

ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

№ 2 (8)

май 2013

I N N O T R A N S



Об итогах 6-го Международного симпозиума
железнодорожных вузов Европы и Азии
в г. Сеуле, Республика Корея
С. 58

Инновационные
технологии в развитии
сортировочных станций

Гидравлический
гаситель
колебаний

Развитие инфраструктурного
комплекса системы
токосяема

Инновационный транспорт

Научно-публицистическое издание

№ 2 (8), 2013 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, академик РАТ

Редактирование и корректура – Елена Владимировна Чагина

Верстка и дизайн – Ольга Петровна Игнатьева

Адрес редакции: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, каб. Б2-79.
Тел. (343) 221-24-42. 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 31.05.2013. Печать офсетная.

Тираж 1000 экз. Заказ № 1683.

© ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей
сообщения», 2013

© Общероссийская общественная организация «Российская академия
транспорта», 2013

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Александр Геннадьевич Галкин, доктор технических наук, профессор,
главный редактор журнала «Инновационный транспорт», академик
Российской академии транспорта, 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,
академик 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, академик
РАТ, директор научно-производственного холдинга «Стратег», Москва
(Россия).

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

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

Innotrans

Scientific-and-nonfiction edition

№ 2 (8), 2013

Published since November 2011

Founders: Russian Academy of transport (RAT),
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

Editing and proofreading – Elena V. Chagina

Layout and design – Olga P. Ignatieva

Address of the editorial office: Office B2-79, 66 Kolmogorova Str.,
Ekaterinburg, 620034. Telephone: (343) 221-24-42. 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 31.05.2013. Offset printing.

Circulation 1000 copies. Order No. 1683.

© FGBOU VPO Ural State University of Railway Transport, 2013

© All-Russian Public Organisation “Russian Academy of Transport”, 2013

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Alexander G. Galkin, DSc in Engineering, Professor, Editor-in-Chief of
Innotrans magazine, Academician of Russian Academy of Transport, 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. Tynyshpayev, Alma-Ata (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD

Dmitry G. Nevolin, DSc in Engineering, Professor, Academician 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, Academician of RAT, Director
of Scientific Production Holding Strateg, Moscow (Russia).

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Железнодорожный транспорт

<i>Глушко М. И., Тимухина Е. Н., Ковалев И. А., Федоров Е. В.</i> Инновационные технологии в развитии сортировочных станций.	3
<i>Ломотько Д. В., Каневская Д. В.</i> Совершенствование технологии работы с местными грузами на железнодорожном полигоне	9
<i>Бушуев С. В., Ускова М. Л.</i> Жизненный цикл устройств ЖАТ и оптимизация его стоимости.	15
<i>Глушко М. И., Фролов Н. О., Федоров Е. В.</i> Гидравлический гаситель колебаний.	21
<i>Даниленко Д. В., Намятов А. В., Лапшин В. Ф.</i> Особенности технологии проектирования специализированных грузовых вагонов	24
<i>Абдрахманов Р. Р.</i> Совершенствование конструкций воздушных стрелок	30
<i>Косяков А. А.</i> Оценка возможности применения методологии интеллектуальных электрических сетей в системах электропитания железнодорожного транспорта	34
<i>Павлов В. М., Смердин А. Н., Голубков А. С.</i> Экспериментальное определение аэродинамической составляющей силы контактного нажатия токоприемников	39
<i>Ковалев А. А.</i> Развитие инфраструктурного комплекса системы токосъема.	43
<i>Сидоров О. А., Смердин А. Н., Емельянов М. В.</i> Особенности конструкции универсального измерительного токоприемника электроподвижного состава для исследования систем токосъема.	47

Автомобильный транспорт

<i>Самуйлов В. М., Шинкаренко Н. К.</i> Экологическая составляющая в транспортно- инновационной модели кластерной организации Урало- Сибирского региона	51
--	----

Симпозиумы, конференции, выставки

<i>Неволин Д. Г.</i> 6-й Международный симпозиум железнодорожных вузов Европы и Азии и очередное заседание общего собрания членов Международной ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона	58
---	----

Транспортное образование

<i>Мальгин Е. А.</i> Дорожная карта международного сотрудничества УрГУПС	64
---	----

Научные материалы докторантов и аспирантов

<i>Пермикин В. Ю., Колокольников В. С.</i> Активизация динамических резервов в транспортном узле за счет гибкого взаимодействия.	67
--	----

CONTENTS

Railway transport

<i>Marat I. Glushko, Elena N. Timukhina, Igor A. Kovalev, Evgeny V. Fedorov</i> Innovative technologies in the development of marshalling yards	3
<i>Denis V. Lomot'ko, Darina V. Kanevskaya</i> Improving the technology of handling local cargos at railway test site	9
<i>Sergey V. Bushuev, Maria L. Uskova</i> Life cycle and cost optimization of railway automation and telemechanics devices.	15
<i>Marat I. Glushko, Nikolay O. Frolov, Evgeny V. Fedorov</i> Hydraulic shock absorber.	21
<i>Denis V. Danilenko, Andrey V. Namyatov, Vasily F. Lapshin</i> Design and engineering specifics of special-purpose freight cars.	24
<i>Ruslan R. Abdrakhmanov</i> Improvement of aerial crossings design	30
<i>Alexey A. Kosyakov</i> Possibility assessment of the application of smart grids methodology for railway transport electric power supply systems	34
<i>Vyacheslav M. Pavlov, Alexander N. Smerdin, Anton S. Golubkov</i> Experimental determination of aerodynamic component of current collectors	39
<i>Alexey A. Kovalev</i> Development of infrastructure complex of current collection system	43
<i>Oleg A. Sidorov, Alexander N. Smerdin, Mikhail V. Emelyanov</i> Design features of multi-purpose measuring current collector of electric rolling stock for the study of current collection systems	47

Motor transport

<i>Valery M. Samuylov, Nina K. Shinkarenko</i> Environmental component in the transport innovation model of cluster organization of Ural-Siberian region	51
---	----

Round tables, conferences, exhibitions

<i>Dmitry G. Nevolin</i> 6th International Symposium of railway universities of Europe and Asia and regular General Meeting of members of the International Association of Transport Universities of Asia-Pacific countries.	58
--	----

Transport education

<i>Evgeny A. Malygin</i> International cooperation roadmap of USURT.	64
---	----

Scientific materials by doctoral and postgraduate students

<i>Vadim Y. Permikin, Vitaly S. Kolokolnikov</i> Activation of dynamic reserves in transport hub through flexible interaction.	67
--	----



**Марат Иванович
Глушко**

Marat I. Glushko



**Елена Николаевна
Тимухина**

Elena N. Timukhina



**Игорь Александрович
Ковалев**

Igor A. Kovalev



**Евгений Валерьевич
Федоров**

Evgeny V. Fedorov

Иновационные технологии в развитии сортировочных станций

Innovative technologies in the development of marshalling yards

Аннотация

Инвестиционный совет ОАО «РЖД» утвердил «Программу совершенствования работы и развития сортировочных станций железных дорог до 2015 года» с прицелом на незамедлительную реализацию. В связи с этим возникла острая необходимость модернизации комплекса сортировочных станций, который принято называть фабрикой маршрутов.

Ключевые слова: сортировочная станция, техническое обслуживание, закрепление подвижного состава, комплексный подход, инновационная технология, тормоза подвижного состава.

Abstract

Investment Board of JSC «Russian Railways» approved «Program of operational improvement and development of railway marshalling yards to 2015» with a view to immediate implementation. In this regard, an urgent need arises for modernization of marshalling yard complex, which is called «routes factory».

Keywords: marshalling yard, maintenance, allocation of rolling stock, integrated approach, innovative technology, rolling stock brakes.

Авторы Authors

Марат Иванович Глушко, д-р техн. наук, профессор кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург | **Елена Николаевна Тимухина**, д-р техн. наук, доцент, заведующая кафедрой «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург | **Игорь Александрович Ковалев**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург | **Евгений Валерьевич Федоров**, аспирант кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург; e-mail: Fedorov335@yandex.ru

Marat I. Glushko, DSc in Engineering, Professor of «Electric Traction» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Elena N. Timukhina**, DSc in Engineering, Associate Professor, Head of «Management of Exploitation Work» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Igor A. Kovalev**, PhD in Engineering, Associate Professor of «Management of Exploitation Work» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Evgeny V. Fedorov**, Postgraduate student of «Electric Traction» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: Fedorov335@yandex.ru

Основные задачи железнодорожного транспорта состоят в том, чтобы своевременно обеспечивать перевозочный процесс без потери груза в пути следования и повреждения подвижного состава, а также без нанесения ущерба здоровью людей и экологии.

Технология перевозочного процесса разделяется на несколько фаз. Основную фазу составляет соблюдение условий безопасного движения и техническое обслуживание поезда на перегоне. Эта главенствующая фаза реализуется с помощью бортовых средств контроля и напольных диагностических устройств.

В подготовительную фазу входят техническое обслуживание и работы по обеспечению безопасных условий предстоящего следования поезда; эта фаза относится к инфраструктуре перевозочного процесса.

В пути следования техническое обслуживание грузового поезда выполняет локомотивная бригада; подготовительные работы проводятся при техническом обслуживании поезда на пунктах технического осмотра (ПТО).

Техническое обслуживание средствами ПТО разделяется на два уровня. При обслуживании первого уровня проверяется и готовится подвижной состав для постановки в поезд. Обслуживание второго уровня производится после формирования поезда; при этом выполняются соответствующие работы и проводится контроль возможности следования поезда по гарантийному участку.

Особенная роль в перевозочном процессе отводится сортировочным станциям, и в настоящее время возникла острая необходимость коренной модернизации комплекса сортировочных станций, который принято называть фабрикой маршрутов.

В связи с этим принято решение об актуализации «Программы совершенствования и развития сортировочных станций железных дорог до 2015 года», утверждение которой состоялось в июле 2012 года. Компания ОАО «РЖД» готова приступить к реализации комплексной интегрированной технологии управлением грузовых поездов по расписанию. На первом этапе требуется обеспечить планирование отправления поездов с сортировочных станций на период до 12 часов с корректировкой плана по трехчасовым отрезкам. Острая необходимость развития системы сортировочных станций вызвана в конечном итоге требованием повышения эффективности перевозочного процесса в целом.

При узкой направленности, предназначенной только для механизации и автоматизации сортировочных про-

цессов, намеченное планом развитие сортировочных станций не решить с применением комплексной системы КСАУ СП, интеллектуальных систем и даже с интеграцией инновационных спутниковых технологий.

Сортировка — это не только автоматизация роспуска вагонов, но и подготовка поезда к безопасному движению на всем пути следования.

Модернизация требует комплексного подхода на основе учета взаимодействия всех технологических линий и составляющих парков сортировочной станции, а интеллектуальные системы должны базироваться на прочном фундаменте совершенной технологии, скрепленной соответствующей технической оснащённостью.

Парк приема

Техническое обслуживание вагонов в составах, подлежащих расформированию, проводится с целью контроля состояния вагонов, отмеченных на ходу поезда средствами технической диагностики (СТД), и принятия решения о виде ремонта. Но в парке приема выполняют также подготовительные операции, относящиеся непосредственно к работе станции: закрепление состава и разрядку автотормозов состава. Безопасность работ обеспечивается обязательным закреплением подвижного состава на станционных путях с помощью ручных тормозных башмаков (РТБ) и других средств, в соответствии с нормативами инструкции по движению поездов и маневровой работе.

При техническом обслуживании составов в парке приема достаточную известность получили устройства заклинивающего типа, например упор УТС-380, предложенный учеными ВНИИЖТ, а также стационарные устройства закрепления составов УЗС-86 и УЗС-86Р системы Н. И. Пачеса.

Тормозной башмак относится к переносным средствам закрепления массой около 7 кг. Для закрепления в парке приема состава средней длины и веса требуется перенести и установить в общем случае 10 башмаков. Достоинством РТБ является ограничение тормозной силы, но в случае повышенного фрикционного взаимодействия между полозом башмака и рельсом возможен сход подвижного состава вследствие перекатывания колеса через башмак.

В парках приема сортировочных станций закрепление должно производиться с обеих сторон состава. Исходя из этого положения, стационарные установки не отвечают сложившимся требованиям технического обслуживания, так как прибывающие поезда имеют различную длину, и установки, располагаемые в конце парковых путей, должны обладать мобильностью.

Устройства заклинивающего типа могут стать причиной схода подвижного состава при маневрах, а схема рекламируемого автоматического стояночного тормоза типа АСТ не отвечает своему основному назначению, ведь каждое маневрирование подвижным составом при отсутствии сжатого воздуха в тормозной системе требует отпускать и приводить в действие АСТ вручную.

После полного перевода подвижного состава на буксы с подшипниками качения завершилось также оборудование всех вагонов грузового парка ручными (стояночными) тормозами. Однако до сих пор ручные тормоза не находят массового применения при закреплении состава в парке приема сортировочных станций. Возможной причиной является непредсказуемость тормозной эффективности ручных тормозов в случае приведения их в действие при отпущенных автоматических тормозах.

Комплексный подход позволяет рассматривать единую тормозную систему подвижного состава, содержащую автоматический и ручной тормоза. В такой системе можно с помощью ручного тормоза использовать максимальную тормозную силу автоматического тормоза вагона.

Это свойство целесообразно использовать для закрепления подвижного состава в первую очередь на станционных путях парка приема сортировочных станций при отстое и ожидании роспуска с горки или выполнении маневровых работ.

Важным отличием и определяющим результатом комплексного подхода является закрепление вагонов с помощью имеющейся автономной системы самого подвижного состава в рамках установленного технологического процесса, без необходимости применения внешних тормозных средств.

Перед закреплением состава после отцепки локомотива выполняется разрядка тормозной магистрали состава, и после полного торможения автоматическими тормозами приводятся в действие ручные тормоза концевых вагонов в голове и хвосте состава. Автомати-

ческие тормоза в статическом состоянии обладают наибольшим эффектом, который фиксируется и сохраняется после приведения в действие ручных тормозов, обладающих неистощимостью, независимо от усилия на штурвале. Ручной тормоз является важным инструментом обеспечения безопасности на транспорте, но ему уделяется недостаточное внимание. До сих пор не раскрыто важное свойство тормозной системы — сохранять полную тормозную эффективность вагона в случае приведения ручного тормоза в действие при заторможенном автоматическом тормозе.

При учете допустимого уклона в парке приема и величины тормозной силы в статическом состоянии при полном торможении, в зависимости от режима тормоза определяются нормативы закрепления в виде числа вагонов, затормаживаемых ручным тормозом:

- для концевых вагонов в порожнем состоянии

$$n = 0,7Q;$$

- для концевых вагонов в груженом состоянии

$$n = 0,4Q,$$

где Q — вес закрепляемого состава в тыс. тс.

В результате применения предлагаемого способа затормаживание ручными тормозами двух концевых вагонов (в голове и хвосте состава) оказывается достаточным для надежного закрепления состава весом до 3 тыс. тс (если эти вагоны в порожнем состоянии) и весом до 5 тыс. тс (если вагоны в груженом состоянии). Существенный эффект достигается благодаря тому, что закрепление состава с помощью ручного тормоза одного вагона равноценно применению четырех тормозных башмаков. Достижение эффекта гарантируется тем, что правила эксплуатации тормозного оборудования предусматривают запрет на постановку в поезд вагона, имеющего неисправный ручной тормоз.

Если для парков приема перспективных сортировочных станций предусмотреть укладку пути с максимальным допустимым и направленным уклоном, то закрепление состава вагонов достаточно производить только со стороны спуска. И самое привлекательное для нашей корпоративной экономической системы состоит в том, что предлагаемый способ закрепления вагонов не требует финансовых затрат.

Разрядка автотормозов состава производится вручную, воздействием на выпускной клапан воздухораспределителя каждого вагона. При разрядке автотормоза необходимо удерживать поводок до полного прекращения выпуска сжатого воздуха из рабочей камеры, а затем убедиться в разрядке тормоза по возвращению штока тормозного цилиндра в исходное положение и по отходу тормозных колодок от колес.

Снижение затрат ручного труда возможно за счет применения централизованной разрядки автотормозов всего состава. Способ основан на использовании свойства мягкости воздухораспределителя, а реализуется он с помощью стационарного устройства или локомотива.

Решение по совершенствованию процессов закрепления состава вагонов и разрядки автотормозов полностью соответствует поставленным задачам по развитию сортировочных станций.

Парк отправления

Техническое обслуживание в парке отправления начинается с формирования пневматической сети состава вагонов, выявления и устранения всех неисправностей, при наличии которых подвижной состав запрещается ставить в поезд.

В соответствии с установленным порядком размещения и включения тормозов, перед отправлением поезда со станции, где имеется пункт технического обслуживания вагонов, тормоза всех вагонов должны быть включены в тормозную сеть поезда и исправно действовать. Поэтому на ПТО предусматривается техническое обслуживание и выполнение основной операции приемки поезда — полного опробования автотормозов.

Сложившаяся технология допускает к использованию в парках отправления стационарных установок типа УЗОТ для зарядки и проверки действия автотормозов состава вагона до прицепки локомотива. Установка располагается в помещении оператора, который управляет процессами зарядки и проверки автотормозов состава. Наличие подводных трубопроводов значительной длины от установки до каждого междупутья оказывает негативное влияние на параметры зарядки и проверки тормозной сети состава. Такую технологию нельзя классифицировать как полное опробование автотормозов. Правила эксплуатации тормозов подвижного состава содержат специальный раздел «Опробование и проверка тормозов в поездах». Действительно, конечной продукцией ПТО является поезд, поэтому перед отправлением на перегон именно в поезде должна производиться проверка автотормозов, начиная от всасывающих фильтров компрессора и до последнего концевого крана. Полное опробование потому и называется пол-

ным, что с его помощью производится проверка тормозной системы всего поезда.

Правилами предусмотрено проведение полного опробования автотормозов после смены локомотива. Значит, полное опробование от локомотива потребует-ся и после отключения состава от стационарной установки. Контрольную проверку тормозов на станции выполняют в поезде от локомотива, в справке о тормозах формы ВУ-45 указывается серия и номер локомотива, но в документе нет упоминания о стационарной установке или станционной сети.

Сортировочная станция должна быть фабрикой безопасных маршрутов, поэтому в программе реконструкции сортировочных станций следует обратить повышенное внимание на техническое обслуживание автотормозов поезда, поскольку они являются универсальным средством безопасности предстоящего следования поезда по перегону.

Целью технического обслуживания поезда в парке отправления является текущий ремонт вагонов по нарядам на ремонтные работы, подготовка и проведение полного опробования автотормозов. В качестве исходного положения принимается требование обязательного проведения полного опробования в поезде от локомотива. При такой технологии в парке отправления прокладывается одна линия питательного трубопровода от станционной сети, а в междупутье головной части размещаются зарядные устройства для предварительной продувки тормозной магистрали и зарядки пневматической сети состава до подхода локомотива. Питательный трубопровод и зарядные устройства относятся к парковому хозяйству, поэтому осмотрщики и слесари могут выполнять все необходимые работы, связанные с подготовкой состава вагонов к полному опробованию автотормозов поезда от локомотива. Представленный регламент повышает качество подготовки поезда и уменьшает продолжительность простоя подвижного состава за счет устранения сокращенного опробования тормозов.

Подача поезда локомотива под состав характеризуется определенной неравномерностью, значит, для реализации движения по твердым (сквозным) ниткам графика потребуется четкое планирование работы локомотивных бригад с пооперационным контролем процесса, так чтобы не было задержки с подачей локомотива.

Для контроля пневматических сетей поезда обязательно применение специального автоматического мно-

гофункционального устройства. Основным свойством измерительного устройства является возможность раздельного определения показателя плотности пневматических сетей локомотива и состава вагонов, а также определение производительности компрессора локомотива. Это дает возможность локомотивной бригаде контролировать качество подготовки пневматической сети вагонов работниками парка и надежность источника сжатого воздуха. Такое свойство достигается тем, что в качестве единицы измерения расхода сжатого воздуха принимается норматив расхода в пневматической сети одного условного вагона (20 л/мин) при нормальном зарядном давлении, что позволяет сравнивать полученный результат измерения плотности с фактическим числом вагонов в поезде и выявлять объект повышенной утечки — локомотив или вагоны.

При измерении плотности пневматических сетей грузового поезда в качестве измерительной емкости используется паспортный объем главных резервуаров локомотива. Такой подход не учитывает объем питательной сети и существенное изменение объема главных резервуаров в эксплуатации вследствие выпадения влаги и отложения загрязнений, что приводит к серьезной погрешности измерения. Недопустимо проводить измерение плотности пневматических сетей поезда с применением средства измерения (в виде главных резервуаров) с неустановленными параметрами. Поэтому с помощью простого аэродинамического приема в устройство введена функция определения и введения в расчет суммарного фактического объема всей питательной сети локомотива вместе с главными резервуарами.

Устройство также позволяет реализовать оригинальный способ контроля, с помощью которого определяется число вагонов, составляющих тормозную магистраль состава. В каждом поезде вагоны имеют различную утечку, поэтому применяемый способ проверки плотности по расходу сжатого воздуха не гарантирует целостность тормозной магистрали, а норматив допустимого отклонения показателя плотности (20 %) при контрольной проверке в грузовом поезде не имеет логического подтверждения. Только реализация способа определения показателя числа вагонов, составляющих тормозную магистраль поезда, исключает возможность отправления поезда с перекрытыми концевыми кранами.

Для обеспечения безопасности и строгого соблюдения графика движения грузовых поездов по расписанию необходимо, чтобы сортировочную станцию обслуживали локомотивы, оборудованные многофункциональной системой контроля состояния тормозной сети поезда, которая выполняет все необходимые операции контроля в автоматическом режиме.

Самое важное гарантийное обязательство безопасности движения и нахождения на путях могут предоставлять только тормоза подвижного состава: ведь при любом отказе технических средств или возникновении пре-

пятствия требуется остановка подвижного состава. Полный контроль пневматической системы поезда на сортировочной станции обеспечивает выполнение обязательства за счет надежности действия тормозов в пути следования и на стоянке.

В качестве подтверждения гарантий предусматривалось составление и передача локомотивной бригаде документа в виде справки о тормозах формы ВУ-45. Кроме сведений о локомотиве, весе поезда и дате опробования, в справке содержится вспомогательная таблица нормативных нажатий и результат расчета суммарного нажатия тормозных колодок в поезде. Эта расчетная таблица содержит 16 видов нажатия без адресной ссылки на модель вагона. Вид таблицы не меняется на протяжении многих десятков лет, хотя само нажатие тормозных колодок не может служить достоверным показателем тормозной эффективности. Для суждения о достаточности тормозных средств поезда в расчет следует применять тормозную силу B_0 в статическом состоянии подвижного состава:

$$B_0 = p_{ц} F_{ц} n, \quad (1)$$

где $p_{ц}$ — давление сжатого воздуха в тормозном цилиндре, $F_{ц}$ — рабочая площадь цилиндра, n — передаточное число тормозной рычажной передачи.

Известно, что тормозная сила зависит от скорости движения, поэтому в общем виде

$$B_k = B_0 f(V), \quad (2)$$

где $f(V)$ — функция скорости.

Программа развития сортировочных станций должна учитывать изменения в техническом оснащении подвижного состава, который теперь имеет однотипные тележки с одинаковым тормозным оборудованием, а также автоматические регуляторы грузового режима торможения (авторезимы). Применение авторезима позволяет устанавливать нажатие тормозных колодок в соответствии с весом вагона, что обеспечивает паритет удельных тормозных сил по всему составу без необходимости учета веса вагонов и поезда.

Развитие сортировочной станции должно одновременно сопровождаться совершенствованием технического обслуживания тормозного оборудования. Наличие на подвижном составе однородных современных тормозных средств позволяет применить инновационную технологию полного опробования автотормозов грузового поезда в парке сортировочной станции:

1. Перед выдачей под поезд локомотива, оборудованного системой контроля, определяется показатель $N_{\text{л}}$ плотности пневматической сети локомотива.
2. После соединения тормозных магистралей локомотива и заряженного от стационарной сети состава производится подзарядка тормозной сети поезда.
3. После полной подзарядки, о которой сигнализирует индикатор системы контроля (СК), определяется показатель плотности пневматической сети поезда, и его значение $N_{\text{п}}$ вводится в память системы. Показатель плотности состава определяется как разность показателей $N_{\text{с}} = N_{\text{п}} - N_{\text{л}}$ и сравнивается с фактическим числом вагонов в составе (показатель $N_{\text{п}}$ постоянно хранится в памяти системы, но при каждой стоянке поезда вновь запускается цикл проверки отклонения показателя).
4. После вызова дополнительной разрядки тормозов с помощью блока СК определяется число вагонов, подключенных к тормозной магистрали поезда, методом определения расхода сжатого воздуха на подзарядку магистрали после дополнительной разрядки, выполняемой каждым воздухораспределителем. Полученный результат также заносится в память системы и проверяется при каждом опробовании автотормозов в поезде.
5. После выполнения операций контроля пневматических сетей производится проверка действия автотормозов на торможение и отпуск установленным порядком. При проверке каждого вагона осмотрщики должны убедиться в нормальной работе автотормозов по выходу штока тормозного цилиндра и по расположению тормозных колодок относительно поверхности катания колес.
6. В процессе проверки действия автотормозов определяется показатель плотности тормозной магистрали поезда после ступени торможения.

Все необходимые результаты полного опробования регистрируются в блоке СК локомотива и подвергаются контролю в случае остановки поезда на гарантийном участке. Применение на локомотиве системы раздельного контроля пневматических сетей поезда оставляет осмотрщикам-автоматчикам только работу по устранению утечек в составе, контролю и восстановлению всего тормозного оборудования до нормативного уровня. В таком случае теряется смысл подсчета и регистрации нажатия тормозных колодок в поезде, а также результата проверки плотности для справки формы ВУ-45: совершенная технология полного опробования устраняет бесполезные данные и позволяет ограничиться выдачей гарантийного талона тормозной эффективности обслуживаемого поезда.

Выводы

Сквозные сетевые нитки пропуска поездов должны начинаться от парков сортировочной станции как фабрики подготовки маршрутов для предстоящего безопасного следования.

Для интегрированной технологии управления перевозками план развития сортировочной станции должен предусматривать:

- в парке приема — закрепление состава с помощью автономных тормозных средств вагонов;
- в парке отправления — полное опробование автотормозов в поезде от локомотива, оборудованного многофункциональной системой раздельного контроля состояния пневматических сетей локомотива и состава вагонов, а также определение числа вагонов, подключенных к тормозной магистрали, с регистрацией параметров тормозной сети поезда.

В рамках проекта «Бережливое производство» сокращаются затраты на специальные средства закрепления состава в парке приема и снижается простой подвижного состава за счет устранения сокращенного опробования автотормозов в парке отправления. **ИТ**

Список литературы

1. Глушко М. И. Развитие тормозных средств подвижного состава : монография. — М. : ФГБОУ УМЦ «ЖДТ», 2009.
2. Колесников Б. И., Устищенко Н. М., Сергеев Н. И., Дергунов Н. П. Теоретические и практические основы закрепления подвижного состава. — Екатеринбург : Транспорт, 2000. — 109 с.
3. Глушко М. И., Федоров Е. В. Закрепление вагонов автономными средствами // Локомотив. — 2011. — № 3. — С. 36–37.
4. Инструкция по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог. ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277. — М. : Транспорт, 2008. — 148 с.



