванию колеса на рельс	1,0	0,75	0,5
Вертикальное воздействие на верхнее строение пути	1,0	0,5	0,75
Снижение динамического воздействия колеса на рельс	1,0	0,5	0,75
Плавность хода	1,0	0,5	0,75
Показатели бокового воздействия на путь	1,0	1,0	1,0
Поперечные и вертикальные ускорения кузова в районе пятника	1,0	1,0	1,0
Суммарный рейтинг	12,0	8,0	8,25

Для разработки конструкторской документации с учетом ранжирования предлагается следующий технический облик трехосной тележки [5]:

Наименование узла	Выбор конструкции
Рама тележки	
Связь рамы	Нежесткого типа: – боковые рамы — 2 шт.; – надрессорные балки — 2 шт.; – шкворневая балка — 1 шт.
Способ изготовления деталей рамы	Литые
Подвешивание	
Расположение в тележке	Буксовое
Тип рессорного подвешивания	Билинейное
Гаситель колебаний	Гидравлические (упруго-вязкие)
Буксовый узел	
Крайние колесные пары	Адаптер с упругой вставкой
Средняя колесная пара	Букса-балансир
Тормозное оборудование	
Место расположения	На тележке
Тип тормозной передачи	Рычажная
Связь с кузовом	
Пятник — подпятник	Сферический
Скользун	Упругий постоянного контакта
Тележка в сборе	
База тележки	3500 мм
Устройство взаимосвязей шкворневой и надрессорных балок, буксовых узлов и боковых рам, надрессорных балок и боковых рам	Упругое

Вывод

В процессе формирования технического облика тележки принимается более двух третей решений по проекту, и от качества этих решений зависит возможность создания объекта в заданные сроки при ограниченном финансировании программы. **ИТ**

Список литературы

1. Смольянинов А. В., Филиппов В. Н., Козлов И. В., Давыдов А. Н. Параметры и конструктивное исполнение высокопроизводительного подвижного состава // Транспорт Урала. — Екатеринбург, 2013. — № 1 (36). — С. 46–49.
2. Левин А. Б., Павлюков А. Э., Смольянинов А. В. Оценка демпфирующих свойств буксового подвешивания многоосных тележек грузовых вагонов // Транспорт Урала. — Екатеринбург, 2014. — № 2 (41). — С. 27–32.
3. Калимулин М. Р. Анализ процесса формирования технического облика особо легких высокоподвижных колесных транспортных средств для горных условий эксплуатации // Наука и образование : электронный научно-технический журнал. — 2012. — № 11. — URL: <http://technomag.edu.ru/doc/465856.html>
4. Анализ и подбор оптимальных динамических показателей инновационной универсальной трехосной тележки с максимальной расчетной статической нагрузкой от колесной пары на рельс 25 тс : отчет о НИР / Погорелов Д. Ю. — Брянск : Брянский государственный технический университет, 2014. — 174 с.
5. Разработка рекомендаций по оптимизации конструкций деталей и сборочных единиц трехосной тележки : отчет о НИР / Смольянинов А. В. — Нижний Тагил : Уральское конструкторское бюро вагоностроения, 2014. — 115 с.



**Андрей Васильевич
Крюков**

Andrey V. Kryukov



**Василий Пантелеймонович
Закарюкин**

Vasily P. Zakaryukin

Концепция интеллектуальной системы тягового электроснабжения

A concept of smart traction power supply system

Аннотация

На основе системного анализа и имитационного моделирования выявлены наиболее эффективные направления использования современных технических средств для управления режимами систем тягового электроснабжения. Показано, что на их основе возможно формулировать и решать сложные задачи централизованного управления режимами в реальном времени с использованием технологий интеллектуальных сетей smart grid.

Работа выполнена в рамках плана научных исследований по направлению «Интеллектуальные сети (Smart Grid) для эффективной энергетической системы будущего». Договор № 11.G34.31.0044 от 27.10.2011.

Ключевые слова: системы электроснабжения железных дорог, технологии интеллектуальных сетей smart grid.

Summary

Based on system analysis and simulation modeling, the most effective ways of using advanced hardware to control traction power system modes are identified. It is shown that on their basis it is possible to formulate and solve complex problems of centralized online mode control using smart grid technologies. The work was performed as part of research plan in "Smart Grids for Efficient Energy Systems of the Future." Contract No. 11.G34.31.0044 of 27.10.2011.

Keywords: railways power supply system, smart grid technology.

Авторы Authors

Андрей Васильевич Крюков, д-р техн. наук, профессор, действительный член РАТ, профессор кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Иркутского государственного университета путей сообщения (ИрГУПС), Иркутск; e-mail: and_kryukov@mail.ru | **Василий Пантелеймонович Закарюкин**, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Иркутского государственного университета путей сообщения (ИрГУПС), Иркутск; e-mail: zakar49@mail.ru

Andrey Vasilyevich Kryukov, DSc in Engineering, Professor, full member of RAT, Professor of "Railway Transport Power Supply" Department, Irkutsk State University of Railway Transport (IrGUPS), Irkutsk; e-mail: and_kryukov@mail.ru | **Vasily Panteleymonovich Zakaryukin**, DSc in Engineering, Associate Professor, Professor of "Railway Transport Power Supply" Department, Irkutsk State University of Railway Transport (IrSURT), Irkutsk; e-mail: zakar49@mail.ru

При высоких темпах развития экономики объемы электропотребления в России по максимальному варианту прогноза к 2030 г. возрастут по сравнению с 2000 г. в два раза. Обеспечение таких уровней производства электроэнергии невозможно без системного решения следующих задач [1]:

1. Создание новой технологической основы энергетики.
2. Придание интегрирующей роли электрической сети.
3. Установка в сетях активных технических средств регулирования режимов электроэнергетических систем (ЭЭС) и создание на их основе адаптивной системы управления.
4. Применение новых информационных технологий и быстродействующих вычислительных комплексов для оценки состояния и управления.
5. Повышение эффективности использования энергоресурсов и энергосбережение.

В итоге должен произойти выход электроэнергетики на новое качество управления и переход к интеллектуальной ЭЭС с активно-адаптивной сетью (ИЭСААС). ИЭСААС включает в свой состав следующие сегменты [1]:

- все виды источников электроэнергии, включая установки распределенной генерации (РГ);
- различные типы потребителей, принимающих непосредственное участие в регулировании качества электроэнергии (ЭЭ) и надежности ЭЭС;

- электрические сети разного напряжения и функционального назначения, имеющие средства для изменения параметров и топологии по текущим режимным условиям, возможности оптимального регулирования напряжения в узловых точках и осуществления комплексного учета ЭЭ на границах раздела сети и на подстанциях;
- всережимную систему управления с полномасштабным информационным обеспечением.

Для создания ИЭСААС требуется разработка и внедрение нового оборудования и технологий [1], представленных на рис. 1.

Кроме того, предусматривается включение в сеть накопителей ЭЭ, построенных на различных физических принципах, применение на подстанциях элегазового оборудования. Предполагается также использование компактных многоцепных ЛЭП высокой пропускной способности, смонтированных на многогранных металлических опорах. Эффективным средством повышения надежности будут служить комплексные системы диагностирования оборудования с выходом на мониторинг его жизненного цикла.

Функционирование ИЭСААС требует создания развитых информационно-коммуникационных и управляющих систем, рис. 2.

Управление ИЭСААС должно строиться с использованием следующих принципов:



Рис. 1. Оборудование и технологии, необходимые для реализации ИЭСААС



Рис. 2. Информационно-коммуникационные и управляющие системы

- применение измерительных комплексов, максимально использующих цифровые принципы получения, обработки и передачи информации;
- создание всережимных онлайн-систем, оптимизирующих нормальные режимы ЭЭС, выявляющих недопустимые отклонения и включающих противоаварийную автоматику.

За рубежом для интеллектуальных ЭЭС используется термин *smart grid*. Наиболее полное определение этого термина дано в работе [2], в которой под *smart grid* понимается полностью саморегулируемая и самовосстанавливающаяся ЭЭС, имеющая сетевую топологию и включающая в себя следующие элементы [2, 3]:

- традиционные источники энергии, а также установки РГ, выполненные в том числе на базе нетрадиционных возобновляемых источников энергии;
- электрические сети, оснащенные устройствами для регулирования режимов;
- все виды промышленных, транспортных и коммунально-бытовых потребителей ЭЭ.

Управление режимами работы такой ЭЭС осуществляется на основе единой информационной сети в режиме реального времени.

Железнодорожный транспорт России является достаточно емким потребителем энергоресурсов. В целом по сети железных дорог ежегодно потребляется до 5–6% вырабатываемой в РФ электроэнергии. На тягу поездов расходуется около 80% электроэнергии, потребляемой отраслью. Кроме того, до 20 млрд кВт·ч ЭЭ дополнительно перерабатывается системами электроснабжения железных дорог на транзит и снабжение нетранспортных потребителей. В электрических сетях, питающих тяговые подстанции магистральных железных дорог, а также в системах тягового электроснабжения (СТЭ) в полном объеме проявляются перечисленные выше проблемы, решение которых возможно на основе технологий ИЭСААС (*smart grid*). Особую актуальность вопрос применения таких технологий приобретает в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, где основная системообразующая электрическая сеть непосредственно связана с тяговыми подстанциями (ТП) железнодорожных

магистралей [4–6]. Ввиду значительного объема резко-переменной, нелинейной и однофазной тяговой нагрузки показатели качества ЭЭ в этих сетях далеко выходят за допустимые пределы.

Структура интеллектуальной СТЭ (ИСТЭ) показана на рис. 3.

ИСТЭ включает в себя следующие сегменты:

- развитые комплексы, обеспечивающие мониторинг состояния электрооборудования, включая устройства, работающие в режиме онлайн;
- автоматические устройства управления, построенные на основе цифровых технологий;
- управляемые источники реактивной мощности (ИРМ), выполненные с использованием концепции FACTS (*Flexible alternative current transmission systems* — гибкие системы передачи энергии переменного тока);
- установки распределенной генерации и накопители электроэнергии;
- комплекс устройств для улучшения качества электроэнергии.

Реализация ИСТЭ позволит решить следующие важные практические задачи:

- обеспечение высокой надежности электроснабжения тяги поездов, а также нетяговых и нетранспортных потребителей;
- минимизацию потерь электроэнергии, а также издержек на эксплуатацию СТЭ;

- улучшение качества электроэнергии в СТЭ, а также на границах раздела с питающей энергосистемой.

В Иркутском государственном университете путей сообщения проводятся комплексные исследования, направленные на решение проблем, возникающих при создании ИСТЭ [4–17]. Ограниченный объем статьи не позволяет привести полное описание результатов проведенных исследований, поэтому основное внимание уделено вопросам улучшения качества и снижения потерь ЭЭ в СТЭ на основе технологий ИЭСААС (*smart grid*).

Стабилизация уровня напряжения в тяговой сети

Анализ возможностей применения управляемых ИРМ для стабилизации напряжения в тяговой сети (ТС) был проведен для расчетного полигона железной дороги, включающего в свой состав восемь межподстанционных зон (МПЗ) и девять тяговых подстанций СТЭ 1×25 кВ. Динамика изменений напряжения на токоприемнике электровоза $U_{элс} = U_{элс}(t)$ для четного поезда массой 6300 т и максимальной мощности ИРМ на посту секционирования (ПС), равной 10 Мвар, представлена на рис. 4. Из этого рисунка видно, что применение ИРМ обеспечивает значительное снижение размаха отклонений напряжения $\theta_{элс}$.



Рис. 3. Структура интеллектуальной СТЭ

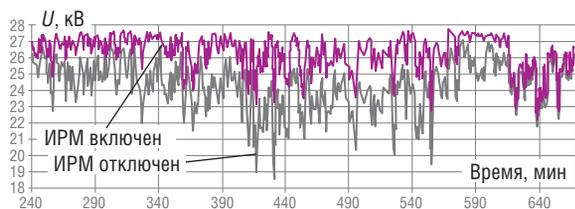


Рис. 4. Зависимости $U_{\text{эпс}} = U_{\text{эпс}}(t)$ для поезда массой 6300 т

Стабилизация уровня напряжения в сетях нетяговых потребителей железнодорожного транспорта на основе установок РГ с генераторами, снабженными устройствами автоматического регулирования напряжения, иллюстрируется рис. 5. На этом рисунке представлены результаты моделирования режимов в сети района электроснабжения нетяговых потребителей.

Наибольшие отклонения напряжения имеют место на шинах 0,4 кВ удаленной понизительной подстанции для фазы В; при движении на подъем тяжелых поездов напряжение кратковременно снижается до 160–170 В. Установка РГ с регулируемым ИРМ при пределах регулирования реактивной мощности ± 480 квар дает существенный эффект, поднимая минимальное напряжение на 24 В, а в среднем увеличивая напряжение на 17 В.



Рис. 5. Изменение фазного напряжения понизительной подстанции при движении поездов

Уменьшение потерь электроэнергии в ТС

На основе имитационного моделирования, проведенного применительно к реальному полигону железной дороги, показано, что за счет применения управляемых ИРМ потери электрической энергии в ТС снижаются на 20–30%, а потери в трансформаторах уменьшаются незначительно. С точки зрения снижения потерь вариант расположения ИРМ на ПС является более предпочтительным, чем установка устройств на ТП. Моделирование показало, что имеет место следующее соотношение:

$$\Delta W_{\text{ТП}} - \Delta W_{\text{ПС}} = 0,006W_{\Sigma},$$

где $\Delta W_{\text{ТП}}$ — потери ЭЭ при расположении ИРМ на ТП;
 $\Delta W_{\text{ПС}}$ — потери ЭЭ при расположении ИРМ на ПС;
 W_{Σ} — суммарное электропотребление на тягу поездов.

Снижение отклонений напряжения на шинах ТП

Применение управляемых ИРМ, снабженных устройствами фильтрации высших гармоник, позволяет улучшить следующие показатели качества электроэнергии:

- уменьшить отклонения напряжений на шинах тяговых подстанций;
- снизить несимметрию напряжения на ТП;
- уменьшить несинусоидальность кривых тока и напряжения.

За счет применения регулируемых быстродействующих ИРМ (со временем реагирования порядка 5–20 мс) могут быть значительно уменьшены колебания напряжения. Снижение отклонений и колебаний напряжения достигается за счет уменьшения размахов изменения токов, потребляемых на стороне 27,5 кВ тяговых подстанций, рис. 6. Отклонения и колебания напряжения могут быть снижены путем применения накопителей энергии, которые позволяют существенно улучшить показатели, характеризующие нестационарность режима СТЭ.



Рис. 6. Токи фидера контактной сети левого плеча одной из тяговых подстанций расчетного полигона при движении 72 пар поездов

Снижение несимметрии и несинусоидальности напряжения на шинах ТП

На основе применения пофазно управляемых ИРМ возможно получить двукратное снижение коэффициента несимметрии напряжения k_{2U} на шинах питающего напряжения тяговых подстанций (рис. 7). Степень снижения несимметрии зависит от размеров движения, мощности короткого замыкания и наличия на межподстанционных зонах больших уклонов.

Одним из наиболее эффективных средств снижения несинусоидальности являются активные кондиционеры гармоник (АКГ). Применение АКГ целесообразно не только для нормализации показателей качества напряжения по высшим гармоникам на выводах обмоток высокого напряжения и обмоток, питающих районных

и нетяговых потребителей, но и для уменьшения искажений синусоидальности тока тяговой обмотки. В табл. 1 показаны результаты моделирования несинусоидальных режимов при наличии и отсутствии АКГ применительно к схеме ЭЭС и СТЭ, представленной на рис. 8. Моделирование выполнялись в трех вариантах:

- 1) АКГ отключены;
- 2) включены АКГ во всех МПЗ;
- 3) включены АКГ на 1 и 4 на вводах крайних ТП участка.

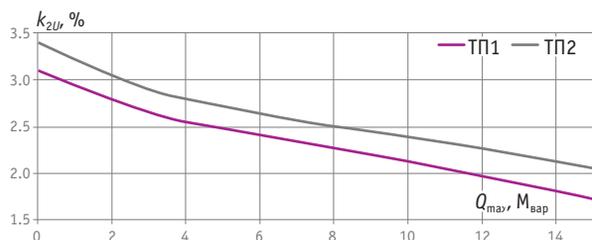


Рис. 7. Зависимость максимального значения коэффициента несимметрии от предела Q_{max} регулирования мощности ИРМ

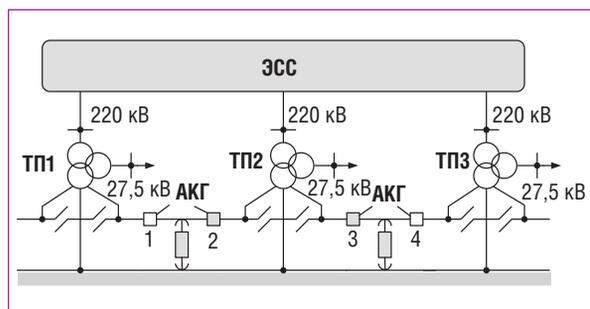


Рис. 8. Схема ЭЭС и СТЭ

При определении несинусоидальных режимов использовалась методика, предложенная в работе [4], и модели АКГ, описанные в [5].

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Включение четырех АКГ обеспечивает снижение k_U до незначительных величин во всех контрольных точках.
2. Использование ограниченного числа АКГ не позволяет получить нормированные значения k_U на всех подстанциях.

Заключение

1. Проблемы улучшения качества электроэнергии и повышения энергоэффективности в электротяговых сетях могут быть решены на основе использования технологий активно-адаптивных сетей (smart grid) путем

Коэффициенты искажения синусоидальности кривых напряжения k_U , %

Точка определения k_U	Фаза	Вариант		
		1	2	3
Районная обмотка ТП 1	A	1,5	0,003	0,8
	B	3,2	0,002	0,4
	C	3,8	0,002	0,4
Районная обмотка ТП 2	A	3,3	0,009	1,4
	B	6,9	0,018	5,9
	C	6,5	0,009	4,9
Районная обмотка ТП 3	A	5,8	0,012	0,5
	B	1,5	0,006	0,9
	C	6	0,017	0,5
Шины 220 кВ ТП 1	A	2	0,002	0,6
	B	1,5	0,003	1,1
Шины 220 кВ ТП 2	A	2,5	0,003	0,7
	B	1,9	0,006	1,4
	C	3,3	0,004	1,5
Шины 220 кВ ТП 3	A	1,5	0,005	0,4
	B	1,2	0,007	0,8
	C	1,9	0,004	0,8

создания интеллектуальных систем тягового электроснабжения.

2. Наиболее эффективные направления использования современных технических средств для управления режимами СТЭ заключаются в сочетании регулируемых источников реактивной мощности, накопителей энергии, активных кондиционеров гармоник и установок распределенной генерации.

3. С помощью имитационного моделирования показано, что применение средств управления режимами СТЭ позволяет стабилизировать напряжение в сети, улучшить качество электроэнергии на шинах тяговых подстанций и уменьшить потери электроэнергии. ИТ

Список литературы

1. Дорофеев В. В., Макаров А. А. Активно-адаптивная сеть — новое качество ЕЭС России // Энергоэксперт. — 2009. — № 4. — С. 29–34.
2. Smart Power Grids — Talking about Revolution. IEEE Emerging Technology Portal, 2000 [Электронный ресурс]. — URL: http://www.ieee.org/about/technologies/emerging/emerging_tech_smart_grids.pdf
3. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции smart grid. — М.: ИАЦ, 2010. — 208 с.
4. Закарюкин В. П., Крюков А. В. Сложнонесимметричные режимы электрических систем. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2005. — 273 с.
5. Закарюкин В. П., Крюков А. В., Ушаков В. А., Алексеев В. А. Оперативное управление в системах электроснабжения железных дорог. — Иркутск: ИргВУПС, 2012. — 129 с.
6. Крюков А. В., Закарюкин В. П., Асташин С. М. Моделирование систем электроснабжения железных дорог переменного тока // Проблемы энергетики. — 2008. — № 3–4. — С. 134–140. — ISSN 1998-9903.
7. Закарюкин В. П., Крюков А. В. Моделирование несинусоидальных режимов в системах электроснабжения железных дорог // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2008. — № 3. — С. 93–99. — ISSN 0201-727X.
8. Крюков А. В., Закарюкин В. П. Моделирование систем тягового электроснабжения в фазных координатах // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2009. — № 1. — С. 284–288. — ISSN 2071-3827.
9. Закарюкин В. П., Крюков А. В. Токораспределение в проводах линий электропередачи с расщепленными проводами // Проблемы энергетики. — 2010. — № 1–2. — С. 54–61. — ISSN 1998-9903.
10. Крюков А. В., Закарюкин В. П., Буякова Н. В. Расчет электромагнитных полей, создаваемых тяговыми сетями электрифицированных железных дорог // Вестник ИргВУ. — 2011. — № 1 (48). — С. 148–152. — ISSN 1814-3520.
11. Закарюкин В. П., Крюков А. В. Моделирование многообмоточных трансформаторов в фазных координатах // Электротехника. — 2008. — № 5. — С. 56–61. — ISSN 0013-5860.
12. Закарюкин В. П., Крюков А. В., Соколов В. Ю. Моделирование многоамперных шин проводов // Проблемы энергетики. — 2009. — № 3–4. — С. 65–73. — ISSN 1998-9903.
13. Крюков А. В., Закарюкин В. П., Кобычев Д. С. Определение наведенных напряжений с учетом несинусоидальности токов контактной сети железных дорог переменного тока // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2009. — № 2. — С. 315–319. — ISSN 2071-3827.
14. Закарюкин В. П., Крюков А. В., Шульгин М. С. Параметрическая идентификация элементов системы электроснабжения железной дороги переменного тока // Вестник РГУПС. — 2013. — № 2 (50). — С. 37–47. — ISSN 0201-727X.
15. Закарюкин В. П., Крюков А. В., Черепанов А. В. Управление качеством электроэнергии в системах тягового электроснабжения на основе технологий интеллектуальных сетей // Известия Транссиба. — 2014. — № 3 (19). — С. 65–75. — ISSN 2220-4245.
16. Закарюкин В. П., Крюков А. В., Черепанов А. В. Статические модели активных кондиционеров гармоник // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2014. — № 3 (43). — С. 48–55. — ISSN 1813-9108.
17. Закарюкин В. П., Крюков А. В., Черепанов А. В. Применение накопителей энергии в системах тягового электроснабжения железных дорог переменного тока // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2014. — № 2 (42). — С. 158–164. — ISSN 1813-9108.



**Семен Александрович
Митрофанов**
Semyon A. Mitrofanov



**Александр Геннадьевич
Галкин**
Aleksandr G. Galkin

Применение теории рисков для совершенствования показателей качества содержания контактной сети

Application of the risk theory to improve the quality indicators of the overhead line maintenance

Аннотация

В статье обобщаются теоретические понятия риска [1, 2, 3], основанные на выявлении оценки рисков как стохастической составляющей, и анализируются статистические оценки показателей, которые могут рассматриваться как индикативные показатели или факторы в оценке степени безопасности движения поездов в хозяйстве Э ОАО «РЖД» [4, 5, 6, 7, 8].

Ключевые слова: теория рисков, контактная сеть, риск-менеджмент.

Summary

The article summarizes the theoretical concepts of risk [1, 2, 3], based on the identification of risk assessment as a stochastic component, and analyzes statistical evaluation of indicators that can be seen as indicative parameters or factors in assessing the safety of trains on JSC «Russian Railways» property [4, 5, 6, 7, 8].

Keywords: risk theory, overhead line, risk management.

Авторы Authors

Семен Александрович Митрофанов, канд. техн. наук, ревизор по безопасности движения поездов службы электрификации и электроснабжения Куйбышевской железной дороги — филиала ОАО «РЖД», Самара | Александр Геннадьевич Галкин, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: rector@usurt.ru

Semyon Aleksandrovitch Mitrofanov, PhD in Engineering, Electrification and Electricity Supply Division safety supervisor at Kuybyshev Railway (the JSC «Russian Railways» branch), Samara | Aleksandr Gennadievich Galkin, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: rector@usurt.ru

В основу процесса аудита и управления рисками положена качественная и стоимостная индентификация риск-индикаторов [1].