Денис Викторович
Ломотько

Denis V. Lomot'ko



Дарина Васильевна
Каневская

Darina V. Kanevskaya

Совершенствование технологии работы с местными грузами на железнодорожном полигоне

Improving the technology of handling local cargoes at railway test site

Аннотация

В работе рассматривается технология выполнения местной работы, предложено ее усовершенствование путем формирования грузового автономного сборного поезда и создания передвижных погрузочно-разгрузочных комплексов.

Ключевые слова: местная работа, грузовой автономный сборный поезд, логистический центр.

Abstract

The paper examines the technology of local operations; its improvement is proposed through the formation of autonomous modular freight trains and creation of mobile material handling complexes.

Keywords: local operations, autonomous modular freight trains, logistics center.

Авторы Authors

Денис Викторович Ломотько, д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе Украинской государственной академии железнодорожного транспорта, Харьков; e-mail: denis4499@mail.ru | Дарина Васильевна Каневская, аспирант кафедры «Управление грузовой и коммерческой работой» Украинской государственной академии железнодорожного транспорта, Харьков; e-mail: ondine.d@mail.ru

Denis V. Lomot'ko, DSc in Engineering, Professor, Vice-Rector for Research of the Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkov; e-mail: denis4499@mail.ru | Darina V. Kanevskaya, Postgraduate student of «Management of Freight and Commercial Operations» chair of Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkov; e-mail: ondine.d@mail.ru

Современные требования к организации и качеству перевозочного процесса диктуют необходимость модернизации управленческих и технологических решений, базирующихся на широком внедрении комплексных информационных систем. Разработка и внедрение таких информационных систем направлены на улучшение работы железнодорожного транспорта и сокращение эксплуатационных расходов.

В настоящее время значительная часть непроизводительных расходов и штрафов на железной дороге связана с недостаточным уровнем качества планирования и управления перевозками. Вследствие этого наблюдается превышение сроков доставки грузов и невыполнение принятых заявок на перевозку грузов в условиях отсутствия подачи вагонов грузовладельцам. Чаще превышение сроков доставки грузов связано с несвоевременным отправлением груженых вагонов и развозом вагонов под выгрузку. Поэтому разработка мероприятий по совершенствованию комплексной технологии местной работы с целью рационализации параметров оперативного планирования на железнодорожных полигонах имеет важное хозяйственное значение. Это позволит более аргументированно и обоснованно решать задачи в процессе планирования и управления в дирекциях железных дорог, на железных дорогах и в целом по общей транспортной сети [1].

Новые возможности повышения качества перевозочного процесса заложены в совершенствовании технологии местной работы и, в частности, в совершенствовании системы организации и управления местными вагонопотоками [3].

В последние годы проблемам организации местной работы уделяли большое внимание выдающиеся ученые-эксплуатационники: В. М. Акулиничев [6], Т. В. Бутько, М. И. Данько [7], А. Т. Дерibas, И. В. Жуковицкий, А. М. Котенко [7], Д. В. Ломотько [8], В. К. Мироненко [5], Е. В. Нагорный, В. Я. Негрей, Г. И. Нечаев, В. В. Повороженко, А. А. Поляков, В. Самсонкин, А. А. Смехов, М. П. Топчиев, М. Л. Цегельник, П. А. Яновский и другие.

Работа с местными вагонами по последовательности выполнения операций включает в себя передачу и развоз местного груза, перераспределение порожних вагонов, операции с местными вагонами на станции выгрузки — подачу вагонов к местам выгрузки и процесс выгрузки вагонов. К операциям может быть отнесена в необходимых случаях очистка вагонов после их выгрузки [2]. Общее время, затраченное на выполнение указанных операций, определяет время оборота местного вагона:

$$M = \frac{l}{v_d} + \frac{l}{L_{\text{тех}}} t_{\text{тех}} + kt_{\text{вант}}, \quad (1)$$

где v_d — участковая скорость, l — полный рейс вагона, $L_{\text{тех}}$ — среднее расстояние между техническими стан-

циями (вагонное плечо), $t_{\text{тех}}$ — средний простой вагона на технической станции, $t_{\text{вант}}$ — средний простой вагона на грузовой станции под одной грузовой операцией, k — коэффициент двоякости операций погрузки-выгрузки.

На технологию местной работы с грузами существенное влияние оказывают максимальные и минимальные уровни погрузки и выгрузки на каждой станции участка железнодорожного полигона, а также суточная неравномерность вагонопотоков [2].

Для анализа эффективности использования местных вагонов была исследована Харьковская дирекция железнодорожных перевозок (ДН-2), что обусловлено значительными объемами местной работы. За 2012 год на ДН-2 было погружено 64 922 вагона, а выгружено 145 130 вагонов.

По данным исследования, около 58 % времени местный вагон простаивает в межоперационном ожидании. Повышение производительности грузового вагона достигается в первую очередь за счет сокращения непроизводительных межоперационных простоев путем рационального планирования грузовой работы на конкретные сутки, разработки и строгого соблюдения графика движения сборных, вывозных и передаточных поездов [2].

Ввиду отсутствия ярко выраженных тенденций изменения процессов функционирования железнодорожного транспорта возрастает роль оперативного управления производственными элементами на базе АСУ. А это в свою очередь обусловило интенсивное развитие автоматизированных рабочих мест (АРМ) управленческого персонала разного уровня [3].

Основным инструментом совершенствования технологии развоза местного груза в дирекции железнодорожных перевозок и повышения эффективности использования вагонов является поэтапное внедрение информационно-управляющей системы логистических центров (ЛЦ).

В качестве одного из путей ускорения продвижения местных вагонопотоков с минимальными эксплуатационными расходами рассматривается создание грузового автономного сборного поезда (ГАСП).

В мире уже успешно используют поезда этой концепции, а именно разработанный немецкой компанией Windhoff грузовой дизель-поезд Cargo Sprinter [4]. Но поскольку в странах его использования (Германия, Австрия, Австралия, Великобритания, Нидерланды, Швейцария и др.) грузопоток в местном сообществе не имеет столь значительных колебаний, необходимо учесть все особенности регионального транспортного рынка, в частности железнодорожный транспорт.

Анализируя тонно-километровую работу по Харьковской дирекции за последние 5 лет, можно наблюдать ее регрессивный характер, то есть постепенное уменьшение нагрузки (рис. 1).



Рис. 1. Динамика среднесуточной тонно-километровой работы Харьковской дирекции с 2007 по 2012 год

Функция плотности распределения тонно-километровой работы Харьковской дирекции за 2012 год по нормальному закону (рис. 2) имеет вид

$$f(x) = \frac{1}{1,7211 \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-10,174}{1,7211} \right)^2}, \quad (2)$$

где x — тонно-километровая исполненная работа Харьковской дирекции за 2012 год (11,13 млн т · км).

При математическом ожидании $\mu = 10,174$ и дисперсии $\sigma = 1,7211$ функция плотности распределения равна $f(x) = 0,198658$.

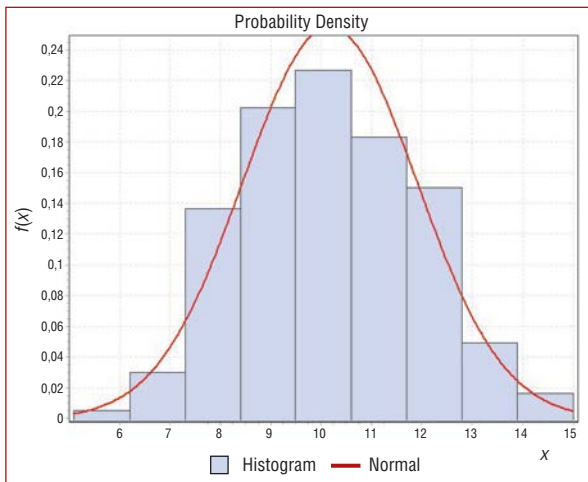


Рис. 2. Гистограмма распределения тонно-километровой работы Харьковской дирекции по нормальному закону

Усовершенствованная технология создания и обслуживания грузового автономного сборного поезда (ГАСП) должна учитывать нестабильность поступления груза в местном сообщении, а также отвечать целесообразности его использования по экономическому критерию.

Критерием в данном случае выступает сокращение времени нахождения вагонов на подъездных путях предприятий, которое рассчитывается путем метода усовершенствования технологии работы подъездных путей

и станций примыкания на основе модели стохастического программирования с целевой функцией

$$K_{\text{пк}} = C_0 + C_{\text{пз}} + C_{\text{пл}} + C_{\text{мл}} + C_{\text{врм}} + C_c + C_{\text{пк}} \rightarrow \min \quad (3)$$

и системой ограничений

$$\left. \begin{aligned} N_{\text{п}} &\geq 0; \\ m_{\text{то}} &\geq 0; \\ t_{\text{знах}} &\leq T_{\text{пк}}; \\ C_{\text{оч}}^{\min} &\leq C_{\text{вч}} \leq C_{\text{оч}}^{\max}; \\ C_{\text{лч}}^{\min} &\leq C_{\text{лч}} \leq C_{\text{лч}}^{\max} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где C_0 — стоимость ожидания вагонами обслуживания (приемо-сдаточные операции, следование на подъездной путь, формирование-расформирование, подача и уборка, грузовые операции), грн; $C_{\text{пз}}$ — стоимость простоя бригад приемосдатчиков, грн; $C_{\text{пл}}$ — стоимость простоя поездных локомотивов, грн; $C_{\text{мл}}$ — стоимость простоя маневровых локомотивов на расформирование составов, подачи и уборки вагонов, грн; $C_{\text{врм}}$ — стоимость простоя погрузочно-разгрузочной машины, грн; C_c — стоимость простоя составов, грн; $C_{\text{пк}}$ — стоимость нахождения вагонов на подъездном пути под обслуживанием, грн; $T_{\text{пк}}$ — рациональное время нахождения вагонов на подъездном пути, ч; $t_{\text{пк}}$ — реальное время обслуживания вагонов на подъездном пути, ч; $N_{\text{п}}$ — количество составов, ожидающих обслуживания; $m_{\text{то}}$ — средняя численность вагонов под различными технологическими операциями.

Все составляющие целевой функции зависят от времени нахождения вагонов под технологическими операциями, которое является вероятностно зависимым.

Формирование самого состава грузового автономного сборного поезда происходит на сортировочной или участковой станции и занимает около 1,5 часа. Начальная погрузка ГАСП осуществляется на опорном логистическом центре (ОЛЦ). Поездной диспетчер совместно с диспетчером ОЛЦ получает от каждой станции, расположенной на участке обслуживания местным логистическим центром (МЛЦ), информацию о наличии вагонов и грузов, подлежащих прицепке к ГАСП или требующих выполнения погрузочно-разгрузочных операций. Эта информация согласуется с операторами подвижного состава (ОПС). С учетом этой информации выполняется формирование ГАСП, с соблюдением норм массы и длины состава и последовательности обработки вагонов. После окончания формирования ГАСП поездному диспетчеру и ОПС подаются сведения о вагонах и грузах, включенных в его состав. Диспетчер передает всем станциям участка МЛЦ указания о работе ГАСП и сообщает сведения о вагонах и их собственности. Дежурный по промежуточной станции сообщает полученную

информацию работникам грузового хозяйства, клиентуре и МЛЦ, в адрес которого прибывает груз. До прибытия ГАСП группа вагонов, прицепляющихся к нему, должна быть подготовлена и сформирована (рис. 3).

Вагоны в ГАСП подбираются по группам, каждая из которых предназначена для конкретной станции МЛЦ. Группы располагают в составе ГАСП согласно географическому расположению станций участка и порядку следования ГАСП по сети с учетом порядка выполнения маневровой работы на станциях.

На каждой станции, где есть ОЛЦ, от ГАСП отцепляют группу вагонов, которые подают на ОЛЦ и расставляют по фронтам погрузки и выгрузки с учетом принадлежности вагонов ОПС. Ранее загруженные и выгруженные вагоны, подлежащие уборке, собирают из грузовых фронтов и прицепляют к ГАСП по согласованию с ОПС. При этом вагоны, предназначенные под выгрузку, отцепляются с головы поезда, а погруженные на этом ОЛЦ — прицепляются в хвост. На каждой станции, где есть МЛЦ, средствами погрузочно-разгрузочных машин (ПРМ), следующих в составе ГАСП, выполняются грузовые операции с грузами.

Продолжительность остановки ГАСП на станции зависит от числа вагонов, которые должны быть отцеплены или прицеплены, от их принадлежности ОПС, а так-

же от организации маневровой работы, то есть от того, каким локомотивом — железной дороги или ОЛЦ — проводится работа. Продолжительность выполнения отдельных операций с грузами определяется согласно типовым нормам времени с учетом необходимости выполнения дополнительных действий перед и после грузовых операций (рис. 4).

Важным параметром повышения конкурентоспособности железных дорог при предоставлении услуг промышленным предприятиям, которые удовлетворяют свои транспортные потребности с помощью автотранспорта, является машиновооруженность, то есть техническая мощность и перерабатывающая способность грузовых фронтов. Ее наращивание требует значительных затрат на приобретение и содержание погрузочно-разгрузочных машин, поэтому важной задачей является определение оптимальной численности их инвентарного парка. Как правило, наиболее эффективное использование сложных высокопроизводительных машин обеспечивается в условиях создания отдельных крупных предприятий на базе ОЛЦ, в которых сосредоточена такая техника.

В то же время создание сети МЛЦ предусматривает значительную территориальную распыленность не только самих центров, но и предприятий, грузовых фрон-

Д. В. Ломотько, Д. В. Каневская | Совершенствование технологии работы с местными грузами на железнодорожном полигоне

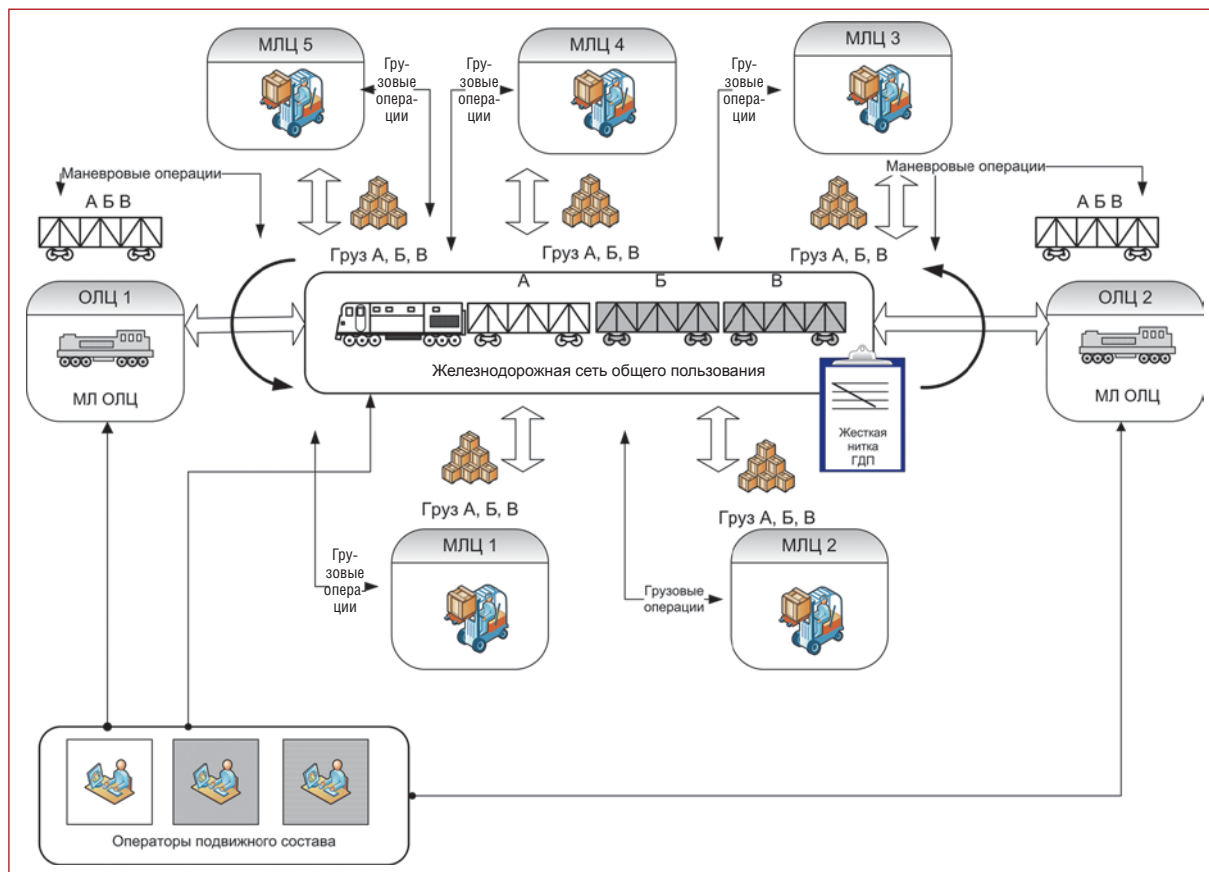


Рис. 3. Структурно-логическая схема технологии функционирования системы обслуживания местных грузов ГАСП с использованием ОЛЦ и МЛЦ

тов внутри самих предприятий, что затрудняет высокопроизводительное использование как мобильной, так и стационарной техники. Это обусловлено также наблюдаемыми в последнее время условиями существенного снижения объемов работ и спецификой именно местных грузопотоков.

В таких условиях повышение эффективности использования ПРМ может быть достигнуто следующими мерами на основании синергетического эффекта:

- укрупнением региона обслуживания предприятий с созданием ОЛЦ;
- сокращением существующего парка ПРМ с одновременным созданием передвижных погрузочно-разгрузочных комплексов (ППРК);
- сдачей в аренду предприятиям части стационарных ПРМ, фронтов и складов, ППРК и контейнеров для перевозки грузов.

Эффективность применения таких комплексов становится наиболее высокой в условиях существования информационно-управляющей системы ЛЦ, которая позволяет заранее определить время, место и величину всплеска грузопотока и своевременно реагировать на него путем перемещения ППРК в составе ГАСП до необходимого МЛЦ или на конкретный грузовой фронт.

Пример одной из схем комплектации ППРК приведен на рис. 5.

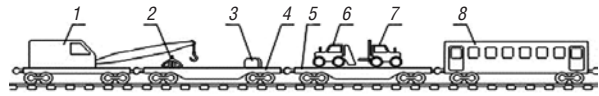


Рис. 5. Схема передвижного погрузочно-разгрузочного комплекса:

1 — кран типа КДЕ; 2 — сменные грузозахватывающие устройства; 3 — устройства для механизации вспомогательных работ; 4 — платформа прикрытия; 5 — платформа универсальная; 6 — тракторный ковшовый погрузчик; 7 — вилочный погрузчик; 8 — пассажирский вагон для рабочего персонала

Применение указанных мероприятий приведет к тому, что расходы перевозчика будут уменьшены даже в случае пессимистического прогноза объемов местного груза, когда потребность в ПРМ уменьшается, но их инвентарное количество постоянное. При этом количество ПРМ, которыми комплектуется ППРК в составе ГАСП, должно быть регулируемым и определяться в каждом конкретном случае его использования с помощью экономико-математической модели, реализуемой на автоматизированном рабочем месте информационно-управляющей системы логистического центра (АРМ ИКС ЛЦ).

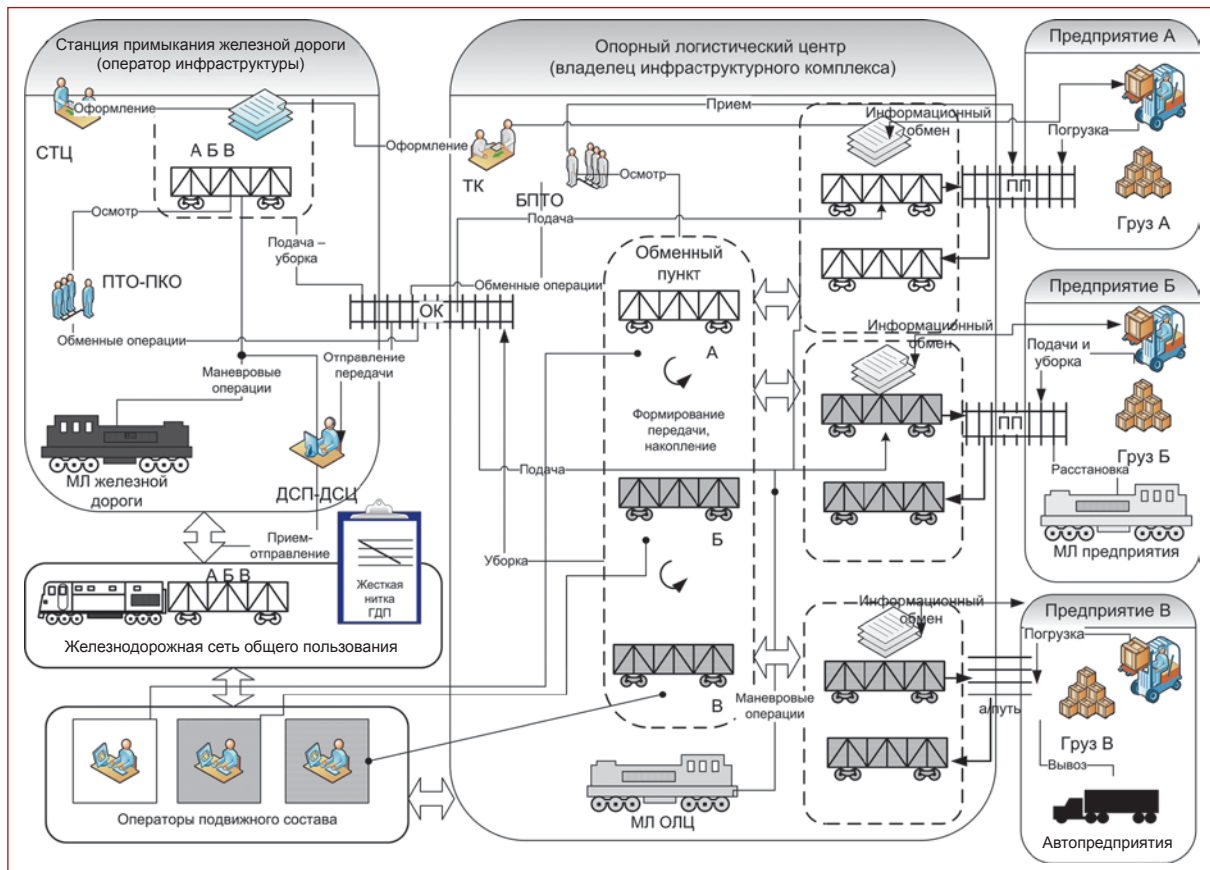


Рис. 4. Структурно-логическая схема технологии функционирования опорного логистического центра по разным вариантам взаимодействия с предприятиями

Управленческие решения принимаются в рамках системы АСУ ГП УЗ. Технология использования ГАСП подвязывается к контактному графику железной дороги и предприятия.

Выводы

Рассмотрены и обоснованы теоретические предпосылки совершенствования системы оперативного управления местными вагонопотоками.

В условиях возникновения рыночных отношений следует уделять значительное внимание интересам потребителей транспортных услуг, а именно: сокращению сроков доставки груза, сокращению расходов на содержание, техническому оснащению погрузочно-разгрузочных фронтов при хранении груза на предприятии и др. Разработка и усовершенствование технологии взаимодействия подъездных путей промышленных предприятий и станций примыкания требует применения системного подхода, что при условии удовлетворения потребностей всех членов транспортного процесса способствует получению железной дорогой максимальной прибыли. **ИТ**

Список литературы

1. Прилепин Е. В. Методы оперативного управления доставкой местного груза на отделении железной дороги [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 «Управление процессами перевозок» / Е. В. Прилепин. — М. : ОАО НИИАС, 2004. — 252 с.
2. Технологічний процес роботи відокремленого підрозділу харківська дирекція залізничних перевезень [Текст]. — Х., 2007. — 234 с.
3. Васильев И. С. Оперативное управление развозом местного груза в железнодорожных узлах [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 «Эксплуатация железнодорожного транспорта (включая системы сигнализации, централизации и блокировки)» / И. С. Васильев. — М. : РГОТУПС, 1998. — 171 с.
4. Мкртичян Д. І. Перспективи удосконалення технології розвозу місцевого вантажу на залізничному транспорті [Текст] / Д. І. Мкртичян, Д. В. Каньовська // Збірник наук. праць УкрДАЗТ. — 2011. — Вип. 124. — С. 95–99.
5. Мироненко В. К. Вплив кількості груп призначень місцевих вагонів у складах поїздів на розміри передавального руху та терміни доставки вантажів [Текст] / В. К. Мироненко, В. І. Мацюк // Проблеми економіки и управління на залізничному транспорті : матеріали Другої Міжнародної науч.-практ. конф. — Т. 1. — Київ, 2007. — С. 210–211.
6. Акулиничев В. М. Организация вагонопотоков [Текст] : учеб. пособие / В. М. Акулиничев. — М. : Транспорт, 1979. — 223 с.
7. Данько М. І., Котенко А. М., Ковальов А. О. Прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання [Текст] // Залізничний транспорт України. — 2002. — № 6. — С. 18–19.
8. Ломотько Д. В. Підвищення ефективності технології розподілу рухомого складу на полігоні [Текст] // Зб. наукових праць ДонІІЗТ УкрДАЗТ. — Донецьк, 2005. — Вип. 3. — С. 5.



**Сергей Валентинович
Бушуев**

Sergey V. Bushuev



**Мария Леонидовна
Ускова**

Maria L. Uskova

Жизненный цикл устройств ЖАТ и оптимизация его стоимости

Life cycle and cost optimization of railway automation and telemechanics devices

Аннотация

В статье излагаются основные понятия жизненного цикла устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) и рассматриваются методы и способы оптимизации затрат на протяжении всего жизненного цикла устройств, способствующие повышению эффективности работы хозяйства автоматики и телемеханики.

Ключевые слова: жизненный цикл, системы железнодорожной автоматики и телемеханики, СЖАТ, контракт жизненного цикла.

Abstract

The article outlines the basic concepts of life cycle of railway automation and telemechanics devices and describes basic methods and ways to optimize costs over the entire life cycle of devices, contributing to improvement of efficiency automation and remote control equipment operation.

Keywords: life cycle, railway automation and telemechanics systems, life cycle contract.

Авторы Authors

Сергей Валентинович Бушуев, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на ж.-д. транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Мария Леонидовна Ускова, аспирант кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на ж.-д. транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

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 | Maria L. Uskova, Postgraduate student of «Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Главная задача инфраструктуры ОАО «РЖД» — обеспечение бесперебойного перевозочного процесса. Своевременное осуществление грузовых и пассажирских перевозок во многом достигается надежной работой систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ).

По мере их усложнения, внедрения малообслуживаемой техники растет стоимость строительства. В то же время все большее значение приобретает сервисное обслуживание, выполняемое разработчиком, что также требует существенных затрат из-за недостаточной конкуренции. Поэтому вопрос оптимизации затрат на протяжении всего жизненного цикла устройств ЖАТ и возможности переноса этой функции на строительную организацию путем заключения контракта жизненного цикла между поставщиком и потребителем на сегодняшний день является открытым, требующим разработки методов оценки и средств для управления стоимостью жизненного цикла устройств.

Под жизненным циклом устройства подразумевается временной интервал от момента разработки устройства (системы) до его вывода из эксплуатации [1]. Системы ЖАТ относятся к долгоживущим объектам техники, так как эксплуатируются в течение 25 лет и более.