Риск, который может применяться для использования в вопросах обеспечения безопасности движения поездов в хозяйстве Э компании ОАО «РЖД» в понятийной трактовке риск-менеджмента, может обладать свойствами операционного риска и риска изменения корреляционной связи.

Операционный риск — это риск прямых и косвенных потерь, связанных с организацией внутренней работы компании и вызванных недостатками систем внутреннего контроля и корпоративного управления, несовершенством бизнес-процессов и прочими неблагоприятными событиями нефинансовой природы.

Риск изменения корреляционной связи — это риск потерь, обусловленных неблагоприятным изменением взаимозависимости между факторами риска, уровень и направленность которой была учтена ранее при оценке и управлении рисками.

Классификация рисков выражает определенный срез деятельности компании и предприятий хозяйства в зависимости от поставленных целевых функций перед предприятиями разного уровня (табл. 1).

Принципы построения системы риск-менеджмента основаны на концептуальных основах и принципах системы управления рисками. В привязке к хозяйству Э они должны быть оформлены в форме регламента управления рисками.

Цель регламента — формирование взвешенного и обоснованного подхода к построению риск-стратегии хозяйства Э, органически вписанной в структуру бизнеса компании ОАО «РЖД» и способствующей сбалансированности ее профиля «риск — доходность».

Под доходностью компании можно рассматривать показатели выполнения:

- тонно-км работы по подразделениям хозяйства;
- объем электропотребления на тягу поездов;
- сокращение количества и времени задержки поездов и т. п.

Соответственно, риск потерь будет представлять собой количественную оценку потери данной доходности.

Диагностика рисков представляет собой анализ бизнес-процессов предприятия в целях выявления факторов риска и реализуется в ходе риск-аудита предприятия, который включает в себя комплексный анализ параметров и участков деятельности предприятия в целях идентификации, описания и классификации рисков. Наиболее распространенный метод при диагностике рисков основан на статистических наблюдениях, которые являются наиболее объективными и точными, но часто труднореализуемыми в первую очередь вследствие трудностей формализации исторических данных и придания им аналитически приемлемой формы, а зачастую из-за отсутствия необходимой исторической выборки.

Выявление рисков является приоритетным этапом, фундаментом построения системы управления рисками. На нем основываются все остальные процедуры

Таблица 1

Классификация рисков

Классификационный признак	Период возникновения и уровень риска	Характеристика риска
В зависимости от этапа решения проблемы	На этапе принятия решения	Ошибки в применении методов определения уровня риска из-за недостатка информации либо ее низкого качества
	На этапе реализации решения	Ошибки в реализации правильного решения, неожиданные изменения субъективных условий
По масштабам	Локальный	Риск отдельного предприятия уровня ЭЧК, ТП
	Региональный	Риск, охватывающий работу предприятия на уровне ЭЧ, регионального филиала ОАО «РЖД»
	Отраслевой	Риск, связанный со спецификой компании ОАО «РЖД»
По степени допустимости	Минимальный	Характеризуется уровнем возможных потерь расчетной прибыли в пределах 0–25 %
	Повышенный	Не превышающий возможных потерь расчетной прибыли в 25–50 %
	Критический	Характеризуется возможными потерями расчетной прибыли в 50–70 %
	Недопустимый	Возможные потери близки к размеру собственных средств, что чревато банкротством фирмы. Коэффициент риска равен 75–100 %

риск-менеджмента, поскольку в конечном счете качественная диагностика определяет успешность управления рисками и уровень эффективного корпоративного управления в целом. В настоящее время критерием конкурентоспособности предприятия служит степень соответствия качества его операционных процессов (управленческих и производственных) выбранным стандартам или плановым (целевым) показателям.

Карта рисков является конечным аналитическим продуктом этапа диагностики рисков и представляет собой графически упорядоченное отображение факторов или объектов риска в соответствии с величиной и вероятностью возможного ущерба предприятию. Карта рисков имеет вид двухмерной диаграммы. По оси абсцисс располагается стоимостное выражение оцененного ущерба под воздействием рассматриваемого фактора, а по оси ординат — вероятности реализации соответствующего события.

Наиболее распространенным видом карты рисков является её построение по факторам риска.

Построение меры риска на основе волатильности представляет собой основную процедуру при нормальном виде распределения. Волатильность измеряет степень отклонения исследуемой переменной относительно среднего ее значения (тренда), являясь случайной величиной.

Наиболее распространенной мерой является простая волатильность, которая является простейшей формой волатильности для случая нормально распределенной случайной величины. Рассчитывается как стандартное отклонение данной величины на базе исторической выборки:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i (e_i - \bar{e})^2}{N - 1}},$$

где σ — стандартное отклонение; e_i — значение величины в выборке; \bar{e} — выборочное среднее значение величины; N — количество значений величины в выборке.

Для обеспечения корректного расчета волатильности по данной формуле необходимо наличие значительной исторической ретроспективы — выборки, содержащей достаточно большое количество интервалов изменения доходности.

Для определения максимально возможного отклонения доходности от среднего ожидаемого значения с заданной вероятностью следует умножить волатильность на коэффициент k , определяемый свойствами нормального распределения. Так, чтобы рассчитать предельное изменение с вероятностью 95% (стандарт RiskMetrics), волатильность необходимо умножить на $k = 1,65$; вероятности 99% (требования Базельского комитета) соответствует коэффициент $k = 2,33$. Для технических систем, к которым относится контактная сеть (КС), допустимо рассчитывать предельное изме-

нение с доверительной вероятностью 90%. При этом коэффициент $k = 1,6$.

Ограничения к использованию данной формулы:

- невозможность теоретической аппроксимации, основанной на предположениях модели о нормальности распределения описываемой величины эмпирическому распределению. Рассматриваемая волатильность не учитывает резкие выбросы во временных рядах — реализацию значений случайной величины, что наиболее часто имеет место в реальных процессах, а потому представляет интерес при оценке потерь, а зачастую и основную цель оценки;
- логика принципа «скользящего окна» (регулярный расчет волатильности с одной и той же длиной выборки) — выход из выборки резких скачков, имевших место в прошлом, будет приводить к резкому изменению текущей волатильности;
- данный подход не учитывает возможную автокорреляцию случайных изменений цен, например в случае резкого однодневного скачка доходности (объемов поездной работы).

Согласно [1, 2, 3], количественная оценка риска R определяется как произведение вероятности возникновения P события (например, отказ элемента КС) и степени тяжести ущерба S , который наступает при возникновении события (например, перерыв питания, задержка в перевозке грузов) события, т. е.

$$R = P \cdot S. \quad (1)$$

В качестве нормативно допустимых значений уровня риска R_n системы могут выступать кривые уровня риска при $R_n = \text{const}$ для конкретного вида производства, элемента системы.

$$R_n = P_n \cdot S_n, \quad (2)$$

где P_n и S_n — нормативно допустимые показатели вероятности наступления события и ущерба при его возникновении. Оценку P_n и S_n можно осуществлять расчетным путем, опираясь на статистический анализ.

Для обеспечения снижения риска системы или его стабилизации в будущем необходимо выполнить условие [1]:

$$\frac{dR}{dt} = S \frac{dP}{dt} + P \frac{dS}{dt} = 0. \quad (3)$$

Учитывая, что научно-технический прогресс приводит к увеличению потребляемой энергии, а следовательно, и к росту тяжести S катастрофы $dS/dt > 0$, то для выполнения условия (3) необходимо, чтобы $dP/dt < 0$. Согласно [1], для учета процесса изменения $P(t)$ и $S(t)$ в будущем, т. е. прогнозирования, решается система уравнений:

$$\begin{cases} P = P_n - \frac{dP}{dt} t, \\ S = S_n + \frac{dS}{dt} t. \end{cases} \quad (4)$$

Наиболее раннее из известных исследований использование риск-анализа применительно к хозяйству Э представлено в работе одного из авторов статьи в соавторстве с А. В. Ефимовым [8]. В данной работе осуществляется анализ работы ряда отраслей хозяйства Э: ТП, КС, ЛЭП, АБ.

Отказы различных технических устройств по-разному влияют на работу системы электроснабжения. Базовой гипотезой при этом является то, что «те устройства, которые отказывают чаще, оказывают большее влияние» на выполнение функциональных задач системы электроснабжения. Однако величина ущербов от отказов может быть различна. Те устройства, отказы которых сопровождаются большим ущербом, должны более заметно влиять на общие экономические показатели. Такой фактор учитывается не всегда. Наиболее эффективным будет подход, учитывающий обе составляющие — частоту отказов и ущерб от них. Таким образом, необходимо рассматривать качество содержания устройств электроснабжения с позиции теории рисков, согласно выражению (1). На примере математической модели процесса технической эксплуатации в понятийном аппарате пространства состояний выводятся оценки финальных вероятностей:

$$\hat{\pi}_i = \frac{n_i}{\sum_{k=1}^N n_k},$$

где в числителе n_i — число попаданий в состояние, характеризующее как отказы; в знаменателе число всех возможных «переходов» по всем N состояниям.

Показатель, учитывающий частоту отказов (вероятность $\hat{\pi}_i$) и величину ущерба, определен как риск отказов R_i , т. е. $R_i = \hat{\pi}_i \cdot \hat{\mu}_y$, где $\hat{\mu}_y$ — оцениваемое в денежном выражении (рубли) «эмпирическое среднее» (оценка математического ожидания) величины ущерба от отказов определенного элемента. Ущерб от отказов необходимо рассчитывать как финансовую категорию, которая складывается из нескольких составляющих.

Первая составляющая — ущерб от задержки поездов: «ущерб от задержки поездов равен произведению числа задержанных поездов на величину приведенных затрат на остановку одного поезда». Величина приведенных затрат на остановку одного поезда определяется затратами на торможение, разгон, приведенных затрат на бригаду, локомотив и грузы на колесах.

Вторая составляющая ущерба от отказов — это трудозатраты на аварийное управляющее воздействие. Их

можно найти как произведение трудозатрат в человеко-часах на среднечасовую ставку.

Третья составляющая — затраты на материалы и оборудование, используемые при восстановлении.

При данном подходе в оценке ущерба и риска отказов следует применять действующие цены на момент расчета. Если риск отказов требуется для целей прогноза, то необходимо учитывать возможную инфляцию и вводить коэффициент индексации цен. В качестве исходной информации использовались журналы нарушения нормальной работы оборудования, находившиеся в технических отделах дистанций электроснабжения.

Процесс отказов КС представлен в виде графа состояний и переходов, в котором все конструкции КС разбиты на двадцать групп. В принятой модели учтено, что КС может переходить из одного состояния в другое при отказе какого-либо элемента, восстановлении или развитии отказа. Например, из-за провисания фиксатора повреждается токоприемник, а он, в свою очередь, может оборвать контактные провода. При этом первичный отказ — провисание фиксатора, а развитие отказа — обрыв контактных проводов. Принято допущение о том, что одновременно в состоянии отказа не могут находиться более двух элементов. По данным об отказах КС за шесть лет по сети дорог рассчитаны риски отказов элементов.

На рис. 1 представлена графическая интерпретация по рискам отказов КС постоянного тока. На левой оси проставлены абсолютные значения рисков в финансовой трактовке, на правой оси — доли риска отказов элементов КС в процентах.

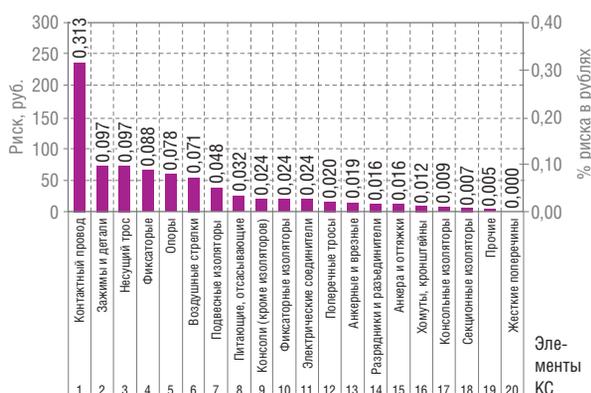


Рис. 1. Гистограмма рисков отказов элементов КС постоянного тока

Проведенное ранжирование рисков позволило сделать выводы о приоритетности обслуживания и финансирования элементов системы электроснабжения в зависимости от степени значимости финансовой составляющей рисков. **ИТ**

Список литературы

1. Прогнозирование и анализ рисков в деятельности хозяйствующих субъектов : монография / под общ. ред. М.А. Эскиндарова. — М. : ФА, 2003. — 397 с.
2. Галкин А. Г., Ковалев А. А., Микава А. В., Окунев А. В. Разработка метода расчета жизненного цикла контактной подвески // Транспорт Урала. — 2013. — № 3 (38). — С. 99–102.
3. Чертыковцев В. К., Богусонов А. Н. Устойчивость социально-экономических систем : статистические аспекты исследования : монография / В.К. Чертыковцев, А.Н. Богусонов. — Самара : Изд-во СНЦ РАН, 2006. — 140 с.
4. Галкин А. Г., Ковалев А. А. Мониторинг инфраструктурного комплекса системы токосъема в процессе эксплуатации // Инновационный транспорт. — Екатеринбург, 2012. — № 1 (2). — С. 44–48. — ISSN 2311–164X.
5. Галкин А. Г., Ковалев А. А., Микава А. В. Реализация проектов электроэнергетики с применением контракта жизненного цикла // Промышленная энергетика. — 2013. — № 4. — С. 5–8.
6. Галкин А. Г. Методика проведения риск-анализа и прогнозирования показателей качества состояния контактной сети / А. Г. Галкин, С. А. Митрофанов и др. // Вестник Самарского муниципального института управления : теоретический и научно-методический журнал. — Самара : Изд-во «Самарский муниципальный институт управления», 2011. — № 3 (18). — С. 178–181.
7. Галкин А. Г. Статистический анализ адекватности оценки состояния контактной сети на филиалах ОАО «РЖД» / А. Г. Галкин, С. А. Митрофанов // Инновационный транспорт : научно-публицистическое издание. — Екатеринбург, 2011. — № 1 (1). — С. 48–54. — ISSN 2311–164X.
8. Ефимов А. В., Галкин А. Г. Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог : учеб. для вузов ж.-д. транспорта. — М. : УМК МПС, 2000. — 510 с.



Ольга Андреевна
Кравченко

Olga A. Kravchenko

Стабильность планового положения железнодорожного пути, сдвигка в плане

Stability of horizontal position of railway track, shift in horizontal plan

Аннотация

Криволинейные участки с течением времени под динамическим воздействием поездных нагрузок меняют свое плановое положение. Анализ показывает, что длина круговой кривой со временем сокращается, а длины переходных участков, наоборот, увеличиваются. В статье приведены математические законы изменения длины элементов кривых, а также скорость их динамики. Рассмотрен вопрос сдвигки кривой в плане при вписывании биклоотидных кривых вместо существующих на Свердловской железной дороге — филиале ОАО «РЖД».

Ключевые слова: железнодорожный путь, план линии, криволинейные участки, сдвигка кривой в плане.

Summary

Curved portions change their horizontal position over time under the influence of dynamic train loads. The analysis shows that circular curve length is shortening with time, and lengths of transition sections, on the contrary, increase. The paper presents the mathematical laws of variation of the length of curve elements, as well as their dynamics speed. The problem of horizontal shift of curve when biclothoid curves are used instead of those currently existing at the Sverdlovsk railway, branch of Russian Railways JSC, is being examined.

Keywords: railway track, line plan, curved portions, shift of curve in horizontal plan.

Авторы Authors

Ольга Андреевна Кравченко, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Путь и железнодорожное строительство» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: okravchenko83@mail.ru

Olga Andreevna Kravchenko, PhD in Engineering, Senior Lecturer, "Railway Construction and Railway Track" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: okravchenko83@mail.ru

Кривая с течением времени под динамическим воздействием проходящих по ней поездов меняет свое плановое положение. Мониторинг показал, что длина круговой кривой со временем сокращается, а длины переходных участков, наоборот, увеличиваются. В исследовании рассмотрена динамика изменения длин элементов 60 кривых. В табл. 1 и 2 представлены элементы двух кривых (1 и 3 для примера) по различным перегонам Свердловской железной дороги за каждый год, кроме того, приведены диаграммы для каждого элемента, где методом полиномиальной аппроксимации построены линии, описывающие данные множества точек, и сделан прогноз динамики соответствующих элементов.

Для обработки массива данных дистанций пути с целью получения математической зависимости, которая позволяла бы с необходимой точностью определить ди-

намику параметров кривых участков железнодорожного пути, по всем кривым использовался программный модуль «Пакет анализа» в Microsoft Excel и программный комплекс Table Curve. Степень достоверности характеризуется величиной квадрата коэффициента корреляции. Наиболее точно описывает полученную совокупность точек полином третьей степени, т. е. функция вида $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$. Где y — длина рассматриваемого элемента криволинейного участка; x — соответствующий год; a, b, c, d — коэффициенты, зависящие от различных условий эксплуатации (прежде всего от грузонапряженности и скорости), которые будут отличаться даже для составных элементов одной кривой.

Для выявления доли переходных участков в общей длине выбранных кривых на рис. 3 и 4 представлены графики изменения элементов одной кривой двумя

Таблица 1

Таблица 2

Кривая 1

Кривая	Перегон	Годы	$l_{кк}$	$l_{пк1}$	$l_{пк2}$	$l_{пк\text{ общ}}$
1	Билимбай – Подволошная	2002	170	85	50	135
		2007	135	110	75	185
		2008	130	120	80	200
		2009	120	125	85	210
		2010	115	130	85	215
		2011	103	140	95	235

Кривая 3

Кривая	Станция	Годы	$l_{кк}$	$l_{пк1}$	$l_{пк2}$	$l_{пк\text{ общ}}$
3	Подволошная	2002	64	50	50	100
		2007	60	60	55	115
		2008	55	65	60	125
		2009	49	70	65	135
		2010	41	75	70	145
		2011	35	85	80	165

О. А. Кравченко | Стабильность планового положения железнодорожного пути, сдвигка в плане

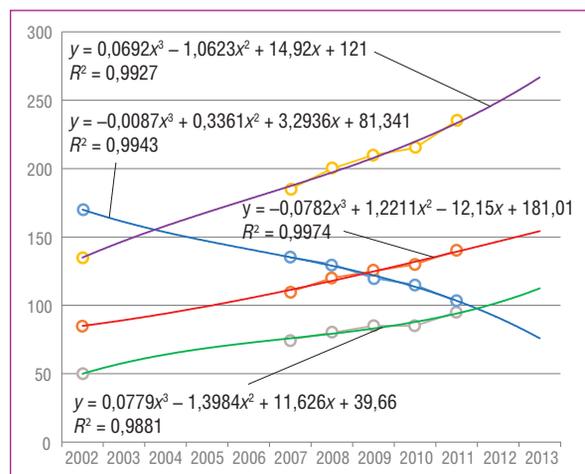


Рис. 1. Графики изменения составных элементов криволинейного участка № 1 на перегоне Билимбай – Подволошная на Свердловской железной дороге:

- $l_{кк}$ — изменение длины круговой кривой;
- $l_{пк1}$ — изменение длины первой переходной кривой;
- $l_{пк2}$ — изменение длины второй переходной кривой;
- $l_{пк\text{ общ}}$ — изменение суммарной длины переходных кривых

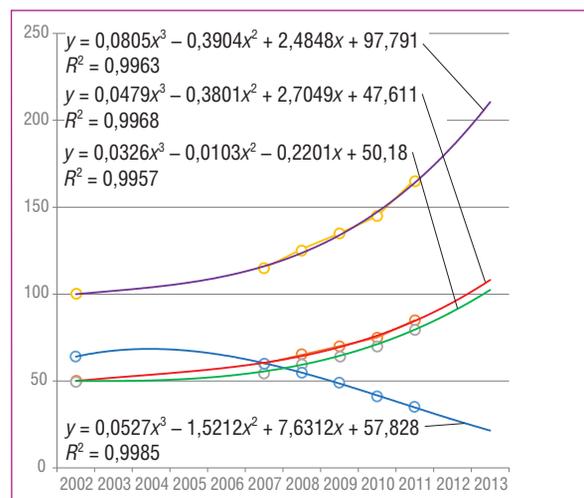


Рис. 2. Графики изменения составных элементов криволинейного участка № 3:

- $l_{кк}$ — изменение длины круговой кривой;
- $l_{пк1}$ — изменение длины первой переходной кривой;
- $l_{пк2}$ — изменение длины второй переходной кривой;
- $l_{пк\text{ общ}}$ — изменение суммарной длины переходных кривых

разными способами: прямолинейной и полиномиальной аппроксимации соответственно. При прямолинейной аппроксимации доля переходных участков в длине представленной кривой на последний год прогнозируемого периода составляет 81,5%, а при полиномиальной — 97,2%. Расхождение полученных результатов по всем кривым составляет не более 5%.

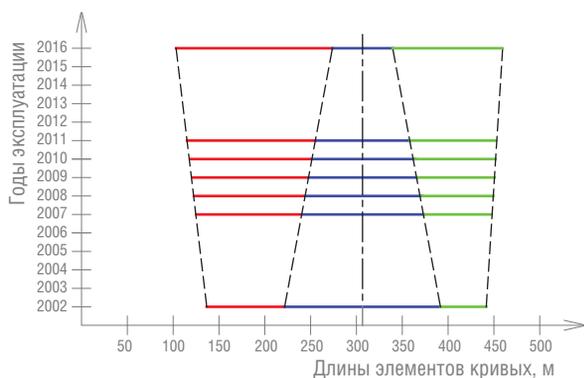


Рис. 3. График изменения элементов одной кривой способом прямолинейной аппроксимации:

— переходная кривая 1; — круговая кривая;
— переходная кривая 2

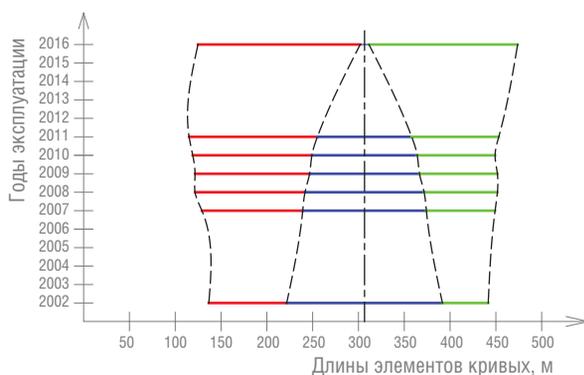


Рис. 4. График изменения элементов одной кривой способом полиномиальной аппроксимации:

— переходная кривая 1; — круговая кривая;
— переходная кривая 2

Далее для примера на рис. 5 и 6 представлены графики скорости изменения элементов криволинейного участка: скорость изменения длины круговой кривой ($l_{кк}$) и скорость изменения суммарной длины переходных участков ($l_{пк\ общ}$).

Скорость изменения длин элементов кривых происходит по следующему математическому закону: полином второй степени (парабола), т.е. функция вида $y = ax^2 + bx + c$. Квадрат коэффициента корреляции в данном случае равен единице. Следовательно, увеличение со временем длины переходных кривых и уменьшение длины круговой кривой постоянного радиуса происходит соответственно.