На протяжении всего жизненного цикла устройств ЖАТ прослеживаются тесные взаимоотношения между потребителем, заказчиком, поставщиком, разработчиком и изготовителем. Допускается совмещение выполняемых функций участниками работ. В качестве заказчика и основного потребителя устройств ЖАТ выступает ОАО «РЖД». Также допускается объединение функций разработчика и изготовителя. Сейчас, в период массового распространения микропроцессорных устройств ЖАТ, объединение функций разработчика и изготовителя особо приветствуется,

поскольку при создании адаптируемых микропроцессорных СЖАТ силами одной организации можно достичь снижения стоимости системы за счет уменьшения количества стыков и оптимизации аппаратных средств. Тем самым создается единый программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий высокую степень интеграции различных функций, например, электрической централизации, контролируемого пункта ДЦ и системы телеизмерений, при полном возложении ответственности за эти процессы жизненного цикла адаптируемой СЖАТ на одно предприятие. В этом наблюдается предпосылка для заключения контракта жизненного цикла (КЖЦ), поскольку данное предприятие возлагает на себя обязанности по разработке, производству, проектированию, строительству и дальнейшему сервисному обслуживанию. Остается только определить методику расчета стоимости такого контракта, но сначала необходимо разобраться в этапах жизненного цикла, расходы

на выполнение которых должны отразиться в стоимости КЖЦ.

Взаимосвязь поставщика с потребителем наиболее полно отражается при помощи петли качества. Под петлей качества [3] понимается замкнутый в виде кольца цикл, соответствующий жизненному циклу устройства и образованный взаимоотношениями изготовителя, потребителя и других объектов, которые принимают участие в формировании и поддержании всего жизненного цикла устройства (системы).

Все устройства (системы) можно разделить на тиражируемые

и уникальные. К уникальным с точки зрения жизненного цикла можно отнести участок железной дороги, так как он больше в таком виде нигде не повторится. СЖАТ, как правило, тиражируемые системы. Однако в результате активного применения микропроцессорной техники, кроме классически применяемых устройств и систем, свойства которых в эксплуатации зависят только от монтажа (физических соединений), появился новый класс адаптируемых систем. Их свойства зависят не только от применяемого оборудования и его соединений между собой, но и от программного обеспечения, адаптация которого определяет уникальные свойства системы на каждом участке.

Если этап адаптации программного обеспечения считать выполняемым в рамках проектирования, то жизненный цикл СЖАТ включает в себя 18 основных этапов (рис. 1).

К появлению новой системы ЖАТ (начало жизненного цикла) приводит возникновение потребности заказчика улучшить технические характеристики систем автоматики на участке, повысить надежность, пропускную способность, появление новых возможностей для реализации функций автоматизации на более высоком уровне (например, потребность замены пультов управления на АРМ). Поэтому жизненный цикл для новых устройств ЖАТ, согласно приведенной структурной схеме (блок 1), начинается с возникновения потребности, несущей в себе все необходимые функциональные и технические требования, предъявляемые к новым устройствам и системам.

Следующим этапом жизненного цикла для создаваемого устройства является стадия научно-исследовательской работы (НИР), осуществляемая разработчиком (блок 2). На этой стадии разрабатываются исходные требования к создаваемой продукции на основании данных, представленных заказчиком. Для большей конкретизации

предъявляемых требований производится оценка условий, учитываются все факторы, которым будет подвергаться новое устройство при эксплуатации (температура, влажность, интенсивность движения и др.). После обобщения всех требований, предъявляемых к новому устройству, разработчик приступает к ряду исследований, испытаний.

Производится выбор технического решения, включающий в себя требования безопасности и надежности для создаваемого устройства, разрабатываются документы «Доказательство безопасности» и «Методики испытаний на безопасность».

На этом же этапе по поручению заказчика формируется техническое задание (ТЗ) на создаваемое устройство ЖАТ в соответствии со всеми данными, согласованными с заказчиком.

После того как разработчик определился с выбором технического решения для создаваемого устройства ЖАТ и согласовал эти требования с заказчиком, жизненный цикл устройства ЖАТ переходит на стадию опытно-конструкторских работ (ОКР). На этапе ОКР (блок 3) разработчик производит выбор элементной и конструктивной базы для нового устройства. При этом на стадии ОКР разработ-

чик ведет непосредственные переговоры с будущим изготовителем устройства, выбор которого заранее определен в ТЗ заказчиком. Также на стадии разработки и конструирования формулируется концепция безопасности, рассматриваются методы и способы для дальнейшего технического обслуживания устройства. После проведения всех этих мероприятий разработчик составляет конструкторскую документацию (КД) на вновь создаваемое устройство [2], производит экспертизу разработанных проектов ТЗ и рабочей КД. Этап разработки КД для разработчика заканчивается ее утверждением (подписанием, согласованием с заказчиком и исполнителем). Только после подписания КД происходит передача копии конструкторской документации от разработчика к изготовителю.

Далее изготовитель производит технологическую подготовку и осваивает производство опытных образцов. На этой стадии создаваемая продукция подвергается экспертизе испытаний на соответствие всех требований, ранее заявленных в ТЗ и КД на создаваемую продукцию (блоки 4, 5). По результатам прохождения экспертизы испытаний при необходимости осуществляется доработка образцов создаваемой продукции и ее конструкторской документации. При положительном результате прохождения экспертизы происходит подписание акта и выдается разрешение на внедрение создаваемого устройства на опытном полигоне (блок 6). В дальнейшем, после внедрения устройства ЖАТ на опытном полигоне, производятся эксплуатационные испытания, которые состоят из двух этапов:

- испытания, проводимые перед включением в опытную эксплуатацию;
- испытания в условиях опытной эксплуатации (блок 7).

Для определения готовности опытных образцов к включению в опытную эксплуатацию назначается



Рис. 1. Жизненный цикл устройств ЖАТ

рабочая комиссия, которая обязана проверить качество монтажных, строительных и пуско-наладочных работ при вводе в эксплуатацию опытных образцов. Ввод образцов СЖАТ в опытную эксплуатацию оформляется актом, к которому прикрепляются все протоколы испытаний, и подписывается всеми участниками комиссии.

Следующим шагом в жизненном цикле СЖАТ в стадии опытной эксплуатации следуют приемочные испытания с последующей приемкой опытных образцов в постоянную эксплуатацию. Приемочные испытания проводятся, как правило, на одном объекте, независимо от числа опытных образцов, находящихся в опытной эксплуатации, а выводы и предложения комиссии распространяются на все остальные опытные образцы. На данном этапе приемочная комиссия рассматривает результаты предшествующих испытаний, проводит приемочные испытания предъявленных опытных образцов, выдает заключение о качестве продукции и составляет протокол приемочных испытаний. При отрицательных результатах испытаний комиссия указывает дальнейшее направление работ по доработке продукции и/или ее рабочей КД. В случае положительного итога испытаний приемочная комиссия принимает опытные образцы в эксплуатацию и рекомендует их к поставке на производство, а также дает предложение по объему установочной серии, формирует рекомендации о проведении авторского надзора. В заключение комиссией выдается сертификат безопасности на разрабатываемое устройство. Наличие сертификата безопасности говорит о том, что новое разрабатываемое устройство выдержало все проверки и испытания и соответствует всем предъявленным техническим требованиям. Тем самым предоставляется документальное разрешение на серийное производство нового устройства (блоки 8, 9).

Следующий этап жизненного цикла устройства ЖАТ — стадия проектирования (блок 10). Итогом стадии проектирования является наличие рабочей документации, на основании которой производятся строительные-монтажные и пуско-наладочные работы (блоки 11, 12). При вводе в постоянную эксплуатацию (блок 13) система подвергается множеству неоднократных проверок и испытаний на правильность функционирования во всех возможных ситуациях при эксплуатации. Обязательным условием по вводу новой системы в эксплуатацию является наличие специализированной комиссии, в состав которой входят разработчики системы, проектировщики, изготовители, представители служб СЦБ (сигнализации, централизации и блокировки), ревизорский аппарат.

Следующим, наиболее продолжительным этапом жизненного цикла устройств ЖАТ является техническая эксплуатация (блок 14). На данном этапе персоналом дистанций СЦБ производится эксплуатация и техническое обслуживание данной системы. Качество проведения технического обслуживания периодически проверяется комплексными проверками, на основании которых создаются соответствующие заключения, акты. На основе полученных заключений проводятся профилактические работы, ремонт, модернизация системы, ее реконструкция.

О необходимости проведения модернизации системы свидетельствуют также статистические данные об отказах, передаваемые в дистанцию посредством системы АСУШ-2 из дорожных центров диагностики и мониторинга или же с помощью комплексной автоматизированной системы учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности КАСАНТ (блок 15).

Статистические данные об отказах позволяют производить анализ условий эксплуатации, по ре-

зультатам которого можно судить об уровне технической эксплуатации и вырабатывать дополнительные рекомендации для дальнейшего использования устройства (блоки 16, 17).

Завершением жизненного цикла считается решение квалификационной комиссии о прекращении эксплуатации системы (блок 18). Основными причинами утилизации системы является ее физический и моральный износ (система выработала свой ресурс).

Из представленной структурной схемы видно, что затраты, понесенные поставщиком и потребителем, будут различны, поскольку они охватывают разные стадии его жизненного цикла. С позиции поставщика стоимость жизненного цикла устройства включает затраты на стадиях разработки, проектирования, производства. В свою очередь, для потребителя стоимость жизненного цикла устройства — понесенные затраты с момента ввода в эксплуатацию до его утилизации.

На СЖЦ (стоимость жизненного цикла) устройства влияют понесенные затраты поставщика при разработке, производстве, установке, утилизации, техническом обслуживании (сервисном обслуживании, если есть предварительная договоренность между поставщиком и потребителем). При этом наибольшие издержки поставщик несет в проектировании и производстве. Объясняется это средствами, потраченными на составление рабочей документации, приобретение необходимого материала (оборудования). Стоимость сервисного обслуживания включает в себя затраты на проведение внепланового технического обслуживания и ремонта, на техническую поддержку (консультирование, обучение пользователей по вопросам правильной эксплуатации устройства).

Расходы, понесенные потребителем на протяжении всего жизненного цикла устройства, включают в себя стоимость приобретения, уста-

новки (сборка, ввод в эксплуатацию), владения (техническое обслуживание, плановое, внеплановое обслуживание и ремонт), утилизации.

Итоговая СЖЦ устройства формируется из суммарных затрат, понесенных поставщиком и потребителем. Уменьшить стоимость устройства можно на стадиях проектирования и технической эксплуатации (владения), но при этом наблюдаются два возможных варианта.

С одной стороны, можно увеличить затраты на проектирование более надежной системы (с большей кратностью резервирования, на современных средствах микроэлектронной базы, со средствами диагностирования), но при этом будет наблюдаться сокращение затрат на техническое обслуживание устройств. С другой стороны, можно использовать в эксплуатации более дешевую систему (например, традиционную релейную), но при этом увеличатся затраты на ее техническое обслуживание.

Однако в связи с инфляцией и опережающим ростом уровня жизни (увеличение затрат на оплату труда быстрее инфляции) наблюдается неравноценное влияние капитальных вложений и эксплуатационных расходов на СЖЦ. Поэтому общая проблема всех участников жизненного цикла устройств ЖАТ заключается в поиске наиболее эффективного варианта оптимизации стоимости жизненного цикла. К сожалению, разделение жизненного цикла на этапы, на каждом из которых участвуют разные контрагенты (заказчики и исполнители), приводит к тому, что принять решение по снижению общей стоимости жизненного цикла практически невозможно. Это подталкивает к идее заключения контракта жизненного цикла, когда один исполнитель принимает решение о выборе типа применяемой в заданных условиях системы, строит ее и обслуживает. В этом случае будет найдено оптимальное с экономической точки зрения решение.

Тем не менее, оптимизация стоимости не должна сказываться на снижении надежности устройства. Кроме того, потери от ненадежности — наиболее трудно прогнозируемый фактор при определении стоимости жизненного цикла.

Под надежностью устройства [5] понимается комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Показателем надежности устройств ЖАТ выступает количественное проявление отказов. При этом количество отказов зависит от того, на какой стадии жизненного цикла в эксплуатации находится устройство.

При анализе надежности устройств ЖАТ принято руководствоваться понятием интенсивности отказов. Известно, что при правильном и своевременном проведении технического обслуживания работа устройств ЖАТ удовлетворяет всем требованиям надежности и не требует никаких дополнительных затрат. В случае если хотя бы одно условие не выполняется, работа устройства выходит за рамки надежности, в результате чего возникают отказы, которые сказываются на СЖЦ устройства. Возникновение отказа приводит к внеплановому техническому обслуживанию и ремонту, влекущему за собой дополнительные затраты. Отсюда следует, что увеличение жизненного цикла устройств ЖАТ достигается высоким уровнем надежности и сопровождается увеличением расходов либо на проектирование и изготовление, либо на техническое обслуживание при эксплуатации.

На сегодняшний день для оценки стоимости жизненного цикла устройств ЖАТ применяются различные методологии. Наиболее распространенной является методология УРРАН, которая позволяет прогнозировать и производить оценку затрат от ненадежных устройств ЖАТ.

Данная методология по управлению ресурсами, работой и анализом надежности устройств позволяет не только определить интенсивность отказов, но на основе их численного проявления дает оценку уровня работы эксплуатационного штата дистанции, а также вырабатывает для обслуживающего персонала рекомендации, какие мероприятия необходимо проводить для увеличения жизненного цикла устройства.

Методология УРРАН [5] базируется на сравнении фактической интенсивности отказов ($\lambda_{ф}$), которая определяется по данным, автоматизированно передаваемым от АСУШ-2, с проектными ($\lambda_{пр}$) и допустимыми ($\lambda_{доп}$) значениями интенсивности. Проектные и допустимые значения интенсивности отказов устройств ЖАТ в методологии УРРАН определены для типовых объектов станции и перегона, которые наиболее распространены на сети дорог. Поскольку на работу устройств ЖАТ влияет не только качество проведения технического обслуживания, но и многие другие факторы (климатические условия, интенсивность движения на рассматриваемом участке), то при оценке работы дистанции СЦБ необходимо руководствоваться не общим числом отказов, а сравнением полученного числа отказов за определенный период времени с допустимым значением отказов для эксплуатируемых устройств [6]. Методология

Таким образом, оптимизация СЖЦ устройства будет наблюдаться при проектировании системы (устройства), отвечающей всем требованиям надежности при максимальном снижении стоимости устройства. Только при выполнении данного условия произойдет компромисс между ценой и качеством, с уменьшением СЖЦ.

УРРАН учитывает эти факторы, поэтому при оценке интенсивности отказов для конкретного объекта к типовому применяются поправочные коэффициенты, тем самым учитываются фактические условия эксплуатации. После определения фактического значения интенсивности отказов происходит его сравнение с проектным и допустимым значениями. При этом возможны шесть вариантов событий, на основании которых формулируются результаты и рекомендации обслуживающему персоналу по дальнейшему содержанию устройств (модернизация устройства, корректировка проекта) [5]. По-

лученные данные позволяют производить оценку и сравнение различных подходов для замены, восстановления, продления срока службы или списания стареющего оборудования.

По результатам надежности устройства также можно оценить дополнительные затраты для проведения непланового технического обслуживания и ремонта, то есть данная методология дает оценку материальных и трудовых затрат, позволяя идентифицировать наибольшие затраты, которые влияют на стоимость жизненного цикла. Это дает возможность осуществлять дол-

госрочное финансовое планирование для оптимального поддержания функционирования устройства, а также производить оценку эффективности применения СЖАТ на конкретном участке дороги.

Таким образом, разработка и применение на сети железных дорог методологий, подобных УРРАН, позволяют оптимизировать стоимость жизненного цикла устройств ЖАТ за счет рационального использования инвестиционных вложений и сокращения эксплуатационных расходов, тем самым способствуя повышению эффективности работы хозяйства автоматики и телемеханики. **ИТ**

Список литературы

1. СТО РЖД 08.003–2011. Инновационная деятельность в ОАО «РЖД». Стадии жизненного цикла и паспортизация научно-технических работ : стандарт ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 26.06.2012 г. № 1267р «Об утверждении стандартов ОАО «РЖД» по инновационной деятельности». — Вступил в действие 01.07.2012.
2. ОСТ 32.91–97. Система разработки и постановки продукции на производство. Аппаратура железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Порядок создания и производства : отраслевой стандарт. — Вступил в действие 01.10.1997.
3. Ребрин Ю. И. Управление качеством : учебное пособие. — Таганрог : ТРТУ, 2004.
4. СТО РЖД 02.037–2011. Управление стоимостью жизненного цикла систем, устройств и оборудования хозяйств : стандарт ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 22.03.2012 г. № 560р. — Вступил в действие 01.07.2012.
5. Гапанович В. А., Безродный Б. Ф. Внедрение методологии УРРАН в хозяйстве АТ // Автоматика, связь, информатика. — 2012. — № 4. — С. 11.
6. Горелик А. В., Журавлев И. А. Методы анализа надежности и эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики // Наука и техника транспорта. — 2011. — № 3. — С. 88.



**Марат
Иванович
Глушко**
Marat I.
Glushko



**Николай
Олегович
Фролов**
Nikolay O.
Frolov



**Евгений
Валерьевич
Федоров**
Evgeny V.
Fedorov

Гидравлический гаситель колебаний

Hydraulic shock absorber

Аннотация

В статье рассматривается усовершенствованная конструкция гидравлического гасителя колебаний, особенность которой состоит в том, что силовой шток выполнен полым, а полость внутри штока используется в качестве резервуара. В результате этого конструкция гидравлического гасителя колебаний упрощается, уменьшаются его размеры и снижается масса.

Ключевые слова: гидравлический гаситель, колебания подвижного состава, инновационные разработки, динамические воздействия, комфортность перевозок.

Abstract

The article describes the improved design of hydraulic shock absorber, featuring hollow piston rod, where the cavity within the rod is used as a reservoir. As a result, the hydraulic shock absorber design is simplified, and its size and weight are reduced.

Keywords: hydraulic damper, rolling stock vibrations, innovative design, dynamic effects, comfort of transportation.

Авторы Authors

Марат Иванович Глушко, д-р техн. наук, профессор кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Николай Олегович Фролов**, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: nfrolov@usurt.ru | **Евгений Валерьевич Федоров**, аспирант кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: Fedorov335@yandex.ru

Marat I. Glushko, DSc in Engineering, Professor of «Electric Traction» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Nikolay O. Frolov**, PhD in Engineering, Associate Professor, Head of «Electric Traction» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg, e-mail: nfrolov@usurt.ru | **Evgeny V. Fedorov**, Postgraduate student of «Electric Traction» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg, e-mail: Fedorov335@yandex.ru

Для успешного освоения высоких скоростей движения наряду с улучшением содержания вагонного парка необходимы мероприятия по модернизации и созданию более совершенных частей вагонов, особенно тележек.

При движении по рельсовому пути возможны такие воздействия возмущающих сил, которые при определенных скоростях вызывают резонансный режим колебаний подвешенной части вагона. Это приводит к нарастанию амплитуд колебания вагона, что увеличивает динамическую нагрузку на подвижной состав и путь, ухудшает условия перевозки пассажиров и грузов. Для создания устойчивых процессов колебания вагонов при движении с любыми скоростями необходимо, чтобы упругое подвешивание вагона имело достаточные силы для ограничения и гашения этих колебаний. Поэтому гасители стали неотъемлемой частью упругого подвешивания вагонов и локомотивов. Гидравлические гасители колебаний, установленные в центральной ступени рессорного подвешивания тележек пассажирских вагонов, значительно понизили уровень динамических воздействий на кузов и улучшили комфортность перевозки пассажиров.

Принцип работы гидравлических гасителей колебаний заключается в циклическом перемещении вязкой жидкости поршнем через узкие каналы или дроссельные отверстия и обратном всасывании через обратный клапан. Прохождение жидкости через дросселирующие каналы сопровождается вязкостным трением, в результате механическая энергия колебания вагона превращается в тепло с последующим его рассеиванием.

Гидравлический поршневого телескопического гаситель колебаний (рис. 1) состоит из рабочего цилиндра 2, поршня 5 со штоком 1, резервуара 3, верхнего 4 и нижнего 6 клапанов. Полости гасителя заполнены рабочей жидкостью. При движении поршня 5 вниз давление жид-

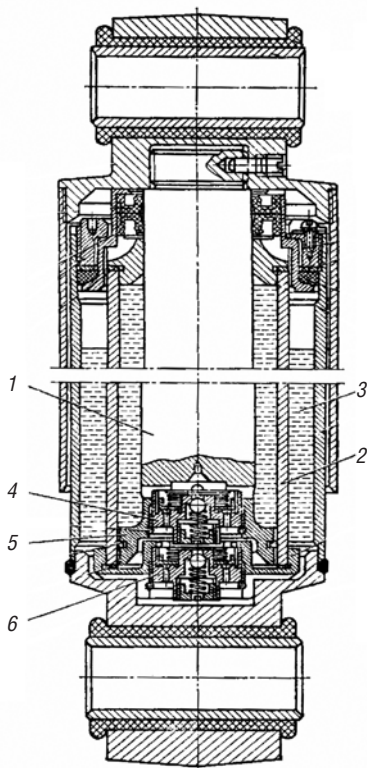


Рис. 1. Гидравлический гаситель колебаний конструкции КВЗ-ЛИИЖТ

кости в гасителе возрастает, и она через дроссельное отверстие нижнего клапана перетекает в резервуар 3. При движении поршня вверх давление в полости над поршнем повышается, и жидкость через дроссельное отверстие перетекает в полость под поршнем. Одновременно в эту полость вследствие разрежения поступает жидкость из резервуара 3. Таким образом, при движении поршня вниз усилие определяется площадью штока, а при обратном движении — площадью пояска между поршнем и штоком.

Транспортной науке [1] известен целый типажный ряд гидравлических гасителей колебаний: фирмы «Монро», Калининского вагоностроительного завода, гаситель заводов ГДР типа BBV, гаситель Берлинского тормозного завода, венгерский гаситель типа Raba-140. На российских железных дорогах применяются также гидрогасители отечественного производства типа КВЗ-ЛИИЖТ.

Все приведенное разнообразие типов объединяет наличие единого конструктивного исполнения: массивный шток и специальный резервуар для сбора рабочей жидкости. При таком стереотипном нерациональном исполнении все рассмотренные гасители колебаний характеризуются неоправданно повышенным весом и увеличенным диаметром корпуса.

При сохранении тех же требуемых параметрических свойств гасителей колебаний предлагается усовершенствованная конструкция гасителя, особенность которой состоит в том, что силовой шток выполнен полым, а полость внутри штока используется в качестве резервуара.

На рис. 2 представлена схема предлагаемого гидравлического гасителя колебаний, который содержит рабочий цилиндр 1, поршень 2, полый шток 3, резервуар 4, обратные клапаны 5, 6, предохранительный клапан 7, дроссельное отверстие

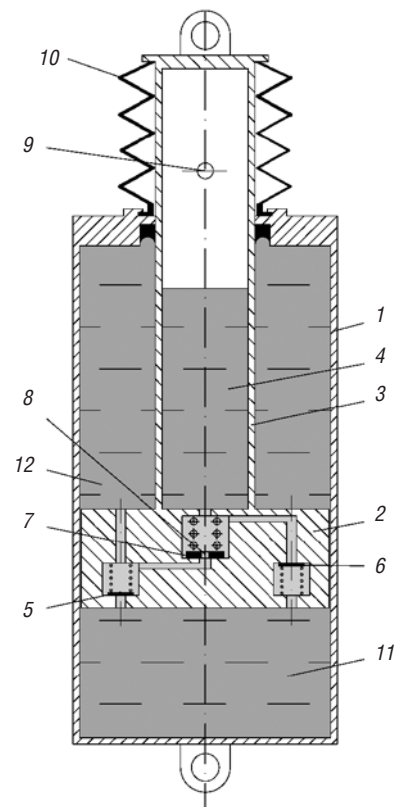


Рис. 2. Схема гасителя колебаний нового поколения

стие 8, отверстие 9 в штоке и сильфонный уплотнитель 10. Гидравлические контакты обратных клапанов 5, 6 подключены к поршневой полости 11, вход обратного клапана 6 подключен к резервуару 4, а вход обратного клапана 5 подключен к поршневой полости 11. Вход предохранительного клапана 7 соединен с надпоршневой полостью 12, а выход — с резервуаром 4, полость внутри сильфонного уплотнителя 10 соединена с резервуаром 4 отверстием 9.

Гаситель колебаний нового поколения работает следующим образом. При движении поршня 2

вниз (ход сжатия) жидкость через обратный клапан 5 поступает в надпоршневую полость, давление в обеих полостях возрастает, и рабочая жидкость через дроссельное отверстие 8 поступает в резервуар 4. При движении поршня 2 вверх (ход растяжения) давление в надпоршневой полости возрастает, жидкость из нее через дроссель и жидкость из резервуара 4 через обратный клапан 6 перетекает в полость под поршнем 2.

В результате такого конструктивного исполнения существенно упрощается конструкция гидравлического гасителя колебаний, а также

уменьшаются его размеры и снижается масса.

Кроме того, для гасителя колебаний разработана схема упрощенного варианта конструкции силового органа: особенное расположение каналов делает возможным использовать один предохранительный клапан вместо двух у применяемого на тележках пассажирских вагонов гасителя колебаний типа КВЗ-ЛИИЖТ.

По всем признакам предлагаемая конструкция относится к инновационным разработкам, а испытания модели гидравлического гасителя колебаний подтвердили его преимущества. **ИТ**

Список литературы

1. Челноков И. И. Гасители колебаний вагонов. — М. : Трансжелдориздат, 1963. — 176 с.



**Денис
Викторович
Даниленко**
Denis V.
Danilenko



**Андрей
Викторович
Намятов**
Andrey V.
Namyatov



**Василий
Федорович
Лапшин**
Vasily F.
Lapshin

Особенности технологии проектирования специализированных грузовых вагонов

Design and engineering specifics of special-purpose freight cars

Аннотация

В статье рассмотрены особенности конструкций специализированных вагонов, разработанных в Уральском конструкторском бюро вагоностроения для металлургических предприятий. На основе анализа конструкций подвижного состава, разнообразия его форм и условий эксплуатации показаны особенности проектирования таких конструкций, доказана необходимость перехода на использование новых подходов к проектированию с применением технологий компьютерного моделирования.

Ключевые слова: специализированный вагон, принципы проектирования, особенности эксплуатации, система автоматизированного проектирования, имитационное моделирование.

Abstract

The article studies design specifics of special-purpose cars designed at the Ural Railway Engineering Design Bureau for metallurgical enterprises. Based on the analysis of rolling stock designs, variety of its forms and operating conditions, engineering and design specifics of these structures are shown, and the need is proved for the transition to the use of new approaches to design using computer-aided modeling techniques.

Keywords: special-purpose car, design principles, operation features, computer-aided design system, simulation.

Авторы Authors

Денис Викторович Даниленко, заместитель главного конструктора Уральского конструкторского бюро ОАО «НПК «Уралвагонзавод», Нижний Тагил; e-mail: ukbv@uvz.ru | Андрей Викторович Намятов, инженер-конструктор Уральского конструкторского бюро ОАО «НПК «Уралвагонзавод», Нижний Тагил; e-mail: ukbv@uvz.ru | Василий Федорович Лапшин, д-р техн. наук, профессор Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: VLapshin@usurt.ru

Denis V. Danilenko, Deputy Chief Designer of Ural Design Bureau JSC «SPC» Uralvagonzavod», Nizhny Tagil; e-mail: ukbv@uvz.ru | Andrey V. Namyatov, Design Engineer of Ural Design Bureau JSC «SPC» Uralvagonzavod», Nizhny Tagil; e-mail: ukbv@uvz.ru | Vasily F. Lapshin, DSc in Engineering, Professor of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: VLapshin@usurt.ru

В настоящее время проектирование вагонов выполняется на основе усредненных данных, описывающих условия эксплуатации универсального подвижного состава с максимальным использованием типовых методик и норм [1]. Однако для значительной группы специализированных вагонов этапу опытно-конструкторских работ предшествуют длительные предпроектные исследования, вызванные неполнотой исходной информации и особенностями режимов эксплуатации проектируемой единицы подвижного состава. В статье на примере специализированных вагонов для металлургической промышленности показаны особенности конструкций, потребовавших в свое время дополнительных данных при проектировании.