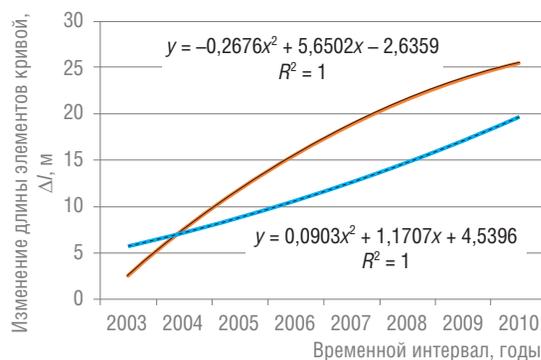


Рис. 5. Графики скорости изменения составных элементов криволинейного участка № 1:

— скорость $l_{кк}$; — скорость $l_{пк\ общ}$;
— полиномиальная (скорость $l_{кк}$);
— полиномиальная (скорость $l_{пк\ общ}$)

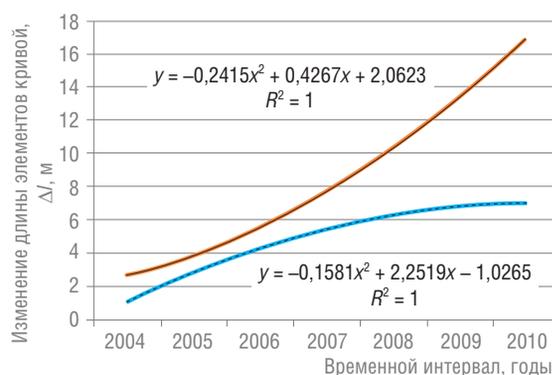


Рис. 6. Графики скорости изменения составных элементов криволинейного участка № 3

— скорость $l_{кк}$; — скорость $l_{пк\ общ}$;
— полиномиальная (скорость $l_{кк}$);
— полиномиальная (скорость $l_{пк\ общ}$)

При вписывании в существующую геометрию криволинейных участков биклотоидных кривых [1–3] происходит сдвигка кривой в плане относительно круговой кривой длиной K и углом поворота φ . Как было рассмотрено в [4], вписывание биклотоидной кривой происходит по следующей математической зависимости:

$$\frac{\varphi}{2} = \frac{K}{2R}, \quad (1)$$

где φ — угол поворота кривой, рад.; K — длина круговой кривой постоянного радиуса, м; R — радиус кривой, м.

$$l_{БК} = 2K. \quad (2)$$

Сдвигка в плане определится по формуле:

$$P = \frac{l^2}{24R}, \quad (3)$$

$$P = \frac{K \cdot \varphi}{96},$$

$$\varphi = \frac{96 \cdot 57,3 \cdot |P|}{K}, \quad (4)$$

где $|P|$ — максимально допустимая сдвигка относительно круговой кривой длиной K с углом поворота φ (град) (табл. 3).

Или

$$\varphi = 57,3 \sqrt{\frac{96 \cdot |P|}{R}}, \quad (5)$$

где $|P|$ — максимально допустимая сдвигка относительно кривой радиусом R с углом поворота φ (град) (табл. 4).

Графическая интерпретация данных табл. 3 представлена на рис. 7. **ИТ**

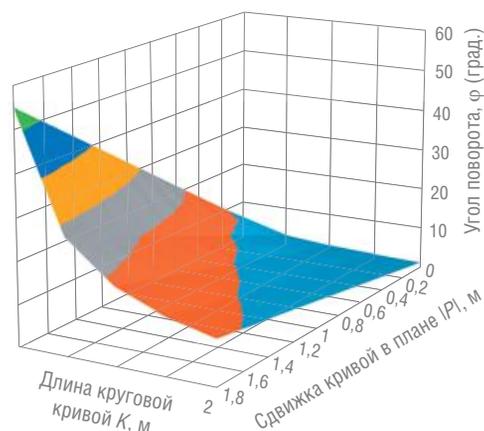


Рис. 7. Сдвигка кривой в плане в зависимости от длины круговой кривой и угла поворота
 ■ — 50–60; ■ — 40–50; ■ — 30–40;
 ■ — 20–30; ■ — 10–20; ■ — 0–10

Таблица 3

Угол поворота φ в функции максимально допустимой сдвигки $|P|$ и круговой кривой длиной K

$K, \text{ м}$ \ $ P , \text{ м}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
200	5,50	11,00	16,50	22,00	27,50	33,00	38,50	44,00	49,50	55,00
400	2,75	5,50	8,25	11,00	13,75	16,50	19,25	22,00	24,75	27,50
600	1,83	3,67	5,50	7,33	9,17	11,00	12,83	14,67	16,50	18,33
800	1,38	2,75	4,13	5,50	6,88	8,25	9,63	11,00	12,38	13,75
1000	1,10	2,20	3,30	4,40	5,50	6,60	7,70	8,80	9,90	11,00

Таблица 4

Угол поворота φ в функции максимально допустимой сдвигки $|P|$ и радиуса кривой R

$R, \text{ м}$ \ $ P , \text{ м}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
350	0,23	1,69	0,77	1,32	1,13	1,33	1,32	1,42	1,46	1,51
400	1,79	9,51	2,79	6,73	4,01	5,65	4,74	5,36	5,10	5,34
600	4,05	14,99	4,22	12,37	5,57	9,86	6,79	8,70	7,49	8,26
650	5,85	15,67	5,08	15,28	5,92	12,65	7,18	10,79	8,17	9,85
800	6,34	15,39	5,63	16,13	5,93	14,30	6,94	12,21	8,01	10,86
1200	5,39	16,55	5,71	16,46	5,88	15,28	6,60	13,32	7,59	11,71

Список литературы

1. Кравченко О. А. Оценка возможности применения кло-тоидного проектирования кривых участков пути на железной дороге // Транспорт-2011 : труды Всеросс. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону : Изд-во РГУПС, 2011. — Ч. 3. Технические науки. — С. 230–233.
2. Конструкция железнодорожного пути в кривых : пат. 2478149 Рос. Федерация : МПК Е 01В2/00 / Аккерман Г. Л., Аккерман С. Г., Кравченко О. А. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО УрГУПС ; заявл. 22.04.11 ; опубл. 27.03.13.
3. Аккерман Г. Л., Аккерман С. Г., Кравченко О. А. Метод снижения затрат на содержание криволинейных участков пути // Железнодорожный транспорт : научно-популярный производственно-технический журнал. — М., 2011. — Вып. 5. — С. 41–42.
4. Кравченко О. А. Биклотоидное проектирование криволинейных участков железных дорог : дис. ... канд. техн. наук. — М., 2013. — 147 с.



Валерий Борисович
Егоров

Valeriy B. Egorov

Передача «новых» сообщений по «старому» тракту, или передача пакетов по трактам с ИКМ

Transfer of “new” messages using “old” path, or transmission of packets over PCM paths

Аннотация

В последние годы наблюдается быстрое развитие систем передачи пакетов данных по протоколу IP, при этом остаются недоиспользованными мощности существующих цифровых систем передачи по протоколу ИКМ. Для сопряжения трактов передачи пакетов с трактами ИКМ разработаны инверсные маршрутизаторы, о которых и идет речь в данной статье.

Ключевые слова: передача данных, протокол IP, протокол ИКМ, инвертные маршрутизаторы, сопряжение протоколов.

Summary

In recent years one can see rapid development of systems of data packet transmission over IP protocol, while the capacity of existing digital systems using PCM protocol remains underutilized. Inverted routers discussed in this article were designed to pair the transmission paths of packets with PCM paths.

Keywords: data transport, IP protocol, PCM protocol, inverted routers, protocols pairing.

Авторы Authors

Валерий Борисович Егоров, старший преподаватель кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Valeriy Borisovitch Egorov, senior lecturer of the Automation, Remote Control and Railway Communication Department at the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

На существующих сетях связи имеется много свободных ИКМ-трактов (цифровых соединительных линий импульсно-кодовой модуляции) со скоростями передачи от 2 Мбит/с (ЦСЛ Е1) до 155 Мбит/с (ЦСЛ STM1). В то же время на сетях всё чаще требуется передавать пакеты данных, для непосредственной передачи которых ИКМ-тракты не пригодны.

В этих условиях на сетях связи для сопряжения трактов передачи пакетов с ИКМ-трактами стали использовать инверсные маршрутизаторы (ИМ) или шлюзы. На рис. 1 приведена структурная схема подключения маршрутизатора локальной вычислительной сети (ЛВС) малой станции к маршрутизатору региональной ЛВС через оборудование SMK-30 ИКМ-типа с использованием плат СМЦИ-4К (ИМ для подключения ЦСЛ Е (10 Мбит/с) к ЦСЛ Е1 (2 Мбит/с)).

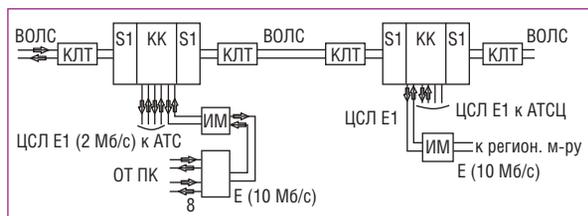


Рис. 1. Структурная схема подключения маршрутизатора ЛВС малой станции к маршрутизатору региональной ЛВС через оборудование SMK-30 ИКМ-типа с использованием плат СМЦИ-4

При выборе типоразмеров ИМ обычно исходят из примерного равенства скоростей передачи и в тракте передачи пакетов, и в ИКМ-трактах, например, Е (1 Мбит/с) — Е1 (2 Мбит/с), FE (100 Мбит/с) — STM1 (155 Мбит/с). Однако при таком выборе не учитывают того факта, что технология работы тех и других сильно отличается. В ИКМ-трактах скорость передачи битов постоянна и жёстко predetermined самим типом ИКМ-тракта. В трактах же для передачи пакетов заявленная скорость передачи в 10, 100, 1000 Мбит/с определяется скоростью работы управляющего процессора и представляет собой предельную скорость передачи, которую в действительности из-за неравномерного следования пакетов невозможно реализовать. Реальная же скорость передачи намного меньше и зависит от многих факторов, которые будут рассмотрены ниже.

Прежде всего, надо отметить, что основу технологии работы ИМ составляет разделение поступающих в ИМ пакетов на фрагменты, число байтов в которых умещается в 125-микросекундный цикл передачи в ИКМ-трактах. Для того чтобы осуществлять такое разделение пакета при подготовке этих фрагментов для их передачи через ИКМ-тракт, а затем на другой стороне при сборке этих фрагментов в пакет при их приёме из ИКМ-тракта для последующей передачи в тракт передачи пакетов, в ИМ предусмотрены буферные устройства. Эти буферные

устройства вносят некоторую задержку в процесс передачи пакетов по составному тракту.

Благодаря этой задержке процесс передачи пакетов по ИКМ-тракту выравнивается, а скорость передачи по нему несколько снижается. Если учесть временные факторы процесса передачи пакетов, такие как время между моментами поступления пакетов и время их приёма и передачи, а также технологию работы ИМ и его технические характеристики, такие как ёмкость буферного устройства, то для передачи пакетов можно выбрать ИКМ-тракт с гораздо меньшей скоростью передачи, чем при упрощённом подходе. А от этого выбора, в свою очередь, зависят и размеры платежей за аренду ИКМ-тракта, так как эта плата очень существенно зависит от скорости передачи.

Из краткого рассмотрения технологии работы ИМ можно сделать вывод, что условия его работы близки к условиям, в которых работает однолинейная система обслуживания с ожиданием и с ограничением времени ожидания. Условием же нормальной работы такой системы является выполнение равенства-неравенства (1):

$$P(\gamma > t_{\text{контр}}) \leq P_{\text{норм}}, \quad (1)$$

где γ — время ожидания начала передачи пакета по ИКМ-тракту, с; $t_{\text{контр}}$ — предельно допустимое время ожидания, с; $P(\gamma > t_{\text{контр}})$ — вероятность превышения предельного времени ожидания; $P_{\text{норм}}$ — нормированная (допустимая) вероятность превышения, обычно равная 0,001.

В свою очередь, вероятность такого превышения определяется функциональной зависимостью (2):

$$P(\gamma > t_{\text{контр}}) = P(\bar{\gamma} : t : t_{\text{контр}} : \text{закон пост, закон обслуж.}), \quad (2)$$

где $\bar{\gamma}$ — средняя интенсивность нагрузки (СИН), пропущенной ИКМ-трактом, за время T , например за период часов максимальной нагрузки рабочих дней наиболее нагруженного сезона года (ЧМН РД ННCG), и равная отношению $(\bar{c} \cdot T / T)$; c — среднее число пакетов, передаваемых за T , число пакетов; t — среднее время передачи пакета по ИКМ-тракту, равное отношению \bar{W}/V ,

с (где W — среднее число бит в пакетах, бит; V — фиксированная скорость передачи через ИКМ-тракт, бит/с).