Начиная с 2005 года Уральское конструкторское бюро вагоностроения (УКБВ) ведет разработку модельного ряда вагонов-платформ промышленного транспорта моделей 23-592. Несмотря на то что все модели платформ предназначены для перевозки горячих слябовых заготовок, конструкция каждой модели имеет различные технические и конструктивные особенности, предъявляемые заказчиками и отличающиеся количеством опор, грузоподъемностью (от 70 до 110 т). Для уменьшения температурного воздействия слябовых заготовок на раму платформы используется подсыпка из шамотного кирпича в два слоя. Емкость для термоизолирующей подсыпки образуется из торцевого щита и окантовок. Для фиксации груза — горячих слябовых заготовок — в конструкции применены специальные опоры.

Для перевозки скрапа (металлолома) из копровых цехов в плавильные на металлургических предприятиях применяют специализированные платформы с совками. В 2007 году был спроектирован и изготовлен вагон-платформа для совка со скрапом несимметричной конструкции с объемом 65 м^3 . Платформа представляет собой цельнометаллическую конструкцию, состоящую из рамы, которая опирается на тележки разной осности: магистральную двухосную тележку модели 18-100 и четырехосную тележку модели 18-5150 (рис. 1).

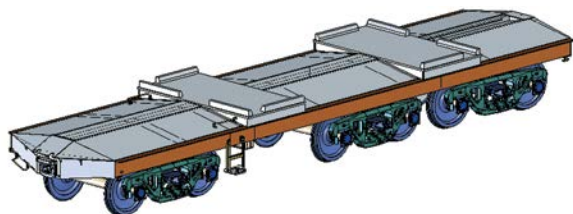


Рис. 1. Компьютерная модель вагона-платформы для совка со скрапом

Для внутризаводских технологических перевозок длинномерных профилей в соответствии с технологическим маршрутом разработан проект вагона-платформы модели 23-5163. Сортамент перевозимого груза — длинномерные прессованные профили сложной конфигурации из алюминиевых сплавов, упакованные пачками в полиэтиленовую пленку и уложенные в специальную транспортную корзину массой до 10 т. Максимальная длина профилей до 27 м. Вагон выполнен в исполнении У категории 1 по ГОСТ 15150 с обеспечением эксплуатационной надежности при нижнем рабочем и предельном значении температуры минус $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Вагон-платформа представляет собой восьмиосный сцеп из двух четырехосных платформ, соединенных жесткой сцепкой. Каждая из платформ оборудована опорами, на которых установлена верхняя рама, выполняющая роль турникета (рис. 2). В процессе эксплуатации сцепки из вагонов-платформ модели 23-5163 выявилась необходимость доработки конструкции и создания на ее основе вагона с пониженным центром тяжести — вагона-платформы модели 23-5163-01 (рис. 3).

В процессе эксплуатации сцепки из вагонов-платформ модели 23-5163 выявилась необходимость доработки конструкции и создания на ее основе вагона с пониженным центром тяжести — вагона-платформы модели 23-5163-01 (рис. 3).

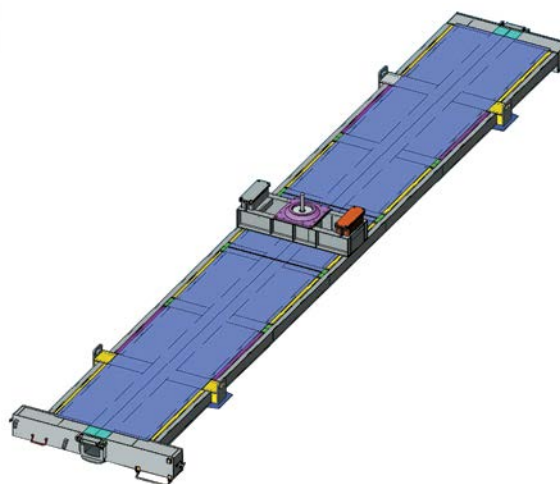


Рис. 2. Компьютерная модель платформы с турникетом

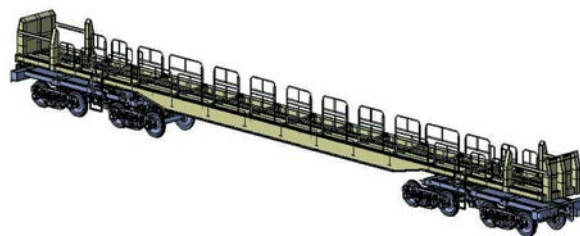


Рис. 3. Компьютерная модель вагона-платформы транспортного типа

Конструкция вагона транспортного типа имеет сниженный центр тяжести, а также более рациональную схему передачи продольных усилий с наименьшим изгибающим моментом, что позволяет снизить уровень напряжений в грузонесущей продольной балке рамы, улучшить устойчивость вагона и, следовательно, условия безопасной эксплуатации.

В начале 2011 г. разработана конструкция принципиально нового вагона для перевозки непрерывно-

литой заготовки температурой до 1000 °С (вагона-термоса), соответствующего современному технологическому процессу на предприятиях металлургической промышленности. По технологии, применяемой на металлургических заводах, после укладки горячих заготовок на платформу устанавливают колпак. Вагоны выкатывают за пределы цеха, где они находятся около 20–24 часов. В результате температура заготовок снижается до 300 градусов и происходит отпуск металла. Затем заготовки подвергаются дальнейшей обработке в соответствии с технологическим маршрутом.

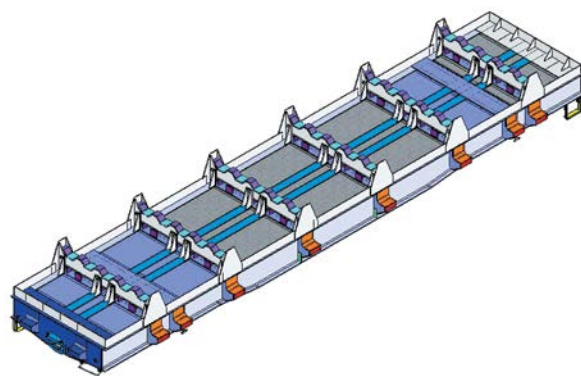
При проектировании специализированного вагона-термоса модели 23-5165 проведены многочисленные предпроектные исследования по изучению технологии использования вагонов, определения вида перевозимого груза и способа погрузки. Были проведены тепловые замеры элементов тележек и тормозного оборудования имеющегося парка вагонов.

Вагон-термос состоит из платформы, на которую укладываются заготовки температурой до 1000 °С, и колпака с термоизоляционными элементами из промышленного фетра (рис. 4). Заготовки представляют собой круг диаметром 430 мм и блюмы (прямоугольная заготовка с отношением сторон менее 1/2,5). Укладка заготовок, снятие и установка колпака производятся вилочным захватом.

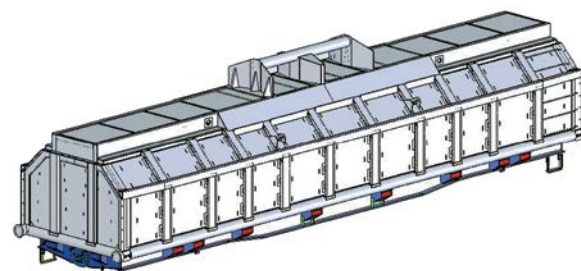
В процессе проектирования вагона, руководствуясь техническими требованиями заказчика, для обеспечения грузоподъемности 110 т и массы тары в 44,5 т (с футеровкой) была применена тележка модели 18-194-1 с осевой нагрузкой 25 т/ось с кассетным подшипником и скользном постоянном контакте. Для оптимального распределения нагрузки от груза применена консольная часть длиной 1,5 м, что позволило использовать приварные упоры: передний и объединенной отливки заднего упора и надпятниковой коробки.

Отличительной особенностью вагона явились опорные балки, имеющие возможность установки в двух положениях заготовок различной геометрической формы. В предыдущих конструкциях применялись разные балки, под каждый вид заготовок, устанавливаемые одна на другую, что предполагало использование производственных площадей для складирования.

Как видим, особенность конструкций специализированных вагонов, в частности для металлургической промышленности, заключается в многообразии форм и конструкций опор для перевозимого груза, несимметричном по длине вагона расположении груза, воздействии высоких температур до 1000 °С, повышенной нагрузке на ось. Все это создает определенные трудности в реализации проектов, вызывает необходимость поиска новых технологий, позволяющих в заданные сроки, при отсутствии прототипов решать поставленные задачи.



а



б

Рис. 4. Компьютерная модель вагона-термоса модели 23-5165: а — платформа; б — колпак

В настоящее время для решения задач проектирования структуры подвижного состава широко используется агрегативно-декомпозиционный подход [2], основанный на трех принципах [3]:

- декомпозиции и иерархичности;
- многоэтапности и итерационности;
- типизации и унификации.

Однако при создании специализированных вагонов, когда объем серии может составлять несколько единиц подвижного состава, не всегда применимы типовые и унифицированные сборочные единицы, агрегаты и детали. В связи с этим методические аспекты такого подхода требуют систематизации и дальнейшего развития.

При проектировании специализированного подвижного состава перед конструктором на первый план выдвигается поиск баланса между техническим обликом и стоимостью готового изделия, между инновациями и отработанными (классическими) схемами. Поэтому на первом этапе создания конструкции специализированного вагона необходим многовариантный поиск, который базируется на решении двух вопросов.

1. С выходом на пути общего пользования или без выхода на пути общего пользования (внутризаводской транспорт)?

Для внутризаводского транспорта характерна узкая специфика применения, отсутствие сортировочных горок при эксплуатации, увеличение осевой нагрузки вследствие уменьшения скорости и динамического воз-

действия на ходовые части, возможность применения приварных упоров, резьбовых соединений тормозного оборудования, меньший комплекс испытаний (функциональных, тормозных, приемочных и др.). Все это позволяет сократить время создания вагона.

2. Универсальные или специализированные?

Для специализированных вагонов, с одной стороны, характерна меньшая тара, параметры определены для одного или схожих по плотности грузов. С другой стороны, необходимо дополнительно учитывать температуру перевозимого груза, способ погрузки-выгрузки, схему крепления груза на вагоне и др.

Общая схема поиска рационального технического решения может быть представлена в виде набора проектных процедур:

1. Поиск существующих аналогов конструкций в России и мире (по параметрам грузоподъемности и роду перевозимого груза).
2. Определение линейных размеров (база, расположение балок, длина по осям сцепления), габарита вагона.
3. Определение способов погрузки-выгрузки (габаритные размеры грузозахватных приспособлений), схемы взаимодействия с погрузо-разгрузочными устройствами.
4. Определение условий эксплуатации (температурные режимы, сейсмоздействие).
5. Проверка на отсутствие или наличие подножек и поручней, стояночного тормоза.
6. Анализ схемы воздействия сил от груза, передача сил через опорные элементы на путь, проработка конструкций балок (коробчатого, Т-образного или другого сечения).

Выбор облика вагона, как правило, осуществляется на ранних стадиях проектирования, на которых объективно присутствует значительная неполнота и неопределенность исходных данных. Так, например, задача определения структуры подвижного состава по узлам и уровням должна решаться практически в условиях отсутствия основных характеристик об объектах проектирования, так как этот этап осуществляется по времени значительно раньше их разработки. Отсутствие характеристик проектируемых узлов специализированных вагонов также усложняет выбор необходимых технических средств для их эффективного решения. Неполнота и неопределенность исходных данных требуют для решения задач выбора основных элементов и частей системы использования адекватных методов принятия решений, основанных на применении экспертных оценок для задания исходных данных и итерационного процесса представления результатов [4, 5]. Итерационный характер алгоритма проектирования показан на рис. 5.

Пожалуй, единственный эффективный путь при проектировании специализированного подвижного состава — это применение компьютерных технологий, об-

ласть которых распространяется на решение следующих задач:

- оформление чертежей и другой конструкторской документации;
- инженерный анализ конструкций;
- твердотельное параметрическое моделирование деталей, узлов подвижного состава;
- кинематическое и динамическое моделирование, построение имитационных моделей;
- быстрое прототипирование, построение моделей;
- технологическая подготовка производства.



Рис. 5. Блок-схема — алгоритм итерационного процесса проектирования

Необходимо отметить, что рассматриваемые задачи представляют лишь отдельные примеры, указывающие на основные тенденции применения автоматизированных процедур в проектировании специализированного подвижного состава. Главной областью применения компьютерных технологий в проектировании подвижного состава до настоящего времени является разработка чертежной и другой конструкторской документации на основе AutoCad. Для расширения возможностей этой системы проектирования в УКБВ применяется программная надстройка Cadmech. Применение САПР подобного класса является долгосрочной задачей, связанной с созданием банка данных электронных чертежей, что позволит сэкономить время при проектировании новых узлов и деталей вагонов и внесении изменений в существующие [6].

При проектировании подвижного состава значительное место занимают методы твердотельного параметри-

ческого моделирования (CAD). В практике конструкторских бюро наибольшее применение получила система твердотельного моделирования Solid Works. Путем трехмерного моделирования созданы модели различных узлов и деталей подвижного состава, что позволяет на стадии проектирования получить представление о геометрической форме объекта. Благодаря этому становится возможным отказ от изготовления дорогих демонстрационных моделей, требующих больших затрат времени на изготовление.

Значительное место при проектировании нового подвижного состава уделяется инженерному анализу конструкций (CAE). Среди задач инженерного анализа, решаемых в настоящее время, можно выделить оценку прочности конструкции от действия нагрузок в соответствии с нормами [1]. Применение метода конечных элементов позволяет расширить область решаемых задач, например, проводить анализ ресурса конструкции под воздействием циклических нагрузок, решение контактных задач, прогнозирование трещинообразования и усталостных разрушений, моделирования процессов разрушения.

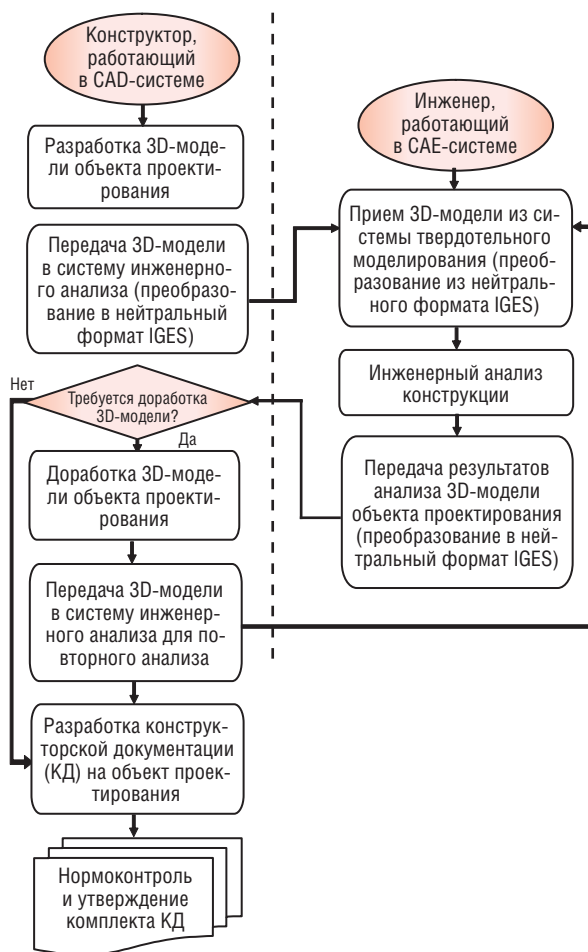


Рис. 6. Схема взаимодействия пользователей CAD и CAE-систем автоматизированного проектирования

Примерная схема, показывающая итерационный характер проектирования на примере взаимодействия пользователей систем CAD (конструкторов) и CAE (расчетчиков), приведена на рис. 6. Передача 3D-модели проектируемого изделия из SolidWorks в системы МКЭ может осуществляться через трансляторы IGES, SAT.

Одним из методов сокращения времени на проектирование, повышения качества вагонов является использование кинематического и динамического моделирования, построения имитационных моделей. Среди систем данного класса в конструкторских и научно-исследовательских организациях применяется программный комплекс «Универсальный механизм», разработанный Брянским техническим университетом.

Применение этого комплекса позволяет получить динамические характеристики, исследовать поведение подвижного состава (или отдельного узла) при воздействии эксплуатационных нагрузок, смоделировать аварийные ситуации, получить изображение движущихся процессов (например, работы поглощающего аппарата). Однако работа с имитационными моделями в процессе проектирования специализированных вагонов еще не получила широкого распространения. Это объясняется, во-первых, сложностью, а во-вторых, отсутствием опыта использования подобных систем. Для решения данной проблемы в настоящее время УргУПС и БГТУ прорабатывают вопрос о проведении совместных работ на основе имитационного моделирования: исследования поведения типовых элементов в области высоких температур, оценки состояния конструкций вагонов при эксплуатационных воздействиях, не регламентированных нормами [1].

Для координации работы систем CAD/CAE, управления проектными данными и проектированием внедряются системы управления проектными данными PDM (Product Data Management). Так, в УКБВ в состав модулей системы проектирования специализированных вагонов входит программа Seach, которая позволяет создавать и вести архив технической документации, управлять проектами и электронным документооборотом.

Другая особенность последних лет — это потребность в активной инновационной деятельности, направленной на улучшение потребительских свойств выпускаемой продукции и снижение ее стоимости, ко-

торая предопределила создание программных продуктов управления инновациями (CAI — Computer Aided Invention). На перспективу предполагается объединение CAI с CAD/CAE-системами, которое позволит создать полнофункциональную САПР конструкторского бюро и завершить функциональное ее развитие. САПР, в свою очередь, будет являться центральной частью системы управления жизненным циклом изделия — PLM.

Накопленный опыт использования систем автоматизированного проектирования при разработке универсального подвижного состава [6], а также перспективы их развития позволяют предположить, что появляется возможность эффективно управлять процессом проектирования, значительно сократить цикл разработки специализированных вагонов и управлять жизненным циклом изделия. **ИТ**

Список литературы

1. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). — М. : ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. — 319 с.
2. Цвиркун А. Д. Основы синтеза структуры сложных систем. — М. : Наука, 1982. — 197 с.
3. Лапшин В. Ф., Павлюков А. Э., Колясов К. М. Компьютерные технологии расчета и проектирования подвижного состава. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2013. — 89 с.
4. Лафта В. М. Определение остаточного срока службы специального подвижного состава с учетом неполноты исходной информации : дис. ... канд. техн. наук / Лафта Вааил Махмод. — СПб. : ПГУПС, 2011. — 141 с.
5. Соловьев А. Е. Особенности принятия решений по безопасности железнодорожных перевозок в нечеткой среде // Черный информационно-аналитический бюллетень. — 2005. — № 5. — С. 154–156.
6. Ефимов В. П. Уральскому конструкторскому бюро вагоностроения — 70 лет // Проблемы и перспективы развития грузового вагоностроения : материалы науч.-техн. конференции / под науч. ред. проф. А. В. Смольянинова. — Екатеринбург : УрГУПС, 2006. — С. 13–26.



**Руслан Ражапович
Абдрахманов**
Ruslan R. Abdrakhmanov

Совершенствование конструкций воздушных стрелок

Improvement of aerial crossings design

Аннотация

Самыми уязвимыми устройствами на контактной сети являются воздушные стрелки, которые постоянно находятся во взаимодействии с токоприемниками электроподвижного состава. От их правильной установки и регулировки во многом зависит надежность контактной сети. В статье рассматриваются существующие устройства, технические нормы и эксплуатационные особенности этих узлов, а также предлагается к использованию специальная фиксация воздушной стрелки, не требующая наличия опорной конструкции. Применение такого узла особенно актуально при проведении реконструкции контактной сети станции в местах, где установка новых фиксирующих опор невозможна из-за стесненных условий. Предлагаемый автором узел был применен на одной из станций Южно-Уральской железной дороги — филиала ОАО «РЖД».

Ключевые слова: контактная сеть, фиксатор, воздушная стрелка, фиксирующая опора, токосъем.

Abstract

The most vulnerable devices on catenary system are aerial crossings, which are in constant contact with current collectors of electric rolling stock. Reliability of catenary system depends largely on their proper installation and adjustment. The paper reviews the existing devices, technical standards and operational features of these units and proposes the use of a special aerial crossing lock, which does not require the presence of a support structure. The use of this unit is especially relevant during reconstruction of station catenary system in locations where installation of new supports is impossible due to constraint environment. The proposed unit was used by the author at one of the stations of South Ural Railway – branch of JSC «Russian Railways».

Keywords: catenary network, lock, aerial crossing, locking support, current collector.

Авторы Authors

Руслан Ражапович Абдрахманов, главный специалист ОАО «Челябжeldorprojekt», Челябинск

Ruslan R. Abdrakhmanov, Chief Expert of JSC «Chelyabzheldorprojekt», Chelyabinsk

В последнее десятилетие наметилась тенденция к снижению объемов новой электрификации, а реконструкции старых участков, напротив, участились в связи с тем, что большая часть существующей контактной сети исчерпала свой ресурс. Причем необходимость в капитальных ремонтах нарастает нелинейно, в зависимости от времени.

Обеспечение надежного токосяема достигается высоким качеством регулировки контактной сети с учетом климатических условий. Для этого необходимо обеспечить равноподъемность пересекающихся подвесок в зоне подхвата, минимальное увеличение жесткости и массы в пролете с воздушной стрелкой (ВС).

Классифицируют ВС по наличию фиксации, типу и углу стрелочного перевода, типам пересекающихся подвесок и составу их проводов. Варианты условий работы стрелок обуславливаются величиной взаимных перемещений подвесок (в зависимости от расстояний до компенсаторов) [1].

Известные решения фиксации проводов воздушных стрелок не всегда позволяют зафиксировать контактные подвески с требуемыми значениями. На крупных узловых станциях часто получается так, что существующая застройка не позволяет расширить междупутья, а размеры обочины — установить фиксирующую опору и другие стесняющие факторы. В связи с этим необходимо найти новые решения для фиксации проводов контактных подвесок на воздушных стрелках.

Проведенный анализ отказов на контактной сети за 2011 г. (рис. 1)

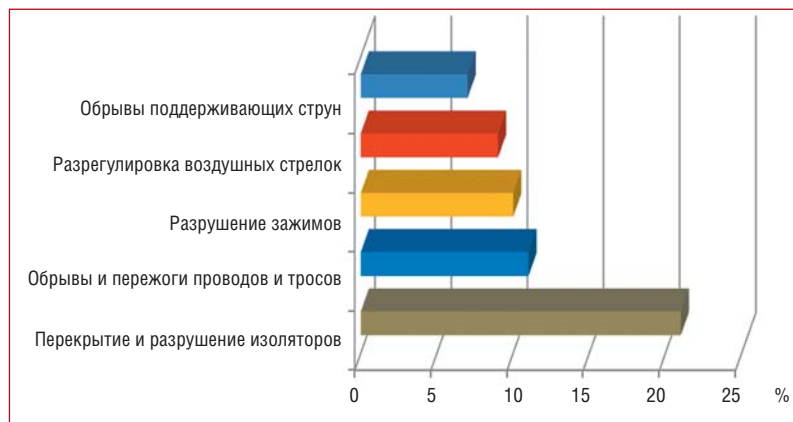


Рис. 1. Процентное соотношение отказов устройств контактной сети за 2011 г.

показывает, что помимо проблем в виде стесненных условий существует риск разрегулировки воздушных стрелок, что в свою очередь может привести к снижению надежности и, как следствие, к задержкам движения поездов, поэтому вопросы совершенствования таких конструкций до сих пор актуальны.

Основные критерии правильности работы устройства воздушной стрелки [1]:

1. Возможность свободного перемещения контактных проводов пересекающихся подвесок без касания проводами зажимов крепления ограничительной накладке в расчетном интервале температур.
2. Значение зигзагов контактных проводов в месте их фиксации при крайних значениях расчетного интервала температур должны быть не более 500 мм.
3. В зоне подхвата полюзом токоприемника контактные провода пересекающихся подвесок должны находиться близко к одному уровню.
4. Нерабочие ветви контактных проводов должны иметь возвышение, не вызывающее подъем ограничительной накладке.
5. Жесткость пересекающихся подвесок должна быть примерно одинаковой.

Для повышения надежности работы к устройствам воздушных

стрелок предъявляют следующие основные требования [2]:

1. Они должны обеспечивать плавный переход полоза токоприемника электроподвижного состава (ЭПС) с контактных проводов одного пути на контактные провода другого пути (съезда) без нарушения токосяема (без ударов и искрения) с установленными скоростями движения поездов.
2. На главных путях должны быть фиксированными.
3. На второстепенных путях по согласованию со службой электроснабжения железной дороги допускаются в эксплуатации нефиксированные воздушные стрелки.
4. В месте пересечения контактных проводов главных путей или путей преимущественного направления движения поездов должны быть расположены снизу (рис. 2).

Дополнительно следует отметить, что пересечение контактных проводов, образующих воздушную стрелку на обыкновенном стрелочном переводе, должно отстоять от оси прямого и отклоненного пути на 360–400 мм и находиться в том месте, где расстояние между внутренними гранями головок соединительных рельсов крестовины составляет 730–800 мм (рис. 3).

Фиксирующие устройства при обыкновенном стрелочном переводе

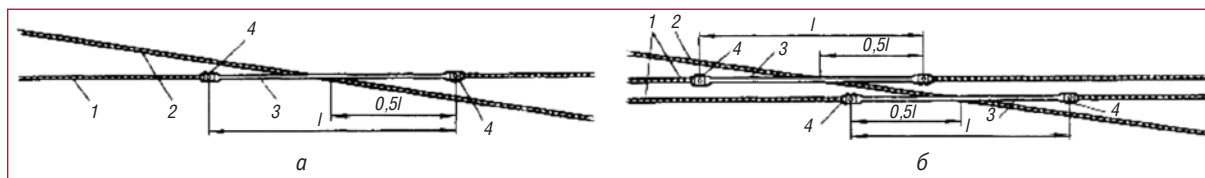


Рис. 2. Положение ограничительной накладки при среднем значении температуры воздуха:

а — при пересечении одинарных контактных проводов; б — при пересечении одинарного провода с двойным; 1 — контактный провод прямого пути; 2 — контактный провод отклоненного пути (съезда); 3 — ограничительная накладка; 4 — головка болта фиксирующего зажима; L — длина ограничительной накладки

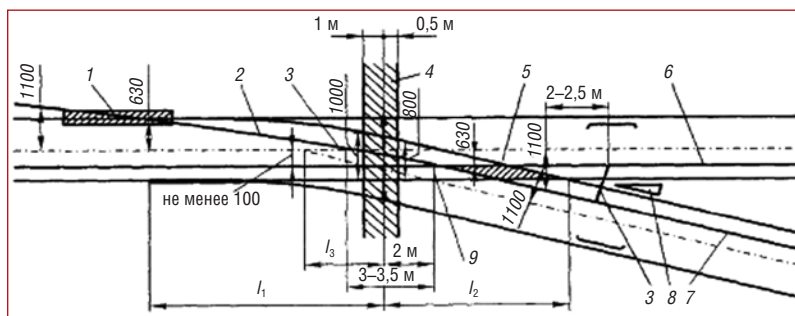


Рис. 3. Схема фиксированной воздушной стрелки при обыкновенном стрелочном переводе:

1 — зона прохода нерабочей части полоза токоприемника под нерабочей ветвью контактного провода; 2 — нерабочая ветвь контактного провода; 3 — электрический соединитель; 4 — область расположения фиксирующего устройства; 5 — зона подвхвата токоприемника контактного провода; 6 — контактный провод прямого пути; 7 — контактный провод отклоненного пути (съезда); 8 — место пересечения контактных проводов; L1 — расстояние от фиксирующего устройства до остряка стрелки; L2 — расстояние от фиксирующего устройства до центра перевода; L3 — расстояние от фиксирующего устройства до геометрического центра крестовины

было зафиксировать провода контактных подвесок над стрелочным переводом, соединяющим подъездные пути локомотивного депо станции Челябинск-Главный и топливного склада станции Челябинск-Главный. А в связи с плотной застройкой участка реконструкции путевого развития воспользоваться типовыми конструкциями не представлялось возможным.

Для решения этой проблемы специалисты ОАО «Челябжелезнодорожный проект» совместно с сотрудниками научно-исследовательской лаборатории «Системы автоматизированного проектирования контактной сети» применили следующий вариант фиксации воздушной стрелки (рис. 4).

Предлагаемая модель позволяет выполнить фиксацию проводов воздушных стрелок без использования фиксирующих опор. Отличительной особенностью является подвешивание основного стержня фиксатора при помощи растянутых струн к несущему тросу. В этом случае фиксация контактного провода выполняется по типу ромбовидной подвески. Стоит отметить, что воздушная стрелка фиксируется без использования дополнительных фиксирующих опор, тросов, жестких поперечин, что является главным преимуществом этого варианта фиксации.

Предлагаемая разработка была успешно внедрена и до сих пор используется на станции Челябинск-Главный. За три года эксплуатации не было выявлено случаев отказов, что еще раз подчеркивает возможность ее применения на других объектах инфраструктуры ОАО «РЖД». **ИТ**

Таблица 1

Требования к фиксации стрелочных переводов

Марка крестовины	Расстояние от фиксирующего устройства, м		
	до остряка стрелки L1	до центра перевода L2	до геометрического центра крестовины L3
1/22	39,5	12,5	21,0
1/18	32,5	10,8	17,5
1/11	17,5	7,5	9,5
1/9	17,0	6,0	8,0
1/6	—	3,5	5,5

располагают на расстоянии 1–2 м от точки пересечения контактных проводов в сторону остряка стрелки, где расстояние между внутренними гранями внутренних рельсов 0,8–1 м (табл. 1).

Схемы фиксации ВС и армировки фиксирующих опор и жестких поперечин включают варианты испол-

нения для различных условий применения [2, 3].

К сожалению, не во всех случаях можно воспользоваться стандартными типовыми конструкциями. Так, например, при проектировании одного из объектов Южно-Уральской железной дороги — филиала ОАО «РЖД» необходимо

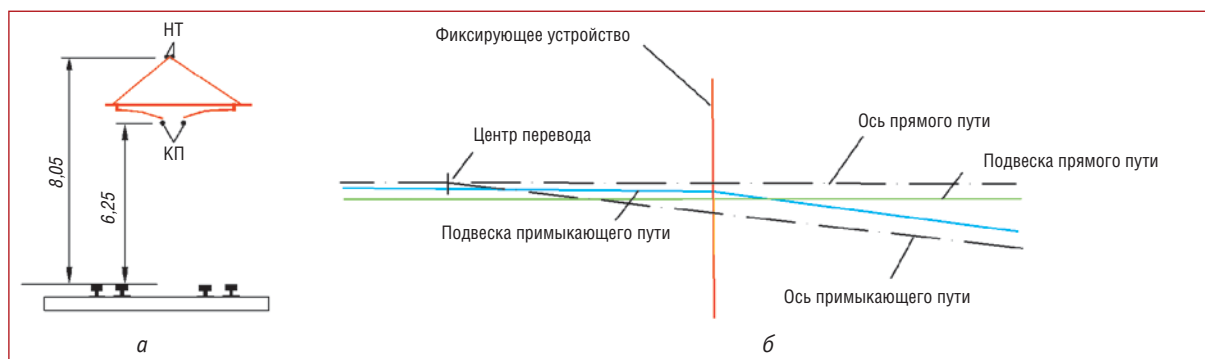


Рис. 4. Новый вариант фиксации воздушной стрелки:

а — схема устройства; б — вид в плане пути

Список литературы

1. Михеев В. П. Контактные сети и линии электропередачи : учебник для вузов ж.-д. транспорта. — М. : Маршрут, 2003. — 416 с. — ISBN 5-89035-086-2.
2. Правила устройств и технической эксплуатации контактной сети. — М., 2008.
3. Галкин А. Г., Ковалев А. А, Микава А. В. Метод формирования контракта жизненного цикла для инфраструктурного комплекса системы токосяема // Транспорт Урала. — Екатеринбург, 2012. — № 3 (34). — С. 69–71.



**Алексей Александрович
Косяков**

Alexey A. Kosyakov

Оценка возможности применения методологии интеллектуальных электрических сетей в системах электроснабжения железнодорожного транспорта

Possibility assessment of the application of smart grids methodology for railway transport electric power supply systems

Аннотация

В статье описаны особенности применения методологии интеллектуальных электрических сетей (Smart Grid) в магистральных и распределительных сетях. В связи с подобием организации распределительных электрических сетей и систем электроснабжения железных дорог сделан вывод о принципиальной возможности применения методологии интеллектуальных электрических сетей в системах электроснабжения железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: интеллектуальные электрические сети, система электроснабжения, магистральные электрические сети, распределительные электрические сети, электрифицированная железная дорога.

Abstract

The article describes the features of the use of Smart Grid methodology in power transmission and distribution systems. In connection with similarity of organization of electrical distribution networks and power supply systems of railways the conclusion is made on theoretical possibility of the use of Smart Grid methodology for railway electric power supply.

Keywords: Smart Grid, power supply system, power mains, power distribution systems, electrified railway.

Авторы Authors

Алексей Александрович Косяков, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрические машины» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), начальник производственно-технического отдела дирекции «Энергосетьпроект» ОАО «Инженерный центр энергетики Урала», Екатеринбург; e-mail: kosakov@yandex.ru

Alexey A. Kosyakov, PhD in Engineering, Associate Professor of «Electric Machinery» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Head of Production and Technical chair of «Energosetproekt» Directorate, JSC «Urals Power Engineering Center», Ekaterinburg; e-mail: kosakov@yandex.ru

В настоящее время одним из основных направлений развития электроэнергетики является применение методологии интеллектуальных сетей (иначе называемых активно-адаптивными сетями или Smart Grid). Интеллектуальная сеть подразумевает развитие следующих направлений нового строительства и реконструкции объектов электроэнергетики [1]:

- 1) экономически эффективных технологий малой и средней генерации, включая альтернативные источники;
- 2) нового поколения устройств автоматизации;
- 3) информационно-технологических систем для центров управления энергосистемами;
- 4) активного электротехнического сетевого оборудования, способного гибко менять характеристики передачи или преобразования электроэнергии с целью оптимизации режимов сети сразу по нескольким критериям (пропускная способность, уровень технологических потерь, устойчивость, перераспределение потоков мощности, качество электроэнергии).

Управляемые электропередачи, благодаря высокому быстродействию силовой электроники, способны оперативно воздействовать на происходящие в электроэнергетических системах процессы. В результате электропередачи превращаются из пассивных средств транспорта электроэнергии в активные устройства управления режимами работы.

Основой интеллектуальных сетей является методология распределенного управления режимом электроснабжения. В настоящее время в большинстве стран мира применяется единая вертикально интегрированная диспетчерская система: АСУ ТП подстанции (ПС) — региональный диспетчер (РДУ) — диспетчер энергосистемы (ОДУ) — центральный диспетчер (ЦДУ). Уже с 70-х годов прошлого века имеется тенденция к переходу к распределенному управлению энергосистемой, когда из пассивных систем распределения электроэнергии подстанции становятся участниками процесса управления режимом электроснабжения. Накоплен большой опыт проектирования и эксплуатации таких систем управления [2]. Однако данная тенденция до сих пор незаметна в тяговом электроснабжении железнодорожного транспорта, где режим электроснабжения в основном формируется по графику движения по-

ездов. Особо стоит отметить, что в концепцию интеллектуальных сетей включены электромобили [3], но не железнодорожный транспорт. Это представляется странным с учетом того, что электрифицированная железная дорога является мощным потребителем электроэнергии и по сути мало чем отличается от линейных электросетевых объектов распределенного электроснабжения типа распределительных сетей.

Целью настоящей статьи является оценка возможности применения методологии интеллектуальных сетей к составляющим системы тягового электроснабжения — тяговым подстанциям, контактным сетям и электроподвижному составу.

Для управления режимом электроснабжения на тяговой подстанции, как правило, уже имеется базовое оборудование — устройства регулирования под нагрузкой (РПН) трансформаторов. А на тяговых подстанциях с управляемыми преобразователями возможности управления режимом электроснабжения практически не ограничены [4].

Кроме того, на тяговой подстанции принципиально возможна установка специального оборудования для управления режимом электроснабжения — управляемых шунтирующих реакторов и статических тиристорных компенсаторов. Выключатели, как средство формирования схемной ситуации в районе электроснабжения, тоже можно отнести к оборудованию интеллектуальных сетей.

Суть управления в методологии интеллектуальных сетей заключается в следующем: за счет повышения напряжения на незагруженной подстанции формируется переток мощности на перегруженную подстанцию, на которой наблюдается падение напряжения. При этом возможно формирование новой схемы электроснабжения путем подключения дополнительных линий электропередачи в энергонедостаточном районе.

Реализация предложенной идеи управления режимом электроснабжения в магистральных электрических сетях включает в себя закрепление группы подстанций (ПС) за единым расчетным центром (РЦ), расположенным в радиусе не более 200 км от самой удаленной подстанции группы, с организацией каналов связи по линиям электропередачи (ВОЛС и ВЧ-каналы) либо по сетям «Ростелекома» (рис. 1). Источником информации являются трансформаторы тока и напряжения (ТТ и ТН), а средствами управления — устройства РПН и шунтирующие реакторы (ШР). При этом все

оборудование интеллектуальных сетей расположено на территории подстанций.

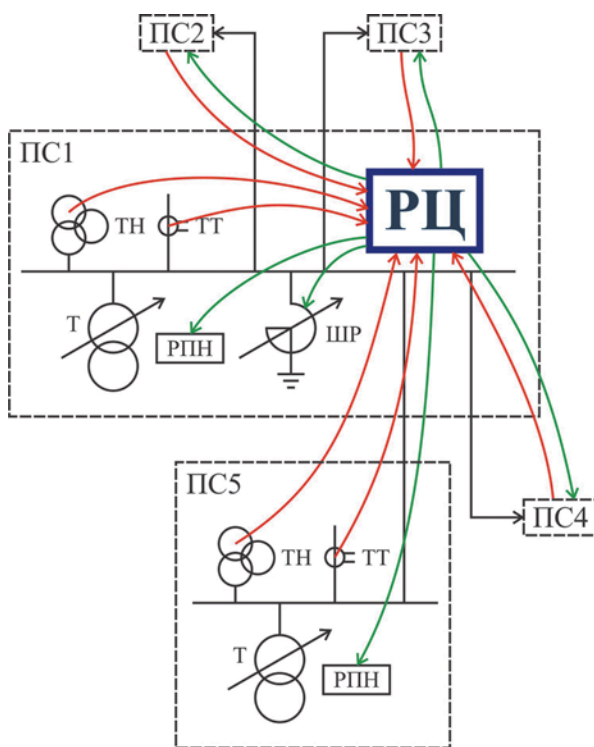


Рис. 1. Реализация методологии интеллектуальных сетей в магистральных электрических сетях

На рис. 1 и далее черным цветом показаны электрические цепи и оборудование интеллектуальной сети, красным цветом — информационные потоки, передаваемые от источников информации (ТН, ТТ, иных датчиков) в расчетный центр, зеленым цветом — информационные потоки сигналов управления, сформированных в расчетном центре.

Функции расчетного центра — обработка информации о режиме электроснабжения (напряжение на всех распределительных устройствах, токи и коэффициенты мощности всех присоединений, информация о состоянии оборудования) и выработка управляющих воздействий для всей группы подстанций. Данные функции выполняются в режиме реального времени, для чего все подстанции группы должны быть обеспечены надежной связью. Для удобства эксплуатации расчетный центр, как правило, размещают на крупной подстанции с дежурным персоналом. Тогда при наличии телеуправления, телесигнализации, охранного и технологического телевидения присутствие персонала на всех подстанциях становится избыточным, за счет чего достигается значительное сокращение расходов предприятия.

Для распределительных электрических сетей возможно управление режимом электроснабжения отдельных потребителей (распределительных пунктов, РП), как крупных, так и мелких, вплоть до отдельных домо-

хозяйств («умный дом») (рис. 2). В распределительной сети в управлении режимом электроснабжения участвуют не только подстанции управляемой группы, но и потребители, для чего организуются каналы связи между расчетным центром и потребителями электроэнергии. В зависимости от объема потребления каналы связи могут быть выделенными (как правило, по ВОЛС) собственными либо арендованными в сетях «Ростелекома» или иных предприятиях связи.

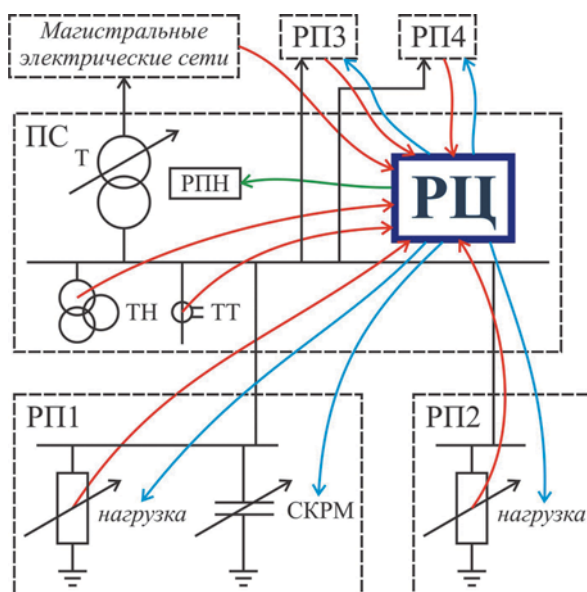


Рис. 2. Реализация методологии интеллектуальных сетей в распределительных электрических сетях

В качестве источника информации в распределительных сетях кроме ТН и ТТ разумно использовать «интеллектуальные» счетчики электроэнергии (Smart Metering), передающие информацию о потребляемой электроэнергии в расчетный центр в режиме реального времени.

Поскольку электроснабжение потребителей является приоритетом для предприятий электрических сетей, функции расчетного центра распределительной сети заключаются не столько в формировании сигналов управления, сколько в выработке предложений для потребителей, связанных с изменением параметров режима электроснабжения (предпочтительное потребление электроэнергии в определенные часы в сутках, пожелание выполнения реконструкции оборудования и применения компенсации реактивной мощности (СКРМ) и выполнения прочих мероприятий, обеспечивающих энергосбережение и рациональное использование ресурсов системы). Основой управления при таком подходе является гибкая тарифная политика, а выводы о средствах и мероприятиях, обеспечивающих энергоэффективность, потребитель электроэнергии принимает самостоятельно. Сигналы управления, имеющие статус

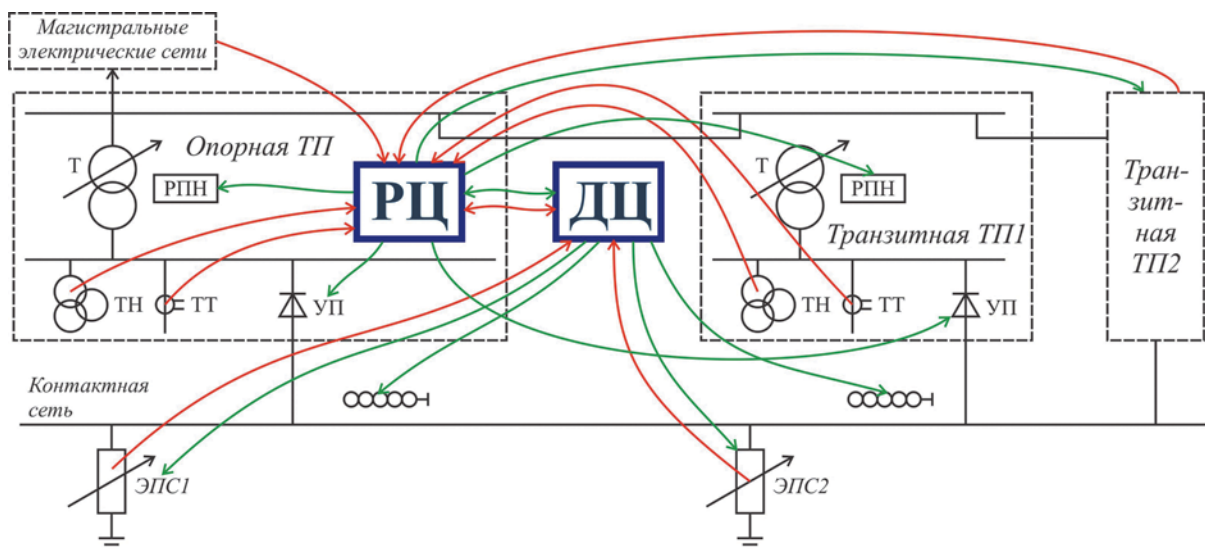


Рис. 3. Реализация методологии интеллектуальных сетей в системе электроснабжения железной дороги

рекомендательных, на рис. 2 и далее обозначены голубым цветом.

Систему тягового электроснабжения для применения методологии интеллектуальных сетей целесообразно рассматривать как один из видов распределительных сетей, а глубину управления режимом электроснабжения проследить вплоть до конечных потребителей — электроподвижного состава (ЭПС). Расчетный центр при этом необходимо расположить на опорной тяговой подстанции (ТП), а каналы связи с ЭПС организовать по контактной сети либо с использованием радиосвязи (рис. 3).

Управление режимом тягового электроснабжения должно обеспечивать надежный пропуск поездов по участку, поэтому при организации интеллектуальной сети тягового электроснабжения нужно предусмотреть интеграцию (канал связи) расчетного центра с поездным диспетчерским центром (ДЦ). Одним из видов управляющих воздействий должно быть управление сигналами светофоров, обеспечивающее пропуск поездов, имеющих приоритет, при исчерпании возможности регулирования напряжения на подстанциях участка силовым оборудованием интеллектуальных сетей (устройствами РПН трансформаторов, управляемыми преобразователями).

Следует отметить, что по сравнению с распределительными электрическими сетями система электроснабжения железной дороги административно объединена с системой управления процессами перевозок, что позволяет исключить рекомендательный статус сигналов управления. Такое административное подчинение является значительным преимуществом, в том числе и для системы электроснабжения железной до-

роги, позволяет осуществить глубокое управление режимом электроснабжения с применением административных методов воздействия на потребителей электроэнергии и, как результат, оптимизировать перевозочный процесс.

Алгоритмы расчета режимов электроснабжения, выполняемые расчетным центром, давно известны [5] и успешно применяются для перспективных расчетов, основанных на графике движения поездов. Предлагаемое внедрение методологии интеллектуальных электрических сетей в систему электроснабжения железнодорожного транспорта в части расчета режима электроснабжения отличается временем и местом выполнения расчетов: все расчеты осуществляются в режиме реального времени, с учетом реальной загрузки оборудования и имеющейся базы тяговых расчетов.

Алгоритмизация управляющих воздействий на оборудование интеллектуальных сетей должна быть выполнена в каждом конкретном случае в процессе разработки проектной документации на реконструкцию (строительство) участка электрифицированной железной дороги.

Таким образом, в статье описана общая концепция применения методологии интеллектуальных сетей в системе электроснабжения железнодорожного транспорта. В настоящее время, с практически неограниченной вычислительной мощностью (для указанных функций) электронных вычислительных машин и развитием систем связи, реализация предложенной методологии не должна вызвать особых затруднений, а ее эффективность доказана примерами удачного применения в магистральных и распределительных электрических сетях. **ИТ**

Список литературы

1. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. — М. : ИАЦ Энергия, 2010. — 207 с.
2. Kosjakow A. Metodyka projektowania inteligentnych sieci elektroenergetycznych // Logistyka Nauka / Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania. — 2011. — № 6. — S. 6–12. — ISSN 1231–5470.
3. Информационно-аналитический портал [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.SmartGrid.ru>.
4. Аржанников Б. А. Система управляемого электроснабжения электрифицированных железных дорог постоянного тока. — Екатеринбург : УрГУПС, 2010. — 174 с.
5. Марквардт К. Г. Справочник по электроснабжению железных дорог. Т. 1. — М. : Транспорт, 1980. — 256 с.



**Вячеслав
Михайлович
Павлов**
Vyacheslav M.
Pavlov



**Александр
Николаевич
Смердин**
Alexander N.
Smerdin



**Антон
Сергеевич
Голубков**
Anton S.
Golubkov

Экспериментальное определение аэродинамической составляющей силы контактного нажатия токоприемников

Experimental determination of aerodynamic component of current collectors contact pressure

Аннотация

Описаны существующие схемы измерения контактного нажатия и аэродинамического воздействия на токоприемник, применяемые при исследовании устройств токосъема магистральных железных дорог. Приведены обоснования применения различных схем измерения при определении вертикальной составляющей аэродинамического воздействия на токоприемник. Рассмотрены методические погрешности, возникающие при измерении контактного нажатия.

Ключевые слова: контактная сеть, контактный провод, несущий трос, натяжение проводов, токосъем, анкерный участок, нажатие.

Abstract

Existing methods of measurement of contact pressure and aerodynamic effects on the current collector used in the study of current collection devices of mainline railways are described. Support for the use of different measurement schemes in determining the vertical component of aerodynamic effect on the current collector is provided. Methodical errors arising in the measurement of contact pressure are considered.

Keywords: contact system, contact wire, span wire, wire tension, current collector, tension length, pressure.

Авторы Authors

Вячеслав Михайлович Павлов, канд. техн. наук, доцент кафедры «Теоретическая механика» Омского государственного университета путей сообщения, Омск | *Александр Николаевич Смердин*, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Омского государственного университета путей сообщения, Омск | *Антон Сергеевич Голубков*, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Омского государственного университета путей сообщения, Омск

Vyacheslav M. Pavlov, PhD in Engineering, Associate Professor of «Theoretical Mechanics» chair of Omsk State Transport University, Omsk | *Alexander N. Smerdin*, PhD in Engineering, Associate Professor of «Railway Power Supply» chair of Omsk State Transport University, Omsk | *Anton S. Golubkov*, PhD in Engineering, Associate Professor of «Railway Power Supply» chair of Omsk State Transport University, Omsk

Экономичность и надежность токосъема в первую очередь определяются нажатием токоприемника на контактный провод.

При движении подвижного состава со скоростями свыше 100 км/ч важной составляющей контактного нажатия становится аэродинамическая подъемная сила, действующая на систему подвижных рам и полоза токоприемника [1]. При исследовании системы токосъема важно правильно учесть действие этой силы и уметь интерпретировать экспериментальные данные, полученные в ходе испытательных поездок.

Наиболее распространенной схемой измерения контактного нажатия в настоящее время является установка S-образных датчиков нажатия в местах крепления ползцов к кареткам токоприемника (рис. 1). Данная схема применяется в измерительных токоприемниках вагонов ВИКС производства ОАО «МСД-Холдинг», а также при проведении экспериментальных исследований системы токосъема ЭВС «Сапсан» [2], электровоза ЭП20 и др.

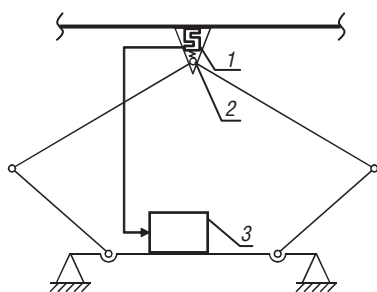


Рис. 1. Схема измерения контактного нажатия при помощи тензометрических датчиков:

- 1 — S-образный датчик нажатия;
- 2 — каретка токоприемника;
- 3 — блок регистрации нажатия

Рассмотренная схема в первую очередь предназначена для измерения суммарного контактного нажатия, но она также используется для косвенного определения аэродинамической вертикальной составляющей контактного нажатия ($P_{уп}$). Определение вертикальной составляющей аэродинамической силы,

действующей на токоприемник, выполняется путем вычитания известной величины статического нажатия P_p из среднего значения силы нажатия, регистрируемой тензометрическими датчиками:

$$P_{ут} = P_d + P_p, \quad (1)$$

где P_d — среднее значение силы нажатия, регистрируемой датчиками.

Данный подход обладает существенным недостатком, поскольку $P_{ут}$ не включает в себя воздействие аэродинамических сил на полз токоприемника.

Для демонстрации данного явления рассмотрим схемы сил, действующих на токоприемник (рис. 2). Для представления сути явления приняты следующие допущения:

- 1) схема составляется для двухмассовой модели токоприемника, все силы в которой направлены вдоль вертикальной оси y ;
- 2) все силы, действующие на токоприемник, постоянны, рассматривается случай равновесия всех сил, при котором элементы токоприемника неподвижны;
- 3) поскольку элементы токоприемника считаются неподвижными, в схему не вводятся силы сухого и вязкого трения в системе подвижных рам и каретках токоприемника;
- 4) контактная сеть представлена неподвижной сосредоточенной

массой, связанной с ползком токоприемника.

В схеме приняты следующие обозначения: P_k — сила, создаваемая при сжатии кареток (функция нажатия кареток [3]), Н; $P_{уп}$ — вертикальная составляющая аэродинамической силы, действующей на раму токоприемника, Н; $P_{уп}$ — вертикальная составляющая аэродинамической силы, действующей на полз токоприемника, Н; $P_{кт}$ — сила контактного нажатия; J_k — жесткость кареток, Н/м; h_k — расстояние между ползком и верхней точкой рамы токоприемника при сжатой каретке, м; m_n — масса ползца, кг; m_p — приведенная масса системы подвижных рам, кг; m_d — масса тензометрического датчика нажатия, кг.

Для схемы, приведенной на рис. 2, а, система уравнений сил, действующих на полз и раму токоприемника, состоит из двух уравнений [4]:

$$\begin{cases} P_{уп} + P_k = P_{кт}; \\ P_p + P_{уп} = P_k. \end{cases} \quad (2)$$

Из системы (2) выводится соотношение между основными силами, действующими на токоприемник:

$$P_{кт} = P_p + P_{уп} + P_{уп}. \quad (3)$$

В простейшем случае, без учета движения токоприемника, сила контактного нажатия равна статиче-

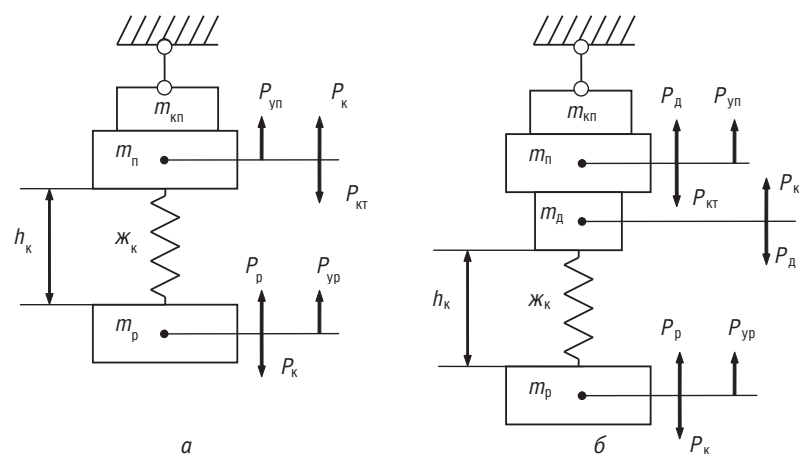


Рис. 2. Силы, действующие на токоприемник, для упрощенной двухмассовой модели (а) и модели, содержащей датчик нажатия (б)

скому нажатию и сумме аэродинамических сил, действующих на полз и систему подвижных рам токоприемника.