Следует также отметить, что $t_{\text{контр}}$ часто определяют в виде отношения $t_{\text{контр}}/t$. Для ИМ это отношение, по-видимому, численно равно отношению $W_{\text{буф}}/W$, где $W_{\text{буф}}$ — ёмкость буферного устройства в битах, так что искомая вероятность означает вероятность переполнения буфера. Из выражения для вероятности также видно, что она зависит не только от численных характеристик процесса передачи, но и от законов поступления пакетов на обслуживание и их ухода после обслуживания, т. е. фактически от распределения времени между моментами поступления пакетов и от распределения времени их обслуживания.

Например, если времена длительностей между очередными занятиями ИКМ-тракта и времена длительностей самих занятий распределены в соответствии с экспоненциальным распределением плотности вероятности их длительностей, то в этом случае для оценки вероятности потери пакетов из-за слишком длительного ожидания (переполнения буфера) можно использовать известную вторую формулу Эрланга для однолинейных систем с ожиданием (3):

$$p(\gamma > t_{\text{контр}}) = y \times e^{-(1-y)t_{\text{контр}}/t} = ((c \times w)/v)/T \times e^{-((c \times w)/v)/T \times (W_{\text{буф}}/W)}. \quad (3)$$

В табл. 1, построенной по материалам из [1], приведены оценки СИН, пропущенной через ИКМ-тракт, в зависимости от вероятности потерь и от предельного времени ожидания, а в табл. 2 приведены оцен-

ки потерь в зависимости от СИН и времени ожидания, определенные по второй формуле Эрланга. Задаваясь значением потерь, например $p_{\text{норм}} = 0,001$, и значением условного времени ожидания, например $t_{\text{контр}} = W_{\text{буф}}/w \approx 5$, по табл. 1 можно приблизительно определить среднюю интенсивность нагрузки, пропускаемой ИКМ-трактом в заданных условиях, равную 0,09 эрл. Затем на основе этой оценки можно определить и нижнюю оценку допустимой скорости передачи по ИКМ-тракту по формуле $V = (Cw)/(YT)$. Так, если за каждый промежуток $T = 1$ с будет поступать в среднем по $C = 1000$ пакетов, в каждом из которых в среднем по $W = 1000$ бит, то при заданных условиях $V_{\text{доп}} \geq 11$ Мбит/с. Полученную оценку затем округлять до ближайшего стандартного значения скорости передачи по ИКМ-тракту, т.е. до $V = 16$ Мбит/с (2 ЦСЛ Е2 или 0,5 ЦСЛ Е3).

Таблица 1

Зависимость СИН от потерь и времени ожидания

1	WP	0,0001*	0,0005*	0,0010	0,0100	0,1000
2	0	0,0001	0,0005	0,0010	0,0100	0,1000
3	1	0,0005	0,0010	0,0030	0,0300	0,2200
4	2	0,0010	0,0030	0,0090	0,0600	0,3600
5	3	0,0050	0,0100	0,0200	0,1300	0,4800
6	4	0,0080	0,0400	0,0500	0,2600	0,5800
7	5	0,0100	0,0500	0,0900	0,3100	0,6300
8	10	0,2000	0,3200	0,4000	0,5900	0,7900
9	20	0,5200	0,6000	0,6700	0,7800	0,8900
10	50	0,6000	0,7500	0,8600	0,9100	0,9500

*Цифры в колонках 0,0001 и 0,0005 определены приближённо

Таблица 2

Зависимость потерь от СИН и времени ожидания

1	yW	1	2	3	4	5	10	20	50
2	0,01	0,0037	0,0014	0,0005	0,0002	0,0001	0,0	0,0	0,0
3	0,05	0,0193	0,0075	0,0029	0,0011	0,0004	0,0	0,0	0,0
4	0,10	0,0407	0,0165	0,0067	0,0027	0,0011	0,0	0,0	0,0
5	0,20	0,0899	0,0404	0,0181	0,0082	0,0037	0,0001	0,0	0,0
6	0,30	0,1490	0,07040	0,0367	0,0182	0,0091	0,0003	0,0	0,0
7	0,40	0,2195	0,1205	0,0601	0,0363	0,0199	0,0010	0,0	0,0
8	0,50	0,3032	0,1839	0,1116	0,0677	0,0410	0,0034	0,0	0,0
9	0,60	0,4029	0,2696	0,1807	0,1211	0,0812	0,0110	0,0	0,0
10	0,70	0,5186	0,3842	0,2846	0,2108	0,1562	0,0349	0,0017	0,0
11	0,80	0,6550	0,5363	0,4390	0,3595	0,2943	0,1043	0,0147	0,0
12	0,90	0,8144	0,7369	0,6667	0,6033	0,5459	0,3311	0,1218	0,0061

С другой стороны, если по условиям работы составного тракта известна возможная скорость передачи по ИКМ-тракту, например $V = 2$ Мбит/с, а также известны C , W и T , то по формуле $Y_{\text{доп}} \leq CW/VT$ можно определить допустимую СИН, которую может пропустить ИКМ-тракт ($Y \leq 0,5$ эрл), а затем по табл. 1 определить либо $P_{\text{реал}} \geq 0,07$ при $t_{\text{контр}} = 5$, или $t_{\text{контр}} \geq 13$ при $P_{\text{норм}} = 0,001$. Из табл. 1 видно влияние емкости буфера ИМ на допустимые условия работы ИКМ-тракта. При увеличении емкости буфера в два раза ($t_{\text{контр, условн}} = 10$) допустимая СИН увеличивается в 4,4 раза, а допустимая скорость уменьшается в 4 раза ($V \geq 2,5$ Мбит/с). При уменьшении емкости буфера до 3 допустимая СИН снижается в 4,5 раза (до 0,02 эрл), а допустимая скорость увеличивается в 5 раз ($V \geq 50$ Мбит/с).

Конечно, реальный процесс передачи пакетов по ИКМ-тракту происходит несколько сложнее. В частности, известно, что число бит в пакете, а следовательно, времена передачи пакетов, распределены не по экспоненте, а в соответствии с распределением с «тяжёлым хвостом». При таком распределении времена передачи меняются в существенно более широких пределах, так что оценка потерь, определённая по формуле Эрланга, будет занижена.

Однако в диапазоне разумных значений СИН (до 0,5 эрл) и $t_{\text{контр}}$ (более 5) превышение реальной оценки по отношению к расчётной (по формуле Эрланга) составляет не более 2 ($P_{\text{реал}} \geq 2P_{\text{расч}}$) [2]. Учитывая то, что расчётную оценку скорости округляют в большую сторону, занижение оценки потерь компенсируется завышением оценки скорости, так что предлагаемый метод оценки скорости передачи на выходе (входе) ИМ по точности оценки является вполне приемлемым, но в то же время намного более простым, чем любые другие.

Так, например, в энергосистеме на участках сети для передачи сигналов телеуправления (ТУ) и телесигнализации (ТС) были использованы стандартные тракты пакетной передачи Е10 (10 Мбит/с), арендованные у стороннего провайдера. При анализе условий их работы было определено, что для передачи сигналов ТУ и ТС достаточно скорости до 0,8 Мбит/с. С учётом этого для одного из участков сети были приобретены 2 ИМ на базе цифровой системы передачи (ЦСП) типа ОГМ-30, которые были включены в имеющийся ИКМ-тракт Е1 (2 Мбит/с).

В этом тракте 0,5 ЦСЛ Е1 (каналы Е0 с 1 до 15) были заняты под телефонию ($\gamma \approx 4-5$ эрл), а другие 0,5 ЦСЛ Е1 (каналы с 17 по 31 с общей скоростью передачи до 1 Мбит/с) были заняты для подключения трак-

та передачи пакетов Е10 через платы ИМ. В результате, по отзывам диспетчеров, качество передачи существенно улучшилось, а платежи за аренду тракта Е10 были прекращены, так что затраты на приобретение двух ЦСП ОГМ-30 с платами ПД, т. е. с ИМ, окупались менее чем за четыре месяца.

Следует отметить, что в ближайшем будущем на сетях связи ОАО «РЖД» начнется процесс последовательной замены оборудования СМК 30 ИКМ-типа на мульти-сервисные узлы доступа (MSAN) типа Si 3000.

На рис. 2 представлен внешний вид «корзины» СМК 30 с платами СМЦИ 4К (ИМ). На рис. 3 приведена корзина MSAN на 20 платомест (возможны модели на 3, 5 и 10 платомест в зависимости от потребностей). В ее состав можно включить плату доступа TDM-IP для сопряжения ЦСЛ FE (100 Мбит/с) с ЦСЛ E3 (35 Мбит/с), которая обеспечивает оптимальное соотношение между нагрузками пропускаемой FE и стоимостью ЦСЛ E3. **ИТ**

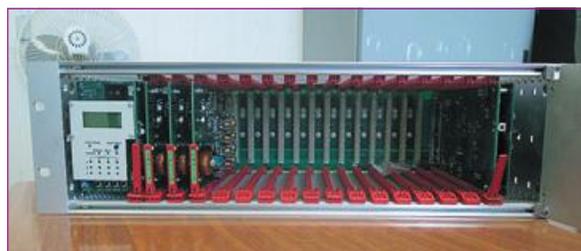


Рис. 2. Внешний вид «корзины» СМК 30 с платами СМЦИ 4К (ИМ)



Рис. 3. Корзина MSAN на 20 платомест

Список литературы

1. Штермер Х. и др. Теория телетрафика. — М. : Связь, 1971. — 320 с.
2. Крылов В. В., Самохвалова С. С. Теория телетрафика и ее приложения. — СПб. : БХВ-Петербург, 2005. — 288 с. — ISBN 5-94157-569-6.



**Виталий Сергеевич
Колокольников**

Vitaliy S. Kolokolnikov



**Игорь Александрович
Ковалев**

Igor A. Kovalyov

Сравнение современных методов расчета железнодорожных станций

Comparison of modern railway station design methods

Аннотация

В статье сравниваются две современные системы расчета железнодорожных станций. Исследованы основные результаты, полученные обеими системами, оценены факторы, влияющие на результаты перерабатывающей способности.

Ключевые слова: станция, перерабатывающая способность, аналитический метод расчета станций, имитационное моделирование.

Summary

The article compares two modern railway station design systems. Basic results produced by both systems have been examined; the factors affecting processing capacity have been evaluated.

Keywords: station, processing capacity, analytical station design method, simulation modeling.

Авторы Authors

Виталий Сергеевич Колокольников, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: kolokvital@gmail.com | **Игорь Александрович Ковалев**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: igor@controlling.su

Vitaliy Sergeevich Kolokolnikov, PhD in Engineering, Senior Lecturer, "Operations Management" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: kolokvital@gmail.com | **Igor Aleksandrovich Kovalyov**, PhD in Engineering, Associate Professor "Operations Management" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: igor@controlling.su

Крупные железнодорожные станции являются сложными системами [1]. Для определения параметров их работы требуются расчеты. К настоящему моменту времени сложилось достаточно большое количество методов расчета станций. Можно выделить четыре главных критерия, которым должен удовлетворять метод:

1) хорошо отображать и учитывать схему путевого развития станции, поскольку схема — качественная характеристика станции, существенно влияющая на ее количественные показатели;

2) отображать технологию работы, так как технология может не соответствовать схеме путевого развития, а взаимодействие технологии работы и схемы путевого развития влияет на показатели работы;

3) реагировать на случайные процессы;

4) учитывать управление в системе, поскольку выбор управляющего воздействия на систему зависит от реального ее состояния в конкретный момент времени.

В настоящее время на сети железных дорог для расчета перерабатывающей способности станций применяется программный комплекс ИСКРА-ППСС, разработанный ВНИИАС. Расчет на данном программном комплексе основан на применении аналитических зависимостей и разного рода коэффициентов, чью величину предвзительно трудно оценить.

В результате такой метод расчета не способен дать достоверной картины при исследовании работы системы, поскольку:

- ограничены возможности при оценке взаимовлияния элементов и структурных параметров на работу системы;
- сложно учесть вероятностные характеристики процесса;
- невозможно рассмотреть в динамике процессы, происходящие в системе;
- невозможно учесть управление в системе.

Указанные недостатки применения подобных методов расчета наиболее отчетливо проявляются при рассмотрении сложных систем, какими являются железнодорожные станции.