Схема, содержащая датчик нажатия (рис. 2, б), описывается тремя уравнениями:

$$\begin{cases} P_d + P_{уп} = P_{кт}; \\ P_d = P_k; \\ P_p + P_{ур} = P_k. \end{cases} \quad (4)$$

Из второго и третьего уравнений системы (4) можно получить:

$$P_d = P_p + P_{ур}. \quad (5)$$

Сила, регистрируемая датчиком нажатия, равна сумме статического нажатия и вертикальной составляющей аэродинамической силы, действующей на систему подвижных рам. При этом из первого уравнения системы (4) определяется, что сила, регистрируемая датчиком нажатия, равна разнице контактного нажатия и вертикальной составляющей аэродинамической силы, действующей на полз:

$$P_d = P_{кт} + P_{уп}. \quad (6)$$

Формула (6) показывает, что сила, регистрируемая датчиком нажатия, отличается от контактного нажатия на величину вертикальной составляющей аэродинамической силы, действующей на полз $P_{уп}$. Это означает, что при проведении измерений по схеме (рис. 1) к результатам измерений необходимо применить процедуру добавления силы аэродинамического воздействия на полз для получения величины контактного нажатия. Определить величину аэродинамического воздействия на полз при данной схеме измерения не представляется возможным, поэтому для получения величины контактного нажатия требуется проведение дополнительных измерений по другим схемам, позволяющим определить действительное значение аэродинамических сил.

Из уравнения (6) также следует, что общепринятая методика определения вертикальной составляющей аэродинамической силы, действующей на токоприемник (1), позволяет измерить только один компонент этой силы, действующий на систему подвижных рам.

Аэродинамическая сила, действующая на токоприемник, учитывается не полностью, что приводит к значительной погрешности при измерении контактного нажатия; измерить эту силу прямыми методами в ходе линейных испытаний не представляется возможным.

Измерение вертикальных составляющих аэродинамических сил в ходе линейных испытаний может осуществляться по различным схемам. В России распространены два варианта. Первый вариант подразумевает крепление датчика нажатия к верхнему узлу системы подвижных рам токоприемника и фиксацию высоты подъема токоприемника при помощи троса [5] (рис. 3).

Второй вариант создает условия для более точной имитации работы токоприемника при измерении аэродинамического воздействия. Для измерения применяется трос с датчиком натяжения, который крепится к жесткой скобе с имитатором контактного провода, лежащим на ползе токоприемника (рис. 4).

Рассмотрим силы, действующие на токоприемник, при использовании данных схем (рис. 5).

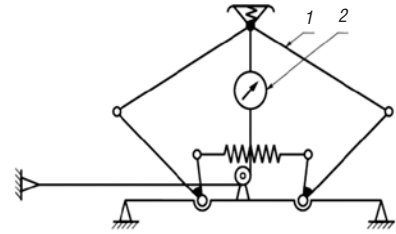
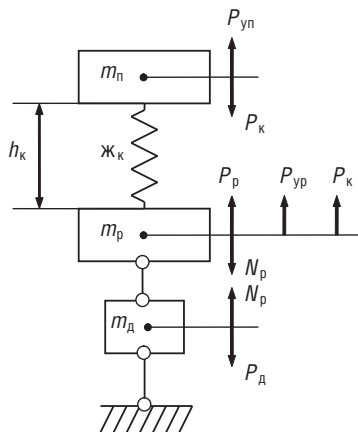


Рис. 3. Схема измерения вертикальной составляющей аэродинамической силы по ГОСТ Р 54334–2011:

1 — система подвижных рам; 2 — устройство регистрации натяжения троса

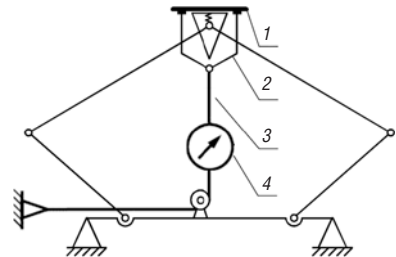


Рис. 4. Схема измерения вертикальной составляющей аэродинамической силы с имитатором контактного провода:

1 — имитатор контактного провода; 2 — жесткая скоба; 3 — трос; 4 — устройство регистрации натяжения троса

Схема измерения аэродинамического воздействия по ГОСТ Р 54334–2011 (рис. 5, а) описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} P_{уп} = P_k; \\ P_d = N_p; \\ P_p + P_{ур} + P_k = N_p, \end{cases} \quad (7)$$

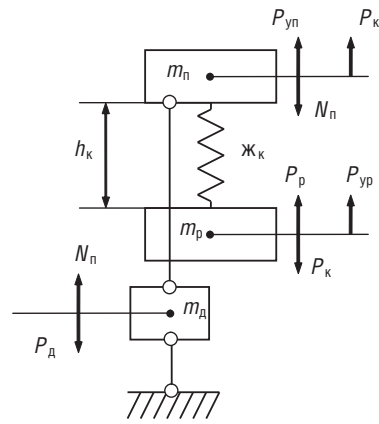


Рис. 5. Силы, действующие на токоприемник при измерении вертикальной составляющей аэродинамической силы

где N_p — сила взаимодействия между датчиком и рамой токоприемника.

В данном случае сила, регистрируемая датчиком, состоит из статического нажатия и суммарной аэродинамической силы, действующей на полз и рамы токоприемника:

$$P_d = P_p + P_{yp} + P_{yn}. \quad (8)$$

Для схемы с имитатором контактного провода (рис. 5, б):

$$\begin{cases} P_{yn} = P_k = N_n; \\ P_d = N_n; \\ P_p + P_{yp} + P_k, \end{cases} \quad (9)$$

где N_n — сила взаимодействия между датчиком и ползозом токоприемника.

Из системы (9) можно вывести уравнение для силы, регистрируемой датчиком нажатия, которое эквивалентно (8). Это означает, что приведенные схемы эквивалентны с точки зрения измерения вертикальной составляющей силы аэродинамического воздействия на токоприемник. Каждая из схем позволяет определить суммарную силу аэродинамического воздействия путем вычитания из показаний датчика натяжения троса величины статического нажатия токоприемника.

На практике каждая схема обладает своими особенностями: схе-

ма по ГОСТ Р 54334–2011 (рис. 3) безопаснее с точки зрения проведения испытаний, поскольку позволяет токоприемнику касаться контактной подвески в ходе экспериментальных поездок; схема также позволяет осуществлять токосъем при помощи испытательного токоприемника путем увеличения длины троса. Недостатком схемы является сложность фиксации ползоза в горизонтальном положении, что необходимо для точного измерения аэродинамических показателей.

Данная схема использовалась при проведении приемочных испытаний токоприемника, разработанного в ОмГУПС в рамках проекта «Разработка и организация высокотехнологичного производства нового магистрального токоприемника для применения на линиях с модернизированной инфраструктурой системы токосъема» (договор № 13. G25.31.0034 от 7 сентября 2010 г.), реализуемого при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Схема показала свою надежность и эффективность.

Схема с имитатором контактного провода (рис. 4) обеспечивает стабильное горизонтальное положение ползоза токоприемника и деформацию упругих элементов кареток, что повышает точность определения аэродинамических показателей. При использовании данной схемы необходимо обеспечить до-

статочный зазор между контактной подвеской и ползозом для исключения касания имитатором контактного провода, в противном случае такой контакт может привести к повреждению токоприемника и контактной сети. Данный способ является предпочтительным при проведении испытаний на специализированных участках с подвеской, расположенной на максимальной рабочей высоте.

При исследовании систем токосъема при высоких скоростях движения токоприемник должен испытывать аэродинамическое воздействие, эквивалентное по силе и направлению таковому при обычной эксплуатации. Это означает, что должно обеспечиваться аэродинамическое подобие крышевого оборудования электроподвижного состава, и расположение токоприемника на крыше должно соответствовать штатному.

В лаборатории «Контактные сети и линии электропередачи» ОмГУПС разработаны и внедрены методики, позволяющие получать аэродинамические показатели систем токосъема с учетом изложенных особенностей, имеется оборудование и специалисты, обеспечивающие высокое качество проведения измерений. Получаемые параметры и характеристики пригодны для использования в математических и имитационных моделях систем токосъема. **ИТ**

Список литературы

1. Ковалев А. А. Применение современных методов моделирования для повышения надежности устройств контактной сети железнодорожного транспорта / А. А. Ковалев, Ф. С. Несмелов // Инновационный транспорт. — 2012. — № 1. — С. 49–52.
2. Павлов В. М. Перспективные методы исследования и оценки параметров системы токосъема при проведении линейных испытаний / В. М. Павлов, А. Н. Смердин, А. С. Голубков и др. // Вестник ВНИИЖТ. — 2008. — № 6. — С. 40–45.
3. Михеев В. П. Контактные сети и линии электропередачи : учебник для вузов ж.-д. транспорта. — М. : Маршрут, 2003. — 416 с.
4. Вологин В. А. Взаимодействие токоприемников и контактной сети. — М. : Интекст, 2006. — 256 с.
5. ГОСТ Р 54334–2011. Токоприемники железнодорожного электроподвижного состава. Общие технические условия. — Введ. 2011–11–01.



**Алексей Анатольевич
Ковалев**
Alexey A. Kovalev

Развитие инфраструктурного комплекса системы токосъема

Development of infrastructure complex of current collection system

Аннотация

«Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 года № 877-р, предусматривает развитие в России скоростного (160–200 км/ч) и высокоскоростного (свыше 200 км/ч) движения [1]. В числе основных задач стратегией определена разработка и производство технических средств нового поколения для скоростных и высокоскоростных магистралей, включая инфраструктуру железнодорожного транспорта. Для скорейшей реализации основных задач стратегии на территории РФ проводятся специализированные научно-технические советы, на которых известные научные школы, работающие в области совершенствования системы токосъема, представляют свои новейшие разработки, обсуждают и вырабатывают решения для их практической реализации.

Ключевые слова: технический совет, инфраструктурный комплекс системы токосъема, высокоскоростные магистрали, токоприемник, жизненный цикл, стоимость жизненного цикла, гололед, фиксатор.

Авторы Authors

Алексей Анатольевич Ковалев, канд. техн. наук, заведующий НИЛ «САПР КС», доцент кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Alexey A. Kovalev, PhD in Engineering, Head of Research Laboratory «SAPR KS», Associate Professor of «Transport Power Supply» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Abstract

«Strategy for the development of railway transport in the Russian Federation to 2030», approved by the RF Government Order No. 877-p of June 17, 2008, provides for the development of high speed (160–200 km/h) and ultrahigh speed (over 200km/h) traffic [1] in Russia. Among its key objectives, the strategy defines the development and production of new generation of equipment for high speed and ultrahigh speed railways, including rail infrastructure. For the earliest implementation of the main objectives of the strategy in the Russian Federation, specialized scientific and technical councils are held, where renowned scientific schools working in the field of improvement of current collection systems present their latest developments, discuss and develop solutions for their implementation.

Keywords: technical council, infrastructure complex of current collection system, ultrahigh speed railways, current collector, life cycle, life cycle cost, ice, lock.



21–22 февраля 2013 года в УрГУПС состоялся научно-технический совет (НТС) «Развитие инфраструктурного комплекса системы токосяема», на котором обсуждались основные решения, необходимые для возможности строительства в России высокоскоростных магистралей.

Главными гостями мероприятия стали: А. А. Зайцев (в 1988–1996 гг. — начальник Октябрьской железной дороги, в 1996–1997 гг. — министр путей сообщения РФ), А. В. Мизинцев (председатель совета директоров ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО»), В. А. Иванов (генеральный директор ЗАО «Универсал — контактные сети»), А. А. Прямыцын (заведующий отделением электрификации, СЦБ и связи ОАО «ЦНИИС»). Среди участников были представлены и две сильные научные школы — это молодые ученые ОмГУПС и УрГУПС.

Выбор площадки для проведения такого мероприятия был не случаен: УрГУПС известен своими достижениями в области развития систем токосяема. Также учтен тот факт, что рядом с Екатеринбургом расположен завод «Уральские локомотивы», на котором строится производственный комплекс по выпуску скоростных электропоездов «Ласточка». В рамках проведения НТС для гостей была предусмотрена экскурсия и встреча с руководством завода.

Организована дискуссионная площадка, где участники обсудили актуальные вопросы, связанные с развитием высокоскоростного движения, и пути возможного сотрудничества.

Особо стоит отметить работу омских ученых, которые разработали магистральный токоприемник, способ-



ный обеспечить надежный, экономичный и экологичный токосяем при взаимодействии с контактной сетью [2]. Дополнительно были приведены результаты предварительных и приемочных испытаний опытных образцов токоприемника в лабораториях ОмГУПС и на действующих участках ОАО «РЖД» [3].

Акцентируя внимание на трудах наших ученых, следует отметить работы «Методы расчета инфраструктурного комплекса системы токосяема на протяжении жизненного цикла» (Ковалев А. А.) [4], «Особенности расчета тепловых процессов в проводах контактной сети» (Паранин А. В.), «Новые решения по защите системы токосяема от воздействий внешней среды при сохранении заданного графика движения поездов» (Кардаполов А. А.) [5].

Научно-технический совет

«Развитие инфраструктурного комплекса системы токосъема»

г. Екатеринбург

21 февраля 2013 г.

Присутствовали:

Галкин А. Г.	д. т. н., профессор, ректор УрГУПС
Аржанников Б. А.	д. т. н., профессор, академик АЭН РФ
Ковалев А. А.	к. т. н., доцент, заведующий НИЛ «САПР КС»
Зайцев А. А.	д. э. н., профессор, руководитель научно-образовательного центра ПГУПС
Заренков С. В.	к. т. н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС
Иванов В. А.	генеральный директор, доктор, академик АТ, ЗАО «Универсал — контактные сети»
Прямыцын А. А.	к. т. н., заведующий отделением электрификации, СЦБ и связи ОАО «ЦНИИС»
Смердин А. Н.	к. т. н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС
Голубков А. Н.	к. т. н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС
Сидоров О. А.	д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС
Глазов Д. В.	начальник проектного отдела ЗАО «ФОРАТЕК — ЭТС»
Кудряшов Е. В.	к. т. н., заместитель генерального директора ЗАО «Универсал — контактные сети»
Мизинцев А. В.	к. т. н., профессор, председатель совета директоров ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО»
Кардаполов А. А.	ассистент кафедры «Электроснабжение транспорта» УрГУПС
Паранин А. В.	к. т. н., доцент кафедры «Электроснабжение транспорта» УрГУПС
Бурков А. Т.	д. т. н., профессор ПГУПС, Санкт-Петербург
Микава А. В.	научный сотрудник НИЛ «САПР КС» УрГУПС
Абдрахманов Р. Р.	главный специалист ОАО «Челябжeldорпроект» — филиала ОАО «Росжeldорпроект»
Павличенко М. Е.	сотрудник кафедры «Электроснабжение транспорта» УрГУПС

Заслушали доклады:

- Ковалев А. А., Микава А. В. «Формирование контракта жизненного цикла инфраструктурного комплекса системы токосъема»
- Аржанников Б. А. «Разработка системы электрической тяги постоянного тока повышенного напряжения 24 кВ для высокоскоростных магистралей России»
- Зайцев А. А. «Технологии наземного высокоскоростного движения»
- Заренков С. В. «Разработка магистрального токоприемника для применения на линиях с модернизированной инфраструктурой системы токосъема»
- Иванов В. А. «Основные научно-технические проблемы создания контактной сети для ВСМ России и разработки по их решению»
- Прямыцын А. А. «Особенности проектирования опорных и поддерживающих конструкций контактной сети, обеспечивающих безопасность железнодорожной инфраструктуры в условиях высокоскоростного движения поездов»
- Смердин А. Н. «Внедрение комплексной системы диагностики контактной сети при увеличении скорости движения»
- Голубков А. Н. «Совершенствование методики экспериментального определения аэродинамической составляющей силы контактного нажатия токоприемников»
- Сидоров О. А. «Участие ОмГУПС в развитии системы токосъема скоростного и высокоскоростного электрического транспорта»
- Кудряшов Е. В. «Основные научно-технические проблемы создания контактной сети для ВСМ России и разработки по их решению»
- Кардаполов А. А. «Новые решения по защите системы токосъема от воздействий внешней среды при сохранении заданного графика движения поездов»
- Паранин А. В. «Особенности расчета тепловых процессов в проводах контактной сети»
- Павличенко М. Е. «Самокомпенсированная контактная подвеска для скоростного токосъема в российских климатических условиях»

По итогам двух дней работы научно-технического совета были приняты и утверждены следующие решения:

1. Отметить необходимость разработки полоза токоприемника для обеспечения качественного токосъема номинальным током 3400 А.
2. Оценить возможность создания унифицированных полозов для токоприемников тяжелого и легкого типов.
3. Для эффективной реализации проектов системы токосъема высокоскоростных магистралей необходимо согласовать уменьшение диапазона рабочей высоты контактных подвесок в соответствии с реально существующими скоростными линиями.
4. Принять к сведению предложенные методики аэродинамических испытаний токоприемников с использованием прямых измерений вертикальной силы, приведенной к верхнему шарниру системы подвижных рам токоприемника.
5. Считать целесообразным применение встроенных диагностических устройств в конструкциях системы токосъема для высокоскоростных магистралей.
6. Рассмотреть возможность адаптации токоприемника производства ЗАО «Универсал — контактные сети» для применения на грузовых электровозах производства ОАО «Уральские локомотивы».
7. Одобрить проведенные испытания по предотвращению образования гололеда на проводах контактной сети и рассмотреть возможность нанесения предложенного антигололедного покрытия на провода КС и ЛЭП с предварительной подготовкой для улучшения адгезии.
8. Считать целесообразным экспериментальную проверку методики расчета теплового состояния полозов при протекании тока на лабораторной базе ОмГУПС, г. Омск.
9. Продолжить работу по формированию математической модели «токоприемник — контактная подвеска».
10. Отметить необходимость разработки модели распределения тягового тока для системы переменного тока.
11. Использовать на практике представленную возможность обеспечения необходимой несущей способности опорно-поддерживающих устройств для применения на высокоскоростных магистралах.
12. Одобрить разработку программного комплекса по определению стоимости жизненного цикла инфраструктурного комплекса системы токосъема и рекомендовать его применение для заключения контрактов жизненного цикла при реализации проектов скоростных и высокоскоростных магистралей.
13. Продолжить разработки в области исследований принципов формирования контрактов жизненного цикла сложных технических систем в НИЛ «САПР КС» УрГУПС, г. Екатеринбург.
14. Признать полезной разработку модели фиксаторного узла для установки в смежных пролетах, имеющих различную длину.
15. Одобрить разработку системы электрической тяги постоянного тока повышенного напряжения 24 кВ для высокоскоростных магистралей России. **ИТ**

Список литературы

1. Галкин А. Г., Ковалев А. А., Иванов В. А., Кудряшов Е. В. Разработка контактной сети для ВСМ России // Инновационный транспорт. — 2011. — № 1 (1). — С. 16–22.
2. Заренков С. В., Ходунова О. А. Совершенствование измерительных устройств и методов исследования влияния параметров контактной подвески на изменение натяжения проводов // Инновационный транспорт. — 2013. — № 1 (7). — С. 18–22.
3. Сидоров О. А., Смердин А. Н., Заренков С. В. Испытания магистрального токоприемника на линиях с модернизированной инфраструктурой системы токосъема // Инновационный транспорт. — 2013. — № 1 (7). — С. 22–28.
4. Ковалев А. А., Микава А. В., Окунев А. В. Определение стоимости жизненного цикла сложных технических систем // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. — 2013. — № 50. — С. 15.
5. Ковалев А. А., Кардаполов А. А. Применение высокотехнологичного покрытия для защиты системы токосъема в условиях воздействия внешней среды // Инновационный транспорт. — 2012. — № 2 (3). — С. 8–12.



**Олег
Алексеевич
Сидоров**
Oleg A.
Sidorov



**Александр
Николаевич
Смердин**
Alexander N.
Smerdin



**Михаил
Викторович
Емельянов**
Mikhail V.
Emelyanov

Особенности конструкции универсального измерительного токоприемника электроподвижного состава для исследования систем токосъема

Design features of multi-purpose measuring current collector of electric rolling stock for the study of current collection systems

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, касающиеся проведения испытательных поездок на электрифицированных железных дорогах для определения основных параметров взаимодействия токоприемников электроподвижного состава с контактными подвесками. Описаны особенности конструкции создаваемого в Омском государственном университете путей сообщения универсального измерительного токоприемника, который по сравнению с серийными токоприемниками имеет улучшенные параметры и характеристики. Универсальный токоприемник является надежным и точным средством получения адекватных данных об основных параметрах токосъема при проведении натурных испытаний.

Ключевые слова: универсальный измерительный токоприемник, система токосъема, контактное нажатие, система измерений.

Abstract

The paper studies the questions related to test rides performed on electrified railways to determine the key parameters of interaction of current collectors of electric rolling stock with overhead catenary. Design features of multi-purpose measuring current collector created in Omsk State Transport University, having better performance and parameters as compared to serial current collectors, are described. Multi-purpose measuring current collector is a reliable and accurate device for obtaining adequate data on the main current collection parameters during field tests.

Keywords: multi-purpose measuring current collector, current collection system, contact pressure, measurement system.

Авторы Authors

Олег Алексеевич Сидоров, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС), Омск; e-mail: SidorovOA@omgups.com | **Александр Николаевич Смердин**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС), Омск; e-mail: SmerdinAN@omgups.com | **Михаил Викторович Емельянов**, аспирант кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС), Омск; e-mail: michael.emelyanov@omgups.com

Oleg A. Sidorov, DSc in Engineering, Professor, Head of «Railway Power Supply» chair of Omsk State Transport University (OmGUPS), Omsk; e-mail: SidorovOA@omgups.com | **Alexander N. Smerdin**, PhD in Engineering, Associate Professor of «Railway Power Supply» chair of Omsk State Transport University (OmGUPS), Omsk; e-mail: SmerdinAN@omgups.com | **Mikhail V. Emelyanov**, Postgraduate student of «Railway Power Supply» chair of Omsk State Transport University (OmGUPS), Omsk; e-mail: michael.emelyanov@omgups.com

На электрифицированных железных дорогах Российской Федерации надежная и безаварийная работа всех устройств электроснабжения возможна на основе применения современного высокотехнологичного оборудования в сочетании с регулярными обследованиями технического состояния всех элементов железнодорожной инфраструктуры.

Система токосъема включает в себя «неподвижную» составляющую (инфраструктура контактной сети) и «подвижную» (электроподвижной состав с установленными на нем токоприемниками) [1].

Для оценки состояния контактных подвесок и процесса взаимодействия их с токоприемниками электроподвижного состава (ЭПС) регулярно проводятся испытательные поездки по действующим линиям железных дорог с применением специальных измерительных токоприемников, которые выполняют следующие функции:

- инспектирование контактной подвески для предупреждения аварийных ситуаций, повышения надежности и безопасности эксплуатации железнодорожных линий;
- исследование реальных процессов, возникающих при взаимодействии токоприемника с контактной подвеской во время движения ЭПС;
- выработка рекомендаций по повышению качества процесса токосъема с целью снижения экономических затрат на содержание и ремонт устройств электроснабжения.

В настоящее время в России существует несколько таких токоприемников [2]. Среди них устройства, установленные на вагонах-лабораториях контактной сети и автоматизированном диагностическом комплексе контроля состояния технических объектов железнодорожной инфраструктуры АДК-И «Эра», а также разработанные в Омском государственном университете путей сообщения (ОмГУПС).

Данные токоприемники схожи по конструкции, принципу работы и, несмотря на повсеместное применение в испытательных поездках, предназначены для эксплуатации на ЭПС предыдущего поколения, то есть не являются типовыми для современного скоростного ЭПС. Кроме того, они не предназначены для передачи электроэнергии на борт электроподвижного состава при его движении или стоянке.

Для получения реальной картины взаимодействия скоростного токоприемника современного ЭПС с контактной подвеской необходимо при проведении испытательных поездок на линиях железных дорог в качестве измерительных использовать токоприемники, схожие по конструкции и кинематической схеме с теми, которые планируется постоянно эксплуатировать на данном участке. Но это невозможно, поскольку для каждого скоростного токоприемника не существует измерительного аналога, который можно было бы в условиях депо поставить взамен штатного на крышу вагона-лаборатории или экспериментального ЭПС. К тому же делать из каждого штатного токоприемника измерительный — экономически невыгодное мероприятие, требующее много времени и затрат на их изготовление и эксплуатацию.

В настоящее время в Омском государственном университете путей сообщения (ОмГУПС) в рамках проекта «Разработка и организация высокотехнологичного производства нового магистрального токоприемника для применения на линиях с модернизированной инфраструктурой системы токосъема», в соответствии с договором, выполняемым при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, на основе разработанной базовой модели ассиметричного скоростного токоприемника создается универсальный измерительный токоприемник (УИТ), который помимо приема электроэнергии от контактных проводов предназначен для

оперативного получения достоверных данных об основных параметрах токосъема при высокоскоростном движении с помощью установленной на нем измерительной системы.

УИТ по сравнению с серийными токоприемниками, эксплуатируемыми на железных дорогах, имеет улучшенные параметры и характеристики. Он создан с применением прочных и легких материалов, подшипников высокой точности изготовления и пластической смазки повышенного качества. Универсальность такого измерительного токоприемника заключается в следующем:

- возможность использования как на переменном, так и на постоянном роде тока в контактной подвеске;
- возможность реализации параметров и характеристик различных перспективных высокоскоростных токоприемников, имеющих приведенную массу 30÷40 кг, поперечную жесткость — не менее 17 Н/мм, продольную жесткость — не менее 12 Н/мм и обеспечивающих контактное нажатие в пределах от 70 до 130 Н путем изменения масс элементов токоприемника, моментов инерции, сил трения и длин рычагов [3].

Схематическое изображение универсального измерительного токоприемника представлено на рис. 1.

УИТ способен при движении со скоростью более 40 км/ч снимать ток 2000 А, а при стоянке — 400 А.

Для изменения масс элементов токоприемника предназначены настроечные полукольца, имеющие различные массогабаритные параметры. Два полукольца при соединении друг с другом вокруг какого-либо элемента образуют кольцо, которое с помощью болтов фиксируется в любом доступном на рычагах и шарнирах измерительного токоприемника месте. При перемещении таких колец вдоль элементов токоприемника изменяются центры их

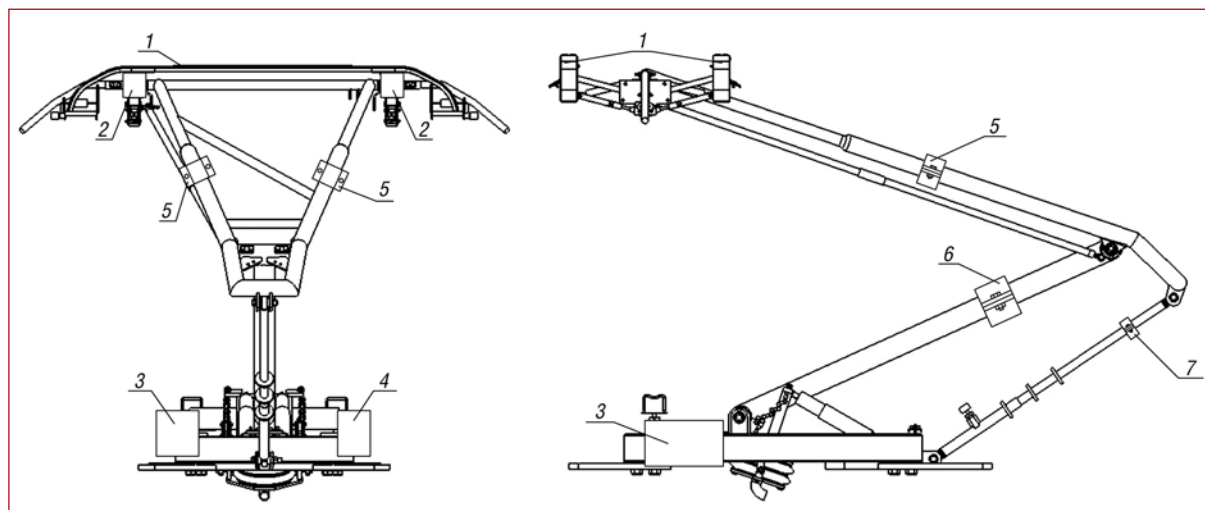


Рис. 1. Схематическое изображение универсального измерительного токоприемника:

1 — тензометрические ползунки; 2 — измерительные датчики; 3 — блок регистрации; 4 — источник питания; 5 — настроечное кольцо верхнего рычага; 6 — настроечное кольцо нижнего рычага; 7 — настроечное кольцо нижней тяги

масс, моменты инерций, приведенные массы.

Аэродинамическое подобие различным типам скоростных токопри-

емников обеспечивается с помощью набора аэродинамических крыльев.

Основные технические показатели УИТ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические показатели универсального измерительного токоприемника

Наименование показателя	Значение показателя	
	Постоянный ток	Переменный ток
Нажатие: наименьшее активное, Н, не менее наибольшее пассивное, Н, не более	90 130	70 110
Разница между наибольшим и наименьшим нажатиями при одностороннем движении токоприемника, Н, не более	10	10
Двойная величина трения в шарнирах, приведенная к контактной поверхности ползунков, Н, не более	15	10
Опускающее усилие, Н, не менее	200	120
Удерживающее усилие, Н, не менее	200	120
Время подъема токоприемника, с, не более	10	10
Время опускания токоприемника, с, не более	6	6
Поперечная жесткость токоприемника, Н/мм, не менее	17	17
Продольная жесткость токоприемника, Н/мм, не менее	12	12
Приведенная масса, кг, не более	39	33

Основой системы измерений создаваемого универсального токоприемника является разработанный в ОмГУПС балочный тензометрический ползун для движения на скоростях до 300 км/ч [4]. Данный ползун предназначен для оценки взаимодействия токоприемника с контактной подвеской в реальных условиях за счет возможности измерения величины контактного нажатия токоприемника, ускорений его плоскопараллельных перемещений и крутильных колебаний, температуры контактных элементов ползуна и снимаемого токоприемником тока.

За основу взят стандартный «евроползун», что позволяет сохранить его массогабаритные параметры, аэродинамическое подобие, места крепления кареток, возможность использования штатных шунтов.

Высокая точность измерений достигается за счет минимизации в измерительной системе сил сухого трения и путем использования на ползуне минимального числа подвижных элементов.

Структурная схема измерительной системы токоприемника представлена на рис. 2.

При движении электроподвижного состава ползун токоприемника взаимодействует с контактной

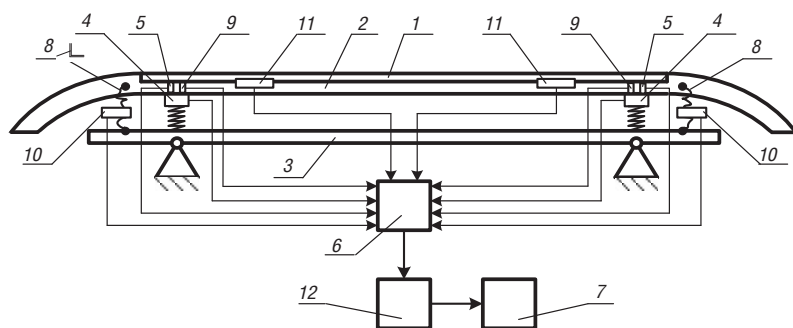


Рис. 2. Структурная схема измерительной системы токоприемника:

1 — контактный элемент; 2 — каркас полоза; 3 — рама токоприемника; 4 — датчики контактного нажатия; 5 — датчики линейных ускорений; 6 — блок регистрации; 7 — блок обработки информации; 8 — шунты; 9 — датчики крутильных колебаний; 10 — датчики тока; 11 — датчики температуры; 12 — оптоволоконный кабель

подвеской. Сила контактного нажатия, возникающая при взаимодействии, передается через контактный элемент 1 и каркас 2 полоза на датчики контактного нажатия 4, расположенные по краям каркаса 2, который закреплен на раме 3 токоприемника. При этом датчики контактного нажатия 4 токоприемника испытывают деформацию сжатия и преобразуют ее в электрический сигнал, поступающий в блок регистрации 6. Также в него поступает информация от датчиков ускорений 5 и 9 для корректировки полученных значений контактного нажатия токоприемника, датчиков температуры нагрева 11 контактных пластин 1, находящихся между ними и каркасом полоза 2 по обе стороны токоприемника, и датчиков тока 10, снимаемого токоприемником, расположенных на шунтах 8 измерительного полоза. Информация от блока реги-

страции 6 поступает через оптоволоконный кабель 12 в блок обработки информации 7.

Для измерения величины контактного нажатия токоприемника используются S-образные тензометрические датчики 4 типа К-Р-16 А, имеющие низкую погрешность и достаточный диапазон измерений.

С помощью двухосевых акселерометров 5 и 9 фирмы ADXL типа JCP-320 REEL определяются ускорения плоскопараллельных (вертикальных, горизонтальных продольных и поперечных) перемещений и крутильных колебаний полоза токоприемника для корректировки показаний с тензометрических датчиков 4. Это обеспечивает получение более точной и достоверной информации о величине контактного нажатия полоза токоприемника с учетом инерционных сил, действующих на него во время дви-

жения электроподвижного состава, особенно на больших скоростях. По сигналу с датчиков ускорений 5 и 9 можно судить о нестандартных режимах работы токоприемника, в частности, об ударах о препятствия на контактной подвеске, неисправности деталей и узлов самого токоприемника, что необходимо для предупреждения и предотвращения аварий.

Температуру нагрева контактных элементов 1 полоза токоприемника позволяют измерять хромель-копелевые датчики температуры (термопары) 11 типа ТХК-0001.

Измерительный тракт включает в себя оптический разделитель среды, позволяющий вести наблюдение за значениями параметров процесса токосъема в реальном времени.

В 2012 году УИТ использовался по заказу ЗАО «Универсал — контактные сети» в ходе исследовательских испытаний на Западно-Сибирской и Октябрьской железных дорогах для подбора параметров токоприемника АИСТ. В результате токоприемник показал себя надежным, точным и универсальным средством получения адекватных данных об основных параметрах токосъема при проведении натуральных испытаний.

В настоящее время ведутся работы по совершенствованию измерительной системы токоприемника, настройке и отладке его элементов и узлов. **ИТ**

Список литературы

1. Сидоров О. А. Совершенствование методов оценки инфраструктуры системы токосъема на скоростных линиях / О. А. Сидоров, А. Н. Смердин и др. // Инновации для транспорта : сб. науч. статей с международным участием в трех частях. Часть 2 / Омский гос. ун-т путей сообщения. — Омск, 2010. — С. 109–113.
2. Павлов В. М. Перспективные методы исследования и оценки параметров систем токосъема при проведении линейных испытаний / В. М. Павлов, А. Н. Смердин, А. С. Голубков и др. // Вестник ВНИИЖТ. — 2008. — № 6. — С. 40–45.
3. ГОСТ Р 54334–211. Токоприемники железнодорожного электроподвижного состава. Общие технические условия.
4. Павлов В. М. Использование измерительных полозов для определения параметров токосъема в ходе линейных испытаний ЭВС «Сапсан» / В. М. Павлов, А. Н. Смердин и др. // Токосъем и тяговое электроснабжение при высокоскоростном движении : сб. науч. тр. ОАО «ВНИИЖТ». — М. : Интекст, 2010. — С. 109–117.



**Валерий Михайлович
Самуйлов**

Valery M. Samuylov



**Нина Константиновна
Шинкаренко**

Nina K. Shinkarenko

Экологическая составляющая в транспортно-инновационной модели кластерной организации Урало-Сибирского региона

Environmental component in the transport innovation model of cluster organization of Ural-Siberian region

Аннотация

С учетом направлений базовой стратегии социально-экономического развития до 2020 года, инкорпорирующей ресурсную и научно-инновационную составляющие, предложена классификация моделей кластерных объединений в регионах России. Раскрыты территориальные особенности интеграции предприятий металлургической промышленности и машиностроения в Урало-Сибирском регионе, что позволяет детерминировать стратегические направления формирования организационно-управленческих объединений и обосновать концептуальные основы кластерной политики региона. Разработан подход, предполагающий возможность оценки результативности применения кластерных технологий в процессе формирования промышленных комплексов на Урале, а также их влияние на социо-эколого-экономическое развитие исследуемого региона.

Ключевые слова: пространственный каркас производственно-экономического сектора, ресурсно-ориентированные ареалы, базовая стратегия, кластерная организация Урало-Сибирского региона, инкорпорирование кластерных технологий в организационно-управленческие объединения.

Abstract

In view of the basic directions of socio-economic development strategy till 2020, incorporating resource and research & innovation components, a classification of cluster association models in the regions of Russia is proposed. Territorial features of integration of companies of steel and engineering industries in Ural-Siberian region are outlined, which allows determining strategic areas of formation of organizational and managerial associations and justify conceptual foundations of cluster policy in the region. An approach is developed, which assumes the possibility to assess the effects of application of cluster technologies in the process of formation of industrial complexes in the Urals, as well as their impact on socio-ecological-economic development of the region under review.

Keywords: spatial frame of production and economic sector, resource-oriented areas, basic strategy, cluster organization of the Ural-Siberian region, incorporation of cluster technology in organizational and managerial associations.

Авторы Authors

Валерий Михайлович Самуйлов, д-р техн. наук, академик РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Нина Константиновна Шинкаренко**, канд. экон. наук, старший преподаватель кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: shinkarenko.nina@mail.ru

Valery M. Samuylov, DSc in Engineering, Academician of the Russian Academy of Transport, Professor of «World Economy and Logistics» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Nina K. Shinkarenko**, PhD in Economics, Senior lecturer of «World Economy and Logistics» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: shinkarenko.nina@mail.ru

Урал занимает уникальное геополитическое положение и является весьма привлекательным для прохождения базовых промышленных грузов. Прокладывание международных транспортных маршрутов, строительство МТК-2 [1, 2], интеграция с МТК «Транссиб» и МТК «Север — Юг» развивают соответствующую транспортную инфраструктуру и способствуют совершенствованию социальной инфраструктуры УрФО.

В состав международных транспортных коридоров (МТК) входят разветвленные железнодорожные магистрали, федеральные автодороги, трубопроводные, энергетические коммуникации, а также линии связи. Функционирование указанных компонентов, помимо позитивного эффекта эмерджентности, влечет и определенную экологическую нагрузку.

Регионы Сибири находятся на разных уровнях экономического развития и вследствие этого имеют дифференцированные возможности реализации стратегического сценария. Подобная картина обусловлена разностью в качестве природных, рекреационных, трудовых ресурсов, степенью развитости рыночной, социальной и, наконец, транспортной инфраструктуры.

В соответствии с уровнем социально-экономического развития можно выделить три группы регионов:

1. Территории с относительно высокой плотностью населения, сравнительно высоким уровнем развития инфраструктуры и освоенности, вполне диверсифицированной экономикой (Новосибирская и Омская области, Алтайский край); ареалы средоточения основного научно-образовательного и аграрного потенциала, перерабатывающие сектора промышленности Сибири.
2. Освоенные ресурсно-ориентированные районы с очаговым характером расселения, относительно высоким уровнем развития, имеющие ярко выраженную специализацию (Иркутская, Кемеровская, Томская, Тюменская области, Красноярский край, Республика Хакасия).
3. Малоосвоенные, дотационные территории с низким уровнем социально-экономического развития (республики Алтай, Бурятия, Тыва, Забайкальский край).

Что касается Свердловской области и областей, объединенных под грифом УрФО, то существующий сегодня износ основных фондов промышленных предприятий этих регионов, ограниченная возможность привлечения инвестиций создают угрозу для сохранения конкурентоспособности региональной экономики и служат

Таблица 1

Основные направления развития моделей кластеров в регионах России

Характеристика модели	География региона	Цель	Направления	Конкретные примеры кластеров
Транспортно-инновационная	Урал	Обеспечение оптимизации положения хозяйствующих субъектов Свердловской области в производственных цепочках создания добавленной стоимости, увеличения локализации финишных производств	Машиностроение, металлургия, горнодобывающая промышленность	Железнодорожный кластер на базе совместного российско-германского предприятия ООО «Уральские локомотивы» (Верхняя Пышма), медный кластер УГМК
Инновационная	Сибирь	Построение производственно-маркетинговой модели, повышающей конкурентоспособность региона	Биотехнологии, медицина, нанотехнологии	Алтайский биофармацевтический кластер «Алтай-Био», Новосибирский биокластер
Промышленная	Поволжье	Участие в тендерах международных групп	Автомобилестроение, машиностроение, авиация	Поволжский автомобильный кластер (Самара), Ульяновский авиационный кластер
Динамическая	Центральный регион	Переориентация промышленности на высокотехнологичные продукты со значительной долей добавленной стоимости	Легкая промышленность	Ивановский текстильный кластер
Реструктуризационная	Юг России	Создание на базе существующего агрокомплекса полного производственного цикла глубокой переработки	Сельское хозяйство и пищевая промышленность	Краснодарский сельскохозяйственный кластер

Таблица 2

Потенциальные региональные кластерные объединения России

Регион	Примеры кластерных образований
г. Москва и Московская обл.	Авиационно-космический, информационно-коммуникационный, микроэлектроники, пищевой, стройиндустрии, кожевенно-обувной, текстильный, транспортно-логистический
г. Санкт-Петербург и Ленинградская обл.	Пищевой, судостроительный, автомобилестроения, фармацевтики, полимерных материалов, приборостроения, производства электробытовой техники
Свердловская обл.	Автомобилестроения, металлургического — «Титановая долина», машиностроения
Оренбургская обл.	Агропромышленный
Пермский край	Сельскохозяйственного машиностроения, химический, нефтехимический, деревоперерабатывающий
Башкирия	Машиностроительный, химический, нефтехимический
Тюменская обл.	Нефтегазовый
Новосибирская обл.	Информационно-коммуникационный, микроэлектроники
Красноярский край	Металлургический, агропромышленный, горнодобывающий

основополагающими предпосылками для развития деятельности кластерных объединений.

В рамках базовой стратегии, включающей основные компоненты — ресурсную, научно-образовательную и инновационную, представляется, что в России может существовать несколько моделей кластерных объединений [3].

В нашем исследовании выведена классификация, основанная на конкретных примерах (табл. 1.).

Формирование транспортно-логистических кластеров на территории Урала кроме решения отраслевых задач способствует многополярному распределению точек роста по территории региона и тем самым обеспечивает равномерность и сбалансированность пространственного развития.

Несмотря на факт широкого признания государственными институтами кластерного подхода, полномасштабному внедрению обозначенной концепции препятствует «зачаточное» состояние малого предпринимательства; только незначительная часть проектов внедрена в жизнь. И сегодня внушительно выглядят лишь сведения о потенциальных кластерных объединениях, представленные на сайте Минэкономразвития Российской Федерации (табл. 2).

Очевидно, что Урало-Сибирский регион имеет административные, финансовые, организационные возможности для реализации кластерной политики; этим и опосредована возможность наложения инновационной модели.

В данном контексте нельзя не отметить результативные примеры системно формирующихся кластеров, развитие которых, по мнению автора, может раскрыть социально-экономический потенциал региона.

Так, проект «Титановая долина», получивший развитие в 2004–2012 гг. (и это важнейший социальный аспект), стал еще и местом альтернативного трудоустройства для жителей Верхней Салды, некогда работавших в ВСМПО-АВИСМА. Сегодня «Титановая долина» обеспечивает мировое лидерство России на рынке титановой продукции в размере 27% совокупного объема.

В основе кластера — вертикальная технологическая цепочка, объединяющая все этапы создания титановой продукции вплоть до выпуска конечных изделий. Наукоемкость и высокая технологичность обеспечиваются в результате тесного взаимодействия производства и инновационной инфраструктуры кластера.

По оценкам экспертов, в результате деятельности особой экономической зоны аэрокосмического назначения «Титановая долина» в период 2007–2015 гг. ожидаются финансовые поступления: в ВРП Свердловской области — 291,2 млрд руб., по строке «отгруженная продукция обрабатывающих производств» — 882,2 млрд руб., в объем инвестиций в основной капитал — 52 млрд руб. [4].

Потенциальные инвесторы серьезно задумались над альтернативой строительства заводов титановых сплавов в Польше, Китае или Корее, где нивелированы дополнительные удорожания на ввоз оборудования в виде пошлин и НДС, которые, в зависимости от вида оборудования, могут увеличить стоимость проекта на 30–40%. Способом «обнуления» допшлюн, то есть введением особого налогового режима, можно преобразовать кластер в глобальный.

«Титановая долина» интересна и как объект российских инвестиций. Для начала строительства нового

цеха металлообработки потребуются существенные вложения в необходимую инфраструктуру: в системы водоснабжения, электросети и т. д.

С развитием российской промышленности происходит дифференциация сфер применения титановой продукции: заказы поступают от авиастроителей, судостроителей и химической промышленности. Титан применяется для строительства блоков АЭС. В то же время уместнее обозначить границы рынка промышленного потребления титана: в него входят атомная промышленность, опреснительные установки, крупные химические предприятия, геотермальные источники энергии и буровые платформы.

Следует сказать и о рынке медицинского титана (протезы, зубные имплантаты): сейчас завоевано около 30 %.

Таким образом, реализация пилотного проекта «Титановая долина» позволит сформировать потенциальную «точку роста» в региональном экономическом пространстве, способствующую повышению конкурентоспособности территории.

Продуцентом «точек роста» можно смело назвать и автомобильную промышленность. Будучи высокотехнологичной, она вовлекает в процесс инноваций сопутствующие отрасли и предприятия.

В настоящее время на территории Европы функционирует около десятка автомобильных кластеров. В последние годы обозначенная тенденция наблюдается в развивающихся странах: от Восточной Европы (например, автомобильные кластеры в Словении и Венгрии) до Китая.

В КНР автокластер возник в провинции Гуандун, вовлекая автосборочные производства, располагаемые японскими компаниями «Тойота», «Ниссан», «Хонда». Настоящий вклад ВРП провинции Гуандун в ВВП Китая составляет 11,5 %, а доля прямых иностранных инвестиций в совокупном объеме — 29 % [5].

Что касается российских регионов, автопромышленный комплекс УрФО, располагая развитой инфраструктурой и одновременно собственной научной базой, а также мощным кадровым потенциалом, базируется на крупнейших предприятиях-гигантах (Уралмаш, Уралхиммаш, турбомоторный завод (Екатеринбург), вагоностроительный завод (Нижний Тагил)).

Воссоединение предприятий обозначенной отрасли в Уральский автомобильный кластер имеет целью развитие в Свердловской области современной индустрии производства автокомпонентов. Базовое кластерное предприятие — ЗАО «Автомобили и моторы Ура-

ла» (г. Новоуральск), заключившее ряд долгосрочных соглашений с передовыми зарубежными компаниями Китая: FAW, Geely, ZX, FOTON.

Основой автомобильного кластера, как и в случае с «Титановой долиной», является вертикальная технологическая цепочка, объединяющая поставщиков автокомпонентов и автосборочное производство.

Инновационная составляющая кластера заключается в функционировании в комплексе академических и отраслевых научно-исследовательских институтов (УрО РАН, Уральский научно-исследовательский технологический институт и пр.), инжиниринговых центров, предприятий, специализирующихся на внедрении инноваций (Уральский оптико-механический завод, завод автомобильных катализаторов ФГПУ «Уральский электрохимический комбинат»).

Кроме интеграции финансовых, институциональных ресурсов (государственная собственность на ресурсы, институциональные возможности) и бизнеса (частно-предпринимательские принципы хозяйствования, инвестиции, инновации) синтез Уральского автомобильного кластера разрешает вопросы социальной подсистемы, в частности, проблемы занятости населения. В планах — обеспечение 30–38 тыс. рабочих мест на базе реализации кластерной программы, что составляет 1,6–1,8 % численности занятых в Свердловской области.

Совместная русско-китайская кластерная парадигма дает возможность выхода на новые показатели качества продукции, сохраняя при этом низкий ценовой интервал, что в совокупности способствует реализации стратегии выхода на глобальный рынок.

Становление кластеров на базе отраслей машиностроительного сектора определено сегодня как базовое направление, прописанное в «Стратегии социально-экономического развития Урала на период до 2020 г.». Согласно обозначенному документу, одной из наиболее эффективных интеграционных инициатив в промышленной системе Свердловской области стал проект формирования кластера железнодорожного машиностроения, инициатором которого в 2005 г. выступило ЗАО «Группа Синара».

Обозначенный кластер сформирован на базе совместного российско-германского предприятия ООО «Уральские локомотивы» (Верхняя Пышма), серийно выпускающего грузовые электровозы постоянного тока с коллекторным тяговым приводом, и ведет работу по созданию грузового магистрального электровоза

с асинхронным тяговым приводом повышенной мощности.

В числе предприятий-партнеров кластера 65 российских промышленных компаний — поставщиков комплектующих, из них 20 — представители Уральского региона (ЗАО «Каменск-Уральский металлургический завод», ОАО «НПК «Уралвагонзавод», ФГУП «НПО автоматики», ОАО «Завод № 9», ОАО «Уральский завод РТИ», ОАО «Карпинский электромашиностроительный завод», ОАО «Вента», НПО «САУТ» и др.).

В поставках комплектующих участвуют также около 12 малых предприятий Свердловской области: ИП Безруков, Бессонов, Миллер, Черных, Черкасова и др. Основной потребитель продукции — ОАО «РЖД».

Фундаментом кластера является сильная компания, прошедшая «испытания на прочность», посылаемые рынком (для Уральского федерального округа, кроме авто- и кластеров железнодорожного машиностроения, — ОАО «Лукойл», ОАО «Трубная металлургическая компания» и т. п.).

ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» — предприятие-гигант, второй по величине производитель меди в России. Холдинг создан в октябре 1999 года вокруг ОАО «Уралэлектромедь», головного предприятия цветной металлургии, в составе ОАО «УГМК», расположенного в городе Верхней Пышме Свердловской области; представительство в Москве.

Ключевые активы холдинга сегодня сосредоточены вокруг металлургического, сырьевого, перерабатывающего, машиностроительного комплексов, угледобычи и комплекса по производству строительных материалов. Основу компании составляет замкнутая технологическая цепочка: от добычи медьсодержащего сырья до производства готовой продукции на ее основе (медная катанка, прокат, кабельно-проводниковые изделия, теплообменники).

Помимо меди, УГМК занимает прочные позиции на рынке цинка, свинца и драгоценных металлов. Управлением ключевыми активами занимается ООО «УГМК-Холдинг», инкорпорирующее более 50 предприятий. При этом география компании, возникшей на Среднем Урале, выходит далеко за пределы региона. Общая численность сотрудников предприятий холдинга — 95 000 человек.

Важнейшие этапы становления холдинга:

- Август 1934 г. Первую медь выдал Пышминский медеелектролитный завод.
- 1975 г. Создание комбината «Уралэлектромедь».
- 1992 г. Преобразование комбината в АО «Уралэлектромедь».
- Октябрь 1999 г. Получено государственное свидетельство о регистрации ОАО «УГМК».
- Конец 2003 г. В состав УГМК входит владикавказский завод «Электроцинк». Компания значительно укрепляет свои позиции на рынке цинка

и свинца и превращается в полиметаллический холдинг.

- 2007 г. Создается ООО «УГМК-ОЦМ» — управляющая компания для предприятий по обработке цветных металлов.

В самостоятельные бизнес-единицы в холдинговой структуре УГМК на сегодняшний день выделились предприятия черной металлургии, строительства и сельского хозяйства. В связи с этим, важным направлением корпоративного развития стало создание субхолдингов.

В качестве примера приведем ООО «УГМК-Сталь», созданное в целях эффективного управления активами в черной металлургии. Для управления кабельными активами недавно была создана компания ООО «Холдинг Кабельный Альянс».

Исторически сложилось так, что развитие российской металлургии в целом и каждого отдельно взятого предприятия ОАО «УГМК» происходило по принципу «завод-город». Производственная, транспортная, социальная инфраструктура, по сути, возникла вокруг градообразующего предприятия, от деятельности которого зависел уровень развития всей территории. И сегодня инфраструктурный онтогенез территорий требует значительных средств от предприятий УГМК, большинство которых являются градоформирующими.

Социо-эколого-экономическую систему, возникшую вокруг Уральской горно-металлургической компании, можно представить как сбалансированный механизм, противоречия в котором исключаются. На развитие таких систем во многом оказывают влияние экономические и социальные факторы, которые, хотя и являются определяющими, зачастую конфликтуют между собой (рис. 1).

Как системы, биогеоценотические сообщества многомерны и неоднородны, и определить их границы можно только с позиции влияния антропогенного фактора.

Отличительной особенностью изучаемого объекта исследования является то, что его комплексная оценка возможна лишь с применением многоаспектного подхода, предполагающего исследование влияния таких факторов, как социальное развитие территорий, природно-климатические особенности, производственные особенности территорий, характеристики, состав и структура населения, уровень его жизни, демографическое положение и т. д.

В современный период региональные аспекты экологической безопасности населения остаются наименее разработанными. Если вести речь о деятельности Уральской горно-металлургической компании, негативное изменение окружающей среды в результате загрязнения, влекущее за собой деградацию естественных экологических систем, наблюдается одновременно в нескольких регионах РФ. Приведем примеры.

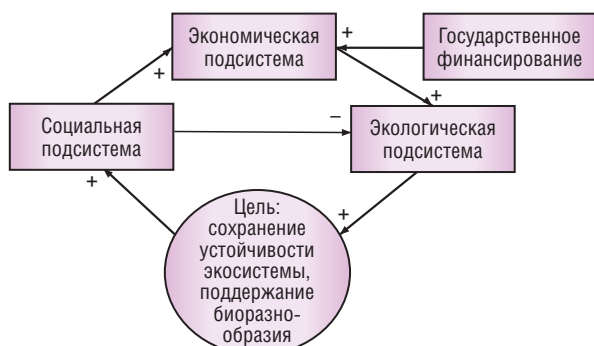


Рис. 1. Общая схема сохранения устойчивой экосистемы

Южный Урал

Мониторинг качества воды в уральских реках Карагайлы и Худолаз свидетельствует о многократном превышении содержания предельно допустимых норм тяжелых металлов, сульфатов. Оба водных объекта находятся в районе сливных сооружений предприятий УГМК — Сибайского филиала ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» (УГОК) и ОАО «Башкирский медно-серный комбинат» (МСК).