Доказано, что наилучшим методом расчета железнодорожных станций является имитационное моделирование [2]. Этот метод учитывает взаимосвязи, действующие в системе, отображает влияние внутренней структуры на характер функционирования модели, неявно задает целевую функцию и ограничения для сложной системы.

Метод имитационного моделирования заложен в основу работы программного комплекса ИСТРА-САПР.

Для сравнения достоверности расчетов, выполненных программными комплексами ИСКРА-ППСС и ИСТРА-САПР, выбрана железнодорожная станция Курган. Станция является участковой, со значительными объемами сортировочной и грузовой работы. Технология работы станции предусматривает обработку пассажирских и гру-

зовых транзитных поездов, в том числе длинносоставных, тяжеловесных и соединенных, а также поездов своего формирования и поступающих в расформирование. Помимо этого, обеспечивается движение внутриузловых передач и выполнение местной работы. Длинносоставные поезда требуют работы по изменению длины, а тяжеловесные — использования подталкивающих локомотивов при отправлении поезда. Эти и другие факторы делают технологию работы станции сложноразвешиваемой, что непременно должно быть учтено при расчете перерабатывающей способности.

Сравнение выполненных расчетов позволяет сделать следующие основные выводы:

1. В расчете, выполненном программой ИСКРА-ППСС, не учитываются задержки поездов из-за несвоевременной выдачи сменяемых поездных локомотивов и локомотивных бригад, а также задержки в отправлении поездов из-за неприемов другими техническими станциями, из-за отсутствия подталкивающего локомотива для тяжеловесного поезда и другие. Эти задержки учтены в расчете ИСТРА-САПР и составляют почти половину всех задержек на станции (202 часа из 427). Указанные задержки значительно влияют на показатели простоя вагонов, на занятость приемо-отправочных и сортировочных путей, а следовательно, и на перерабатывающую способность станции. В табл. 1 приведена загрузка путей станции при расчетах обеими системами.

Таблица 1

Загрузка путей станции Курган при расчете программами ИСКРА-ППСС и ИСТРА-САПР

	ИСКРА-ППСС	ИСТРА-САПР
Приемо-отправочные пути парка «В»	54 %	89 %
Приемо-отправочные пути парка «З»	52 %	75 %
Приемо-отправочные пути парка «К»	29 %	59 %
Сорт.-отправочные пути парка «К»	73 %	98 %
Приемо-отправочные пути парка «П»	Не рассчитана	27 %

Расчеты ИСТРА-САПР показали, что в случае своевременной выдачи сменяемых поездных локомотивов и локомотивных бригад, а также при отсутствии задержек в отправлении поездов из-за неприемов другими техническими станциями перерабатывающая способность

станции Курган увеличилась бы на 15 % от существующего транзитного поездопотока (11 пар транзитных поездов).

2. В расчете ИСКРА-ППСС не учитывается загрузка маневровых локомотивов и бригад технического, коммерческого осмотра, бригад опробования тормозов; берется во внимание лишь занятость путей поездами в соответствии с нормативными графиками их обработки, в которых задержки из-за несвоевременной выдачи локомотивных бригад и поездных локомотивов не могут быть учтены. В расчетах ИСТРА-САПР учитываются загрузки всех элементов станции в соответствии с их реальной работой. Расчеты ИСТРА-САПР показали, что при существующей структуре и технологии работы станции Курган, при максимально возможной переработке загрузка маневрового локомотива парка «В» превысит 95 % (задержки из-за него составят более 30 часов), а загрузка бригад опробования тормозов в парках «В» и «З» составит 71–73 % (задержки 11–14 часов).

3. В расчете ИСКРА-ППСС неравномерность прибытия поездов, неравномерность состава разборочных поездов, неравномерность времен выполнения операций учтена всего лишь одним коэффициентом, не зависящим от особенностей станции и характера ее работы и подбираемым практически случайным образом. Работы по расчету транспортных систем, выполненных с использованием программы ИСТРА-САПР, позволяют заключить, что указанные выше параметры для разных станций различные и не могут быть адекватно учтены одним коэффициентом.

4. В расчете ИСКРА-ППСС, в отличие от расчета ИСТРА-САПР, не учитывается взаимовлияние парков станции между собой, а также взаимовлияние состояния парка и прилегающих стрелочных горловин. Например, обработка сборных поездов, формирование передач и обслуживание фронтов местной работы в парках станции учитывается как «время постоянных операций», а в горловинах — как время на занятие данными маршрутами элементов горловины. При этом нет учета влияния враждебности в горловине при выполнении таких

передвижений на время занятия путей парков поездами и передачами данных категорий.

5. В расчетах ИСКРА-ППСС времена на «постоянные» операции в парках и горловинах, в том числе и тех, которыми ограничивается перерабатывающая способность, являются нормативными и зависят только от количества учитываемых под «постоянными» технологических операций. Не отображается взаимовлияние с выполнением других технологических операций в этом же парке и горловине, что может увеличить их продолжительность выполнения. Все это учитывается программой ИСТРА-САПР.

6. В расчетах ИСКРА-ППСС не учитывается занятость стрелочных секций при невмещении длинносоставного поезда на путь станции. Такая занятость учтена в расчетах ИСТРА-САПР. Сравнение результатов расчетов позволяет заявить о разнице в загрузке некоторых стрелочных групп до 60 %.

7. В расчете ИСКРА-ППСС узким местом станции Курган является группа стрелочных переводов 15, 25, 23, 37 в нечетной горловине парка «В», имеющая наибольшую загрузку (93 %). Доказано, что узким местом станции является элемент не с максимальной загрузкой, а вызывающий наибольшие задержки [3]. Расчет ИСТРА-САПР показал, что таким элементом является группа стрелок 7, 21, 27, 33, 49, 69. Задержки из-за нее составляют более 16 часов.

Расчет ИСКРА-ППСС для станции Курган показал завышенную перерабатывающую способность по сравнению с расчетом, выполненным в системе ИСТРА-САПР, — 93 пары транзитных поездов против 88 пар. В расчете ИСКРА-ППСС неверно определены узкие места станции. Это доказывает важность применения имитационного моделирования для решения подобных задач. Необходимо также отметить, что применение методов расчета, основанных на аналитических зависимостях, недопустимо для оценки реконструктивных мероприятий, поскольку из-за принципиальных неточностей в расчетах возможны серьезные ошибки при проектировании. **ИТ**

Список литературы

1. Козлов П. А., Осокин О. В., Тушин Н. А. Построение интеллектуальной информационной среды на железнодорожном транспорте // Инновационный транспорт. — 2011. — № 1. — С. 6–9.
2. Козлов П. А., Пермикин В. Ю., Колокольников В. С. Автоматизированное построение имитационных моделей крупных транспортных объектов // Транспорт Урала. — 2013. — № 2 (37). — С. 3–5. — ISSN 1815–9400.
3. Тимухина Е. Н. Методология исследования работоспособности станций при технологических сбоях // Транспорт Урала. — 2011. — № 4 (31). — С. 58–62. — ISSN 1815–9400.



**Владислав Махмутьянович
Гайфуллин**

Vladislav M. Gayfullin



**Олег Николаевич
Ларин**

Oleg N. Larin

Исследование риска травмирования пешеходов

Pedestrian injury risk study

Аннотация

Рассмотрены причины дорожно-транспортных происшествий с пешеходами, приведена статистика дорожно-транспортных происшествий в г. Челябинске за 2008–2012 гг. Проведено исследование и предложена методика по обоснованию риска травмирования пешеходов в зависимости от ширины проезжей части, места расположения и удаленности нерегулируемых пешеходных переходов от остановок общественного транспорта.

Ключевые слова: риск травмирования пешеходов, дорожно-транспортные происшествия, нерегулируемый пешеходный переход, ширина проезжей части, остановки общественного транспорта.

Summary

The causes of road accidents involving pedestrians are reviewed; road accidents statistics in Chelyabinsk for 2008 – 2012 are provided. The research has been performed and a method is proposed to substantiate the risk of injury to pedestrians, depending on the width of the roadway, location and distance of unregulated pedestrian crossings from public transport stops.

Keywords: pedestrian injury risk, traffic accidents, unregulated pedestrian crossing, roadway width, public transport stops.

Авторы Authors

Владислав Махмутьянович Гайфуллин, старший преподаватель кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» автотракторного факультета Южно-Уральского государственного университета, Челябинск | Олег Николаевич Ларин, д-р техн. наук, профессор кафедры «Логистика и управление транспортными системами» института управления и информационных технологий Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва

Vladislav Makhmutyanovich Gayfullin, Senior Lecturer, "Motor Transport Operation Department", Automobile and Tractor Faculty of South Ural State University, Chelyabinsk | Oleg Nikolaevich Larin, DSc in Engineering, Professor of "Logistics and Transport Systems Management" Department, Institute of Management and Information Technologies, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow

Пешеходы — одна из самых незащищенных категорий участников дорожного движения. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с их участием заканчиваются тяжелыми ранениями, часто несовместимыми с жизнью. Величина ущерба от ранения и гибели пешеходов составляет около 40% от социально-экономического ущерба от аварийности на автомобильном транспорте [1].

В г. Челябинске за 2012 г. было зарегистрировано 1857 (–0,9%) ДТП, в которых 90 (–10%) человек погибло и 2329 (+2,0%) получили ранения. По вине пешеходов произошло 779 (–14,5%) ДТП, что составило 42% от общего количества происшествий, в которых было ранено 784 (–15,6%) и погибло 47 (–16%) человек.

ДТП с пешеходами происходят по многим причинам, среди которых технологические — неподготовленность дорожной инфраструктуры, а также человеческий фактор, в том числе несоблюдение правил дорожного движения (ПДД) водителями и пешеходами [3]. Одной из причин риска пешехода попасть в ДТП является ширина проезжей части и место расположения пешеходного перехода от остановки общественного транспорта. Ширина проезжей части оказывает значительное влияние как на поведение пешеходов при переходе улицы, так и на степень опасности этого перехода. Наибольшую опасность для пешеходов представляет переход в неустановленном месте на перегонах улиц, поэтому исследуем риск травмирования пешеходов на данных участках дороги в зависимости от ширины проезжей части [2].

Цель исследования заключается в установлении зависимости между числом пострадавших пешеходов и шириной проезжей части.

Предложена методика по обоснованию влияния ширины проезжей части на риск травмирования пешеходов, которая основывается:

- на топографическом анализе очагов аварийности с пешеходами за 5 лет (2008–2012 гг.), систематизированных по причинам наездов на пешеходов (табл. 1);
- выявлению зависимости между шириной проезжей части и числом пострадавших пешеходов:
 - а) при переходе проезжей части в неустановленном месте;
 - б) нарушение ПДД при проезде водителями нерегулируемых пешеходных переходов (рис. 1);
- результатах наших исследований, установивших закономерности возникновения очагов аварийности и их влияния на риск травмирования пешеходов.

Для определения уравнения регрессии возьмем крайние максимальные значения ширины проезжей части в одном направлении, построим графики, иллюстрирующие зависимость между шириной проезжей части и долей пострадавших пешеходов при переходе проезжей части в неустановленном месте и проезде водителями нерегулируемого пешеходного перехода с нарушениями ПДД (рис. 1).

Зависимость числа пострадавших пешеходов от ширины проезжей части в одном направлении при переходе проезжей части в неустановленном месте представлена на рис. 1 (ряд 1) и выражается уравнением регрессии (прямой линией) с достоверностью аппроксимации 0,85:

$$a = -1,33 \cdot b + 21,72, \quad (1)$$

где a — число пострадавших пешеходов, чел.; b — ширина проезжей части, м.

Таблица 1

Распределение пострадавших пешеходов в зависимости от ширины проезжей части и вида нарушений ПДД за 5 лет (2008–2012 гг.)

Очаги аварийности	Ширина проезжей части в одном направлении, м	Расположение очага аварийности на проезжей части		Доля пострадавших пешеходов, %	
		Начало участка	Конец участка	Переход в неустановленном месте	Нарушение ПДД при проезде нерегулируемых пешеходных переходов водителями
ул. Дарвина, 2, 2В, 18	6,0	4,6	6	19	13,7
ул. Воровского, 1а, 2	7	6,1	7	19	17,2
ул. Воровского, 6, 7, 54, 65, ул. Энгельса, 7	7,5	7,1	7,5	20,6	20,6
Свердловский пр., 50, 51а, Уфимский тракт	9,0	7,6	9	14,2	24,1
ул. Овчинникова, 7, 7а, ул. Труда, 166	15,0	9,1	15	14,2	31,0

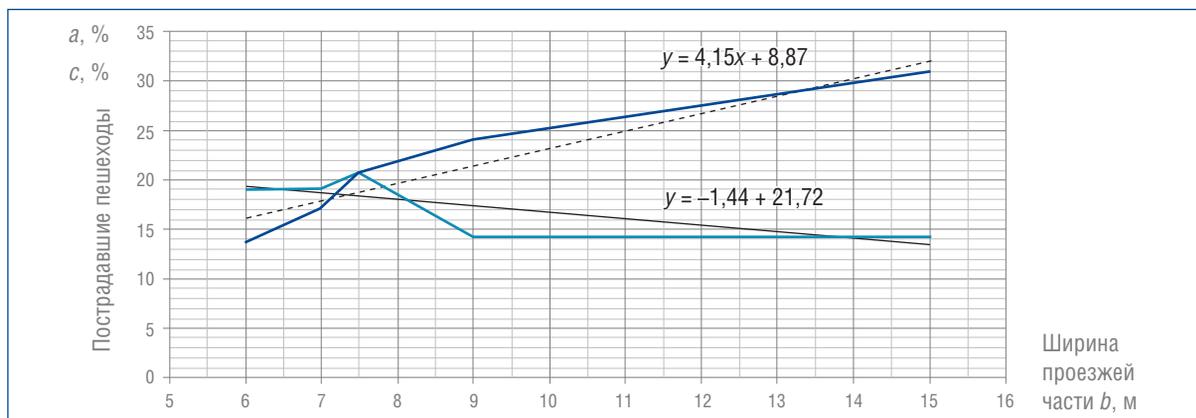


Рис. 1. Распределение числа пострадавших пешеходов в зависимости от ширины проезжей части: *a* — при переходе проезжей части в неустановленном месте; *c* — по причине нарушения правил дорожного движения водителями при проезде нерегулируемого пешеходного перехода; — — — — количество пострадавших пешеходов по причине перехода проезжей части в неустановленном месте; — — — — количество пострадавших пешеходов по причине несоблюдения водителями ПДД; — — — — линейная (ряд 1); - - - - - линейная (ряд 2)

Как показали исследования, наибольшую опасность для пешеходов при переходе проезжей части шириной до 7 м в одном направлении представляют участки от 4,6 м до 7,0 м и достигают максимальной величины на участках от 7,1 м до 7,5 м при общей ширине проезжей части 7,5 м в одном направлении (20,6% ДТП). По мере увеличения ширины проезжей части риск травмирования пешеходов снижается.

Зависимость числа пострадавших пешеходов от ширины проезжей части в одном направлении по причине нарушения водителями правил дорожного движения при проезде нерегулируемого пешеходного перехода, изображенная на рис. 1 (ряд 2), выражается уравнением регрессии (прямой линией) с достоверностью аппроксимации 0,97.

$$c = 4,15 \cdot b + 8,87, \quad (2)$$

где *c* — число пострадавших пешеходов по причине нарушения водителями ПДД при проезде нерегулируемого пешеходного перехода, %; *b* — ширина проезжей части, м

Характер изменения кривой (ряд 2) имеет линейную направленность и характеризует тенденцию увеличения числа ДТП по причине наездов на пешеходов из-за нарушения ПДД водителями при проезде нерегулируемых пешеходных переходов при увеличении ширины проезжей части.

В результате исследований установлено, что наибольшую опасность для пешеходов при проезде водителями нерегулируемого пешеходного перехода с нарушениями ПДД представляют участки улиц шириной от 7,6 м до 9,0 м (24,1% ДТП) при ширине проезжей части до 9 м в одном направлении и достигают максимума на участках улиц шириной от 9,1 м до 15,0 м (31% ДТП) при ширине проезжей части до 15 м в одном направлении.

Кроме того, проведены исследования очагов аварийности на нерегулируемых пешеходных переходах г. Челябинска, которые позволили установить зависимость риска травмирования пешеходов от места расположения (удаленности) пешеходного перехода относительно остановок общественного транспорта (табл. 2, рис. 2).



Рис. 2. Распределение числа пострадавших пешеходов в зависимости от удаленности пешеходных переходов от ООТ: —○— — пострадавшие пешеходы, чел.

Исследования (рис. 2) показали, что наибольшее количество наездов на пешеходов было совершено при расположении остановок общественного транспорта на расстоянии от 30 до 40 м от нерегулируемого пешеходного перехода. По мере удаленности ООТ от нерегулируемого пешеходного перехода риск травмирования пешеходов снижается.

Новизна данного исследования выражается в следующем:

1. Установлена закономерность влияния ширины проезжей части на риск травмирования пешеходов; получены уравнения регрессии, раскрывающие данную закономерность.

Количество пострадавших пешеходов в зависимости от места расположения (удаленности) пешеходного перехода от остановок общественного транспорта за 5 лет (2008–2012 гг.)

Наименование остановки общественного транспорта	Удаленность пешеходного перехода от остановки общественного транспорта, м	Количество пострадавших пешеходов
Сад «Колющенко»	20	8
Южная	30	21
Доватора	40	15
Поселок Исаково	50	5
ЦРМ	60	11
Сад «Спутник»	90	13

2. Установлена зависимость числа пострадавших пешеходов от удаленности нерегулируемого пешеходного перехода от остановок общественного транспорта.

Проведенные исследования свидетельствуют, что для снижения риска травмирования пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах необходима многоуровневая система обеспечения безопасности пешеходов, включающая в себя:

а) разработку первоочередных некапиталоемких мероприятий (нанесение линий разметки на пешеходном переходе типа «зебра», установка дорожных знаков и пе-

шеходных ограждений, устройство островков безопасности, улучшение освещения) [4];

б) разработку долгосрочных мероприятий, требующих значительных материальных затрат (строительство светофоров, надземных или подземных пешеходных переходов);

в) проведение систематических мероприятий силами ГИБДД (пропаганда ПДД, контроль за соблюдением ПДД пешеходами и водителями);

г) подготовку и реализацию специальной федеральной целевой программы «Безопасность пешехода». **ИТ**

Список литературы

1. Анискин Л. Г. Аварийность и безопасность / под ред. А. К. Васильева. — М. : ОАО Типография «Новости», 2006. — 64 с.
2. Буга П. Г., Шелков Ю. Д. Организация пешеходного движения в городах : учебное пособие для вузов. — М. : Высшая школа, 1980. — 232 с.
3. Гайфуллин В. М. Исследование взаимоотношений участников движения на улично-дорожной сети // Транспорт Урала. — 2012. — № 3. — С. 16–19.
4. Кременец Ю. А., Печерский М. П., Афанасьев М. Б. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов. — М. : Академкнига, 2005. — 279 с.
5. Правила дорожного движения Российской Федерации. — М. : МедиаСервис, 2013. — 64 с.
6. Официальный сайт ГИБДД Челябинской области. — URL: www.gibdd74.ru

Технические требования и рекомендации к оформлению статей

1. Публикация состоит из следующих **обязательных элементов**:

- а) УДК;
- б) Ф. И. О. автора (авторов) (на русском и английском языках);
- в) название статьи (на русском и английском языках);
- г) аннотация (на русском и английском языках);
- д) ключевые слова (на русском и английском языках);
- е) текст статьи;
- ж) библиографический список;
- з) сведения об авторе (авторах): место работы (учебы), ученая степень, ученое звание, должность, почтовый адрес, телефон, e-mail (на русском и английском языках);
- и) портретное фото автора (авторов), представленное в электронном виде отдельным файлом, цветное, высокого качества, в форматах *.jpg (от 200 Кб), *.tif (от 1 Мб).

2. Материалы подготавливаются в редакторе Microsoft Office Word 2003, 2007.

3. **Объем статьи** не более 15 страниц.

4. **Список литературы** помещается в конце статьи после подзаголовка и оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.0.5-2008. Ссылки на литературу в тексте статьи оформляются в квадратных скобках ([3], [3, 4], [3–7]).

5. **Требования к разметке и форматированию текста.** Поля страницы – по 2 см с каждого края. Страницы должны быть без нумерации. Текст статьи: шрифт

Times New Roman, кегль 14; межстрочный интервал полуторный; выравнивание по ширине; отступ первой строки 1,25 см; расстановка переносов автоматическая. Простые формулы и сочетания символов набираются в текстовом режиме, сложные – при помощи редактора формул Microsoft Equation или MathType и располагаются по центру страницы. Написание букв: русские и греческие буквы (а, б, в, А, Б, В; ε, ω, Ω, Σ), а также цифры и функции (1, 2, 3; I, V, XII; sin, lg, min и др.) пишутся только прямо; латинские буквы (*a, b, c, A, B, N* и пр.) – только курсивом.

6. **Рисунки и таблицы.** Таблицы должны быть снабжены заголовками, а рисунки — подписями. Расположение заголовков: слово «Таблица» — в правый край таблицы; название таблицы располагается по центру над таблицей. В рисунках (диаграммах и графиках) слово «Рис.», номер и название рисунка располагаются по центру набора под рисунком. Расположение таблиц и рисунков — после ссылки на них. Условные обозначения в рисунках и таблицах, если они есть, должны быть расшифрованы в подписи или в тексте статьи.

Рисунки. Цветные и черно-белые (если нет цветных) иллюстрации принимаются отдельными файлами в форматах *.jpg (от 300 Кб), *.tif, *.bmp (от 2 Мб). Недопустимо использование изображений, взятых из Интернета, размером 5–100 Кб, а также отсканированных версий плохого качества.

Диаграммы, схемы и таблицы могут быть представлены в форматах MS Excel, MS Visio, MS Word (сгруппированные). Отдается предпочтение исходным файлам, которые допускают редактирование рисунка. Допускаются изображения, конвертированные в форматы *.cdr, *.cmx, *.eps, *.ai, *.wmf, *.cgm, *.dwg.

7. Материалы для очередного номера принимаются до 30-го числа первого месяца квартала.

**Подписной индекс издания
в общероссийском каталоге «Роспечать» — 85022.**

ООО «Инновационный научный центр Академии транспорта» (ИНЦАТ)

Учредители: Уральский государственный университет путей сообщения,
Российская академия транспорта

Научно-исследовательская и внедренческая деятельность:

- оптимизация транспортной сети пассажирского комплекса;
- логистика в пассажирских перевозках;
- конструкторские расчеты и моделирование элементов и узлов железнодорожного подвижного состава.

Основные заказчики: Министерство транспорта и связи Свердловской области,
ОАО «Синара – Транспортные Машины»,
Свердловская железная дорога – филиал ОАО «РЖД».

Контактная информация:

Директор: Брусянин Дмитрий Алексеевич.

Адрес: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, корпус Б.

Тел.: +7 (906) 802-27-81. E-mail: DBrusyanin@mail.ru

**Российская академия транспорта
и Уральский государственный университет путей сообщения –
единство инновационных решений**



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ»

Основные направления работы

- Разработка проектов реконструкции и модернизации контактной сети железнодорожного транспорта.
- Сопровождение программного продукта «Автоматизированное рабочее место проектировщика контактной сети» АРМ КС.
- Проектирование внешнего электроснабжения до 1000 кВ включительно и внутреннего электроснабжения жилых, общественных и производственных зданий.
- Проведение электротехнической экспертизы оборудования.
- Расчет автоколебаний проводов контактной подвески и взаимодействия различных токоприемников с контактным проводом.
- Научно-исследовательские работы в области совершенствования системы токосъема железнодорожного транспорта.

Заведующий лабораторией: канд. техн. наук, доцент Ковалев Алексей Анатольевич.



Наш адрес: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, корпус Б, оф. 303.
Для переписки: 620042, г. Екатеринбург, а/я 180. Тел./факс: (343) 221-25-27, 8-950-63-77-440.
E-mail: saprks@mail.ru. Веб-сайт: www.sapr-ks.usurt.ru