Владикавказ

Устаревшее оборудование сернокислотного цеха завода «Электроцинк» приводит к выбросам в атмосферу сернистого и серного газа, что существенно вредит здоровью жителей Владикавказа. С 5 октября 2009 года завод «Электроцинк» неоднократно осуществляет аварийные сверхлимитные выбросы вредных веществ в атмосферу.

По данным Северо-Осетинской агрохимлаборатории и «Севосгеологоразведки», почвы в пределах Владикавказа загрязнены тяжелыми металлами, характерными для выбросов ОАО «Электроцинк» и ОАО «Победит». В среднем километровой радиусе от предприятия суммарный показатель загрязнения по восьми видам тяжелых металлов составляет более 400 мг/кг, что соответствует категории чрезвычайно опасного загрязнения.

Таким образом, результатом интеграционной политики, а конкретно кластеризации, становится одна из наиболее ярких отличительных черт экономического развития конца XX — начала XXI веков — нарастающий конфликт интересов эффективного хозяйствования и соблюдения экологических норм, позволяющих обеспечить экологическую безопасность населения.

Для разрешения этого конфликта необходим всесторонний анализ взаимодействия факторов общественного эволюционирования. В основе принципов гармоничного социально-эколого-экономического развития лежит создание эффективного механизма адекватного учета экологического ущерба здоровью населения, способствующего интернализации экстерналий.

Учитывая факт поляризации пространственного онтогенеза любой территории, следует принять, что в любом однородном ареале неизбежно выделение полюсов роста, эпицентров экономического развития (конкретный случай — территории Урала и Сибири).

Мезоэкономический подход к стратегии функционирования экономического пространства региона в целом требует обоснования принципов выделения комплекса (сети) полюсов развития, в том числе вне столичного города.

В современном пространственном формировании государства кроме Москвы и Санкт-Петербурга целесообразно выделить другие города (например, Новосибирск, Екатеринбург), способные стать новыми узловыми точками в перемещении людей, товаров, капитала и информации. А перспективой Уральского региона, итогом реализации национальной инновационной политики станет новая четырехслойная структура видов промышленной деятельности.

Первое звено — добыча и первичная переработка полезных ископаемых. Второе — тяжелая индустрия, для которой характерно материал- и трудоемкое производство, связанное с высокой нагрузкой на экологию, поэтому экономическое пространство ее действия будет несколько сокращаться.

Наиболее динамично будут развиваться две другие группы промышленной деятельности: материальное производство, базирующееся на hi-tech, и отрасль так называемых «мягких» технологий, интегрирующая консалтинг, образование, разработку программного обеспечения и пр. Подобный вариант способствует сохранению промышленной ориентации Урала.

Результирующий этап кластеризации включает в себя мониторинг и оценку эффективности использования интеграционных технологий организации и управления в промышленности. К сожалению, на сегодняшний момент критерии оценки эффективности использования обозначенных технологий находятся в стадии разработки.

Исходя из вышеизложенного, сформулирован подход, позволяющий комплексно оценить характер воздействия кластеризации, учитывающий уровень социально-экономического и экологического состояния региона, степень реализации природно-ресурсного потенциала обозначенных территорий; способствующий выявлению прогрессивных производств опережающего развития и, наконец, ориентирующий социально-экономические системы региона на функционирование в нормах единого экономического, информационного пространства и государственной целостности.

Данный подход (по аналогии с Коббом — Дугласом), хотя и не идеален, все же послужит в дальнейшем «трамплином» к разработке основной экономико-математической модели — модели кластерной структуры организации промышленности Урало-Сибирского региона.

Итак, темп прироста регионального производства под воздействием кластерных технологий определяется по следующей формуле:

$$\begin{aligned} \text{Трег. пр.} &= T' \text{пр.} (A + B + C + D) = \\ &= T_{\text{пр.}A} \cdot K_A + T_{\text{пр.}B} \cdot K_B + T_{\text{пр.}C} \cdot K_C + T_{\text{пр.}D} \cdot K_D, \end{aligned} \quad (1)$$

где $T_{\text{пр.}A, B, C, D}$ — темп прироста отраслевого производства под воздействием кластерных технологий в масштабе экономики региона (например, кластер титановой продукции, медный либо кластер железнодорожного машиностроения); $K_{A, B, C, D}$ — коэффициенты, характеризующие удельный вес продукции кластеризованной отрасли в совокупном продукте региона.

Предлагаемый подход демонстрирует необходимость учета тенденции трансформации, которую вносит кластеризация, представляет целенаправленное воздействие на эндогенные параметры, определяющие по-

ведение основных участников и направления развития социо-эколого-экономических систем на микроуровне.

Таким образом, оценка эффективности развития интеграционных структур на базе кластерных технологий может полагаться на количественное определение возникающего в результате эмерджентного эффекта, под которым понимается итог, вызванный скоординированным в пространстве и времени действием разнородных по природе механизмов, приводящих к качественным изменениям в системе.

Количественная оценка синергетического эффекта может определяться также, исходя из стоимостных показателей деятельности предприятий — участников кластера, а именно при оценке стоимости компаний, так как суммарная прибыль предприятий кластера является следствием распространения ноу-хау внутри кластера, развития сопутствующих компаний, стимулирования конкуренции между предприятиями инновационного кластера. **ИТ**

Список литературы

1. Галкин А. Г., Самуйлов В. М., Кошкарлов В. Е., Киселев С. А. Развитие международного автотранспортного коридора на территории Свердловской области в системе модернизации транспортной инфраструктуры Урала // Инновационный транспорт. — 2012. — № 2 (3). — С. 23–24.
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.
3. Ленчук Е. Б., Власкин Г. А. Кластерный подход в стратегии инновационного развития России. — URL: <http://institutiones.com/strategies/1928-klasternyj-podxod-v-strategii-innovacionnogo-razvitiya-zarubezhnyx-stran.html> (дата обращения: 11.03.2013).
4. URL: <http://www.titanium-valley.com> // (дата обращения: 23.03.2013).
5. «Газета.Ru». Интернет-ресурс. — URL: <http://www.gazeta.ru> (дата обращения: 23.03.2013).



**Дмитрий Германович
Неволин**

Dmitry G. Nevolin

6-й Международный симпозиум железнодорожных вузов Европы и Азии и очередное заседание общего собрания членов Международной ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона

6th International Symposium of railway universities of Europe and Asia and regular General Meeting of members of the International Association of Transport Universities of Asia-Pacific countries

Аннотация

Представлена информация о 6-м Международном симпозиуме железнодорожных вузов Европы и Азии и очередном заседании общего собрания членов Международной ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона в Сеуле (Республика Корея), 10–12 апреля 2013 года.

Ключевые слова: Международный симпозиум железнодорожных вузов Европы и Азии, Международная ассоциация транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Abstract

Information is provided on the 6th International Symposium of railway universities of Europe and Asia, and on the regular General Meeting of members of International Association of Transport Universities of Asia-Pacific countries in Seoul (Republic of Korea), 10–12 April 2013.

Keywords: International Symposium of railway universities of Europe and Asia, International Association of Transport Universities of Asia-Pacific countries.

Авторы Authors

Дмитрий Германович Неволин, д-р техн. наук, академик Российской академии транспорта, заведующий кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», профессор кафедры «Информационные технологии и защита информации» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург.

Dmitry G. Nevolin, DSc in Engineering, Academician of the Russian Academy of Transport, Head of «Design and Operation of Cars» chair, Professor of «Information Technology and Data Protection» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg.

С 10 по 12 апреля 2013 года на базе Корейского национального университета транспорта (Сеул, Республика Корея) проходил 6-й Международный симпозиум железнодорожных вузов Европы и Азии. В работе симпозиума приняли участие делегации России, Кореи, КНР, Монголии, Узбекистана, Украины. Был представлен довольно обширный состав железнодорожных вузов (всего 12): Уральский государственный университет путей сообщения, Сибирский государственный университет путей сообщения, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Иркутский государственный университет путей сообщения, Омский государственный университет путей сообщения, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, Даляньский транспортный университет (КНР), Нанкинский институт железнодорожных технологий (КНР), Пекинский транспортный университет, Корейский национальный университет транспорта, Монгольский железнодорожный институт.

Первый день симпозиума

Первый день проходил в кампусе университета в городе Чунжу — в 120 км от Сеула, где располагаются основные учебные корпуса Корейского национального транспортного университета (КНТУ). Первая половина дня была чисто протокольной. На торжественном от-



Приветственное слово президента Корейского национального транспортного университета Джанга Биянгджоба

крытии симпозиума с приветственным словом выступил президент Корейского национального транспортного университета Джанг Биянгджоб. Участники подписали пять соглашений, обменялись сувенирами (обязательная атрибутика азиатских симпозиумов) и сфотографировались на память.

После обеденного перерыва была проведена экскурсия по кампусу университета и продемонстрированы самые последние инновации в сфере преподавания и науки. Особой гордостью университета является только что введенная в эксплуатацию 11-этажная электронная библиотека, которая была открыта за несколько дней до симпозиума. Это сооружение является действительно инновационным прорывом XXI века в сфере образования,



Члены делегации УрГУПС и Корейского национального университета транспорта после подписания соглашения о сотрудничестве

поскольку ничего подобного нам еще не приходилось видеть в действительности. Здесь представлены все самые современные информационные технологии. Особенно запомнилась система электронной очереди в библиотеку, функционал и оборудование которой просто уникальны.

Библиотека работает и в выходные дни, и в вечернее время. Были показаны библиотечные сканеры про-



Вход в здание библиотеки



Библиотечное оборудование



Зал для занятий в библиотеке

изводительностью до нескольких тысяч страниц за смену, стиральная машина для старых и загрязненных книг (термин официальный), огромное количество интерактивных информационных табло, студия звукозаписи, лингафонные кабинеты, несколько видеостудий, единый информационный центр управления. Все это способствует интегрированию в мировое библиотечное пространство и осуществлению связей с ведущими мировыми научными лабораториями.

В соседнем здании нас познакомили с методикой преподавания летных специальностей. Подготовка стюардесс для национальных и международных авиакомпаний ведется в учебном классе, оформленном в виде полноразмерного крупнофюзеляжного авиалайнера. Производственная практика проходит на летных предприятиях, в том числе и подготовка летчиков-пилотов для гражданской и военной авиации. Дело в том, что в Корее подготовка военных летчиков осуществляется в гражданских университетах. Студенты гражданских летных специальностей и военных носят разную форму. Приятно отметить, что обучение на все специальности, включая военные, проходят и девушки.

Президент Корейского национального транспортного университета Джанг Биянгджиб подробно рассказал о 100-летней истории своего вуза, который является единственным транспортным учебным заведением в Республике Корея. Студенты-железнодорожники обучаются на факультете строительства и транспорта и на железнодорожном факультете. Подготовка авиационных специальностей проводится на факультете социальных наук.

Завершился первый день симпозиума общим собранием членов Международной ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона (МАТУ АТР), президентом которой является ректор ДВГУПС профессор Б. Е. Дынькин. По хорошей установившейся традиции общее собрание и симпозиум открывали два президента: президент МАТУ АТР профессор Б. Е. Дынькин и президент Корейского национального транспортного университета Джанг Биянгджиб.

На повестке дня общего собрания МАТУ АТР стояло три вопроса: утверждение постоянно действующих комитетов ассоциации и ответственных координаторов комитетов, создание Сетевого университета транспорта и логистики стран Азиатско-Тихоокеанского региона при МАТУ АТР, принятие новых членов в ассоциацию.

Для успешной работы ответственными координаторами комитетов при МАТУ АТР были избраны следующие вузы: комитет по образовательной и научной деятельности — Дальневосточный государственный университет путей сообщения (Россия); комитет по высокоскоростному движению — Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта (Украина); комитет по геотехническим исследованиям — Иркутский государственный университет путей сообщения (Рос-



Учебный класс подготовки стюардесс



Тренажерный класс подготовки пилотов

сия). Координатор комитета по логистике и развитию евроазиатских транспортных коридоров будет установлен в рабочем порядке. Было принято решение создать новый постоянно действующий комитет при МАТУ АТР по энергосбережению и энергоэффективности. Ответственным координатором комитета назначили Омский государственный университет путей сообщения.

Главная задача комитетов — объединение научного и образовательного потенциала членов ассоциации, имеющих опыт и ведущих работу по конкретным направлениям, а также вузов, заинтересованных в участии в разработке направлений и проектов сотрудничества в области науки, образования, в обмене опытом, организации совместных научных исследований, семинаров, симпозиумов, курсов повышения квалификации, тренингов, в совместной разработке и производственной реализации проектов.

Было подписано соглашение о партнерстве в рамках сетевого университета, рассмотрены предложения по реализации образовательных программ. Актуальным остается вопрос формирования единого образовательного пространства вузов — участников Международной ассоциации транспортных вузов стран АТР.

В члены МАТУ АТР на этом собрании приняты следующие вузы: Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта (Украина), Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (Узбекистан), Донецкий институт железнодорожного транспорта (Украина) и Казахский университет путей сообщения (Казахстан).

Второй день симпозиума

Второй день симпозиума включал в себя пленарное и секционное заседания.

Участники симпозиума отметили высокий уровень присутствия: в пленарном заседании приняли участие

главы всех основных правительственных ведомств Республики Корея, что позволило эффективно обсудить самые актуальные проблемы. На открытии с речами выступили заместитель министра образования Республики Корея Сын Иль На, заместитель министра земель, инфраструктуры и транспорта Республики Корея Хен Ку Е, председатель национального собрания Республики Корея по образованию, спорту и культуре Хак Ен Шин, председатель Корейского совета по высшему образованию Сео Сук Су, а также заместитель министра транспорта РФ А. С. Цыденов, ректор ДВГУПС, президент МАТУ АТР Б. Е. Дынькин

По мнению Б. Е. Дынькина, современные вузы решают сегодня не только свои образовательные задачи, но и задачи государственного уровня. Одна из таких задач — выполнение исследований для различных ведомств. Представители науки и власти сегодня не могут не взаимодействовать, ведь решение транспортных проблем помогает прояснить множество других вопросов экономики.

Большинство представленных секционных докладов были посвящены проблемам международного сотрудничества в сфере образования и состоянию транспортных коридоров из Азии в Европу и из Европы в Азию. Участники симпозиума верят в то, что объединение двух



На пленарном заседании



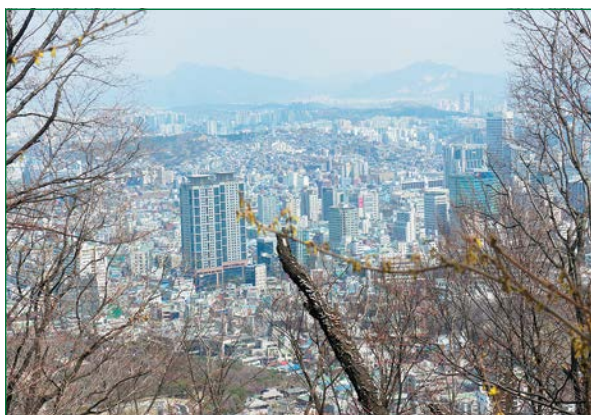
Концерт корейских артистов

Корей — Северной и Южной — произойдет именно благодаря строительству железнодорожного пути между государствами, что позволит повысить потенциал данных стран и способствовать международной интеграции.

По завершении работы симпозиума принимающая сторона дала великолепный праздничный концерт. Порадовало, что большинство художественных номеров были подготовлены не только профессиональными артистами, но и студентами Корейского национального транспортного университета.

Третий день симпозиума

Третий день симпозиума включал в себя технический тур в г. Пусан, расположенный на юге страны, примерно в 500 км от Сеула. Было организовано посещение завода-депо по производству высокоскоростных поездов компании Hyundai Rotem, которая занимает 4-е место в мировом рейтинге предприятий, выпускающих высокоскоростные поезда. Предприятие является единственным в мире, производящим одновременно двигатели, системы контроля и системы сигнализации для поездов. Преимущества скоростного движения позволили участ-



Вид Сеула с телебашни



Выступление студентов

никам тура в 9 утра отправиться в путешествие в Пусан и уже в полночь вернуться обратно в Сеул.

Несмотря на то что повестка дня симпозиума была очень насыщенной, нашлось время и на знакомство с Сеулом, его достопримечательностями и историей. Сеул, с населением 11 млн жителей без пригородов, входит в десятку крупнейших городов мира. Участники симпозиума посетили исторический комплекс — Дворец императора, поражающий своим великолепием и красотой архитектуры, и Сеульскую телевизионную башню со смотровой площадкой на верхнем этаже, которая позволяет увидеть Сеул с высоты птичьего полета и оценить масштабы города.

Интересное наблюдение: городской автобусный транспорт в Сеуле беспрепятственно движется по специальной выделенной полосе и замедляется только на перекрестках со светофорами, несмотря на огромные пробки на других полосах движения.

Итоги симпозиума

Главный итог завершившегося симпозиума — дальнейшее сближение взглядов железнодорожных универ-



Крупнейшая улица Сеула — проспект Сечжонно



Здание Дворца Кёнбоккун

ситетов в сфере образования и науки, расширение международного сотрудничества и укрепление позиций в принятии взаимных решений.

Следующий Международный симпозиум железнодорожных университетов Европы и Азии, а также очередное заседание членов МАТУ АТР планируется провести в Даляньском транспортном университете (КНР) в 2014 году.

В заключение от имени участников и гостей симпозиума хотелось бы поблагодарить всех коллег, которые приняли участие в подготовке мероприятий, и лично президента Корейского национального транспортного университета Джанга Биянгджима за гостеприимство, внимание, профессионализм, за содействие в расширении и укреплении международного сотрудничества транспортных вузов. **ИТ**

Список литературы

1. Журавская М. А. IV Международный симпозиум Ассоциации железнодорожных университетов и организаций Европы и Азии // Инновационный транспорт. — 2011. — № 1 (1). — С. 43–47.
2. Неволин Д. Г. 5-й Международный симпозиум железнодорожных вузов Европы и Азии и очередное заседание общего собрания членов Международной ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона // Инновационный транспорт. — 2012. — № 3 (4). — С. 40–46.



**Евгений Алексеевич
Мальгин**
Evgeny A. Malygin

Дорожная карта международного сотрудничества УрГУПС

International cooperation roadmap of USURT

Аннотация

В статье освещены проблемы и этапы развития международного сотрудничества УрГУПС, раскрыты основные элементы совершенствования качества подготовки инженерных кадров для железных дорог.

Ключевые слова: дорожная карта транспортного университета, международное сотрудничество, качество подготовки студентов, транспортное образование, программа академического обмена, транспортная безопасность.

Abstract

The paper highlights the challenges and stages of development of international cooperation of USURT; key elements for improving the quality of training of railway engineers are given.

Keywords: transport university road map, international cooperation, quality of students training, transport education, academic exchange program, transport safety.

Авторы Authors

Евгений Алексеевич Мальгин, канд. техн. наук, профессор, проректор по учебной работе Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Evgeny A. Malygin, PhD in Engineering, Professor, Vice Rector for Academic Affairs of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Уральский государственный университет путей сообщения — крупный региональный транспортный университет, подразделения которого размещены в центрах пяти областей Уральского федерального округа и Пермского края, в двух частях света (в Европе и Азии) (рис. 1).

Университет готовит специалистов для различных видов транспорта, но главными нашими партнерами всегда были и остаются предприятия российских железных дорог. Именно они определяют направления развития подготовки специалистов.

Основными элементами совершенствования качества подготовки инженерных кадров для железных дорог с учетом их инновационного развития, по нашему мнению, являются:

- опережающая подготовка специалистов и кадров массовых специальностей по новой технике, технологии и организации работы транспортного комплекса;
- развитие системы государственно-частного партнерства в реформировании учебно-материальной базы образовательных учреждений, участвующих в кадровом обеспечении предприятий железнодорожного транспорта;
- переход на профессиональные стандарты в подготовке специалистов на основе компетентностного принципа их построения;
- создание комплексной системы подготовки кадров по обеспечению безопасности движения;
- переход на многоуровневую систему подготовки кадров;
- развитие научных исследований по проблемам развития технического и кадрового обеспечения железнодорожного транспорта;
- создание и развитие системы обеспечения качества подготовки кадров на основе инновационного менеджмента, оценки эффективности процессов и их сертификации;



Рис. 1. Территориальная структура университетского комплекса

- участие университета в системе международных рейтингов вузов.

В 2012 г. УрГУПС вошел в сотню лучших вузов России, и участие в международных рейтингах мы рассматриваем как элемент признания и расширения международного сотрудничества университета в образовательной и научной деятельности.

Широко используемый в настоящее время термин «транспортная карта» определяет этапы и их продолжительность в решении сложных задач. Применяя этот термин для решения задачи развития международной академической мобильности студентов транспортных вузов, входящих в Ассоциацию транспортных вузов Азии и Европы, можно сформулировать поэтапное решение имеющихся проблем:

1. К 2015 г. — сформировать устойчивые культурные связи транспортных вузов и обмен группами студентов инженерных специальностей в целях знакомства с образовательным процессом университета. В нашем вузе более 10 лет действует студенческое объединение европейских инженерных вузов (BEST), что

позволило отработать технологию данного вида сотрудничества. Одновременно в этот же период можно провести анализ соответствия наших учебных планов и планов партнеров на предмет взаимного признания этих планов в объеме до одного семестра. Также возможен культурно-образовательный обмен студентами с освоением вариативной дисциплины объемом 1–2 кредита, продолжительностью 1–2 недели.

2. К 2016 г. — подготовить условия для академического обмена студентами, обучающимися по программам подготовки магистров по техническим или экономическим специальностям (транспортная логистика).

Академический обмен в этот период может предусматривать изучение технических дисциплин в объеме до 10 кредитов (4–6 недель), а в последующий период возможно обучение до одного семестра (до 30 кредитов).

3. К 2017 г. — определить направления научного обмена молодыми учеными транспортных вузов.

4. К 2018 г. — выйти на уровень защиты двух дипломов в вузах России и наших зарубежных партнеров.



Рис. 2. Комплекс факторов, определяющих безопасность транспортных процессов

Опыт данной работы у нашего университета имеется. По программе TEMPUS в 2006–2008 гг. по специальности «Мехатроника» были «состыкованы» учебные планы УрГУПС и Технического университета г. Дрездена (Германия), состоялись защиты выпускных работ студентов нашего университета в вузе-партнере, а сейчас бывший студент

уже защитил диссертацию (PhD) и преподает в нашем университете.

В университете освоена технология вариативного формирования образовательных программ, которая позволяет студентам разрабатывать индивидуальные образовательные траектории в рамках широкого спектра программного поля. В настоящее время в вузе преподается почти ты-

сяча учебных дисциплин для 30 направлений подготовки по 60 профилям и специализациям. Индивидуализация образовательных программ студентов обеспечивает максимальную ориентацию на потребности конкретного предприятия.

Одной из программ совместной образовательной деятельности транспортных вузов можно считать подготовку специалистов по вопросам транспортной безопасности. Мы видим эту работу как комплекс трех взаимосвязанных компонентов (факторов) (рис. 2): от технических до природных (эффективно управлять которыми мы пока не умеем).

Наиболее управляемым обособленно считается человеческий фактор, как самый оперативный по влиянию на результат и финансово эффективный способ решения поставленной задачи.

Технические средства обеспечивают безопасность за счет концептуальных и конструктивных принципов их построения, а также за счет снижения влияния человеческого фактора, устранение которого в полном объеме пока не представляется возможным.

Представленная схема определяет направления работы университета по подготовке кадров, обеспечивающих безопасность транспортных процессов, по научным исследованиям коллективов ученых транспортных вузов. **ИТ**



**Вадим Юрьевич
Пермикин**
Vadim Y. Permikin



**Виталий Сергеевич
Колокольников**
Vitaly S. Kolokolnikov

Активизация динамических резервов в транспортном узле за счет гибкого взаимодействия

Activation of dynamic reserves in transport hub through flexible interaction

Аннотация

В статье предлагается снизить необходимые резервы станционных устройств в транспортном узле за счет организации гибкого взаимодействия станций. Исследована природа и механизм возникновения в этом случае динамических резервов, которые по функции заменяют фактические (статические).

Ключевые слова: поток, станция, взаимодействие, динамические резервы, статические резервы.

Abstract

The paper proposes to reduce the necessary reserves of station devices in transport hub through the organization of flexible interaction between stations. The nature and mechanism of dynamic reserves appearing in this case is examined, which replace the actual (static) reserves in functions.

Keywords: flow, station, interaction, dynamic reserves, static reserves.

Авторы Authors

Вадим Юрьевич Пермикин, канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: vprtm@mail.ru | **Виталий Сергеевич Колокольников**, аспирант, ассистент кафедры «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: kolokvital@gmail.ru

Vadim Y. Permikin, PhD in Engineering, Associate Professor of «Management of Exploitation Work» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: vprtm@mail.ru | **Vitaly S. Kolokolnikov**, Postgraduate student, Assistant of «Management of Exploitation Work» chair, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: kolokvital@gmail.ru

Взаимодействие станций в узле будет осуществляться с системных позиций. Если взаимодействие гибкое адаптивное, то в этом процессе возникает новая система из сортировочной и терминальной станций совместно. Известно, что при системном взаимодействии появляются так называемые динамические резервы [1], которые заменяют по функции фактические резервы путей и вагонов. Исследовано 4 типа динамических резервов.

1. Динамические резервы I рода DR_I возникают при гибком, управляемом взаимодействии однородных потоков (развоз однородного груза по фронтам или обеспечение их однородным порожняком). При этом могут колебаться и входящие потоки $u(t)$, и ритмы потребления или производства $Q(t)$.

Допустим, в некоторый момент потребление возросло, а поток остался прежним (рис. 1). Тогда дополнительное потребление обеспечивается из запаса, то есть необходим статический резерв R (рис. 1, а). Тогда

$$Q(t) = u(t) + q(t), \quad (1)$$

где $q(t)$ — дополнительное потребление из запаса.

Если же за счет управления увеличить входящий поток на $q(t)$, то надобность в статическом резерве отпадает (рис. 1, б). Его заменяет динамический резерв DR_I . По сути, динамический резерв равен разности статических без управления и при управлении, при обеспечении той же надежности обслуживания:

$$DR_I = R - \tilde{R}_I, \quad (2)$$

где \tilde{R}_I — статические резервы при управлении однородными потоками.

Колебания потребности на разных фронтах, как правило, не совпадают полностью по знаку. Значит, с некоторой вероятностью возникает ситуация, когда уменьшилось потребление на одном фронте и увеличилось на другом. При перераспределении потоков и возникает эффект динамических резервов I рода. При этом, естественно, они только уменьшают статические резервы, а не упраздняют их полностью (рис. 1, в). Природу динамических резервов I рода определяет выражение

$$\begin{aligned} & \left(\sum_i \sum_t ((u_i(t) - Q_i(t)) >> 0) \wedge (u_i(t) = \text{const}) \right) \vee \\ & \vee \left(\sum_i \sum_t ((Q_i(t) - u_i(t)) >> 0) \wedge (Q_i(t) = \text{const}) \right) \vee \\ & \vee \left(\sum_i \sum_t (|Q_i(t) - u_i(t)| >> 0) \wedge \right. \\ & \left. \wedge (u_i(t) \neq \text{const}, Q_i(t) \neq \text{const}) \Rightarrow \right. \\ & \left. \Rightarrow (R - \tilde{R}_I = DR_I). \right. \end{aligned} \quad (3)$$

То есть они возникают за счет адаптивно управляемых потоков при всех трех вариантах несовпадения вхо-

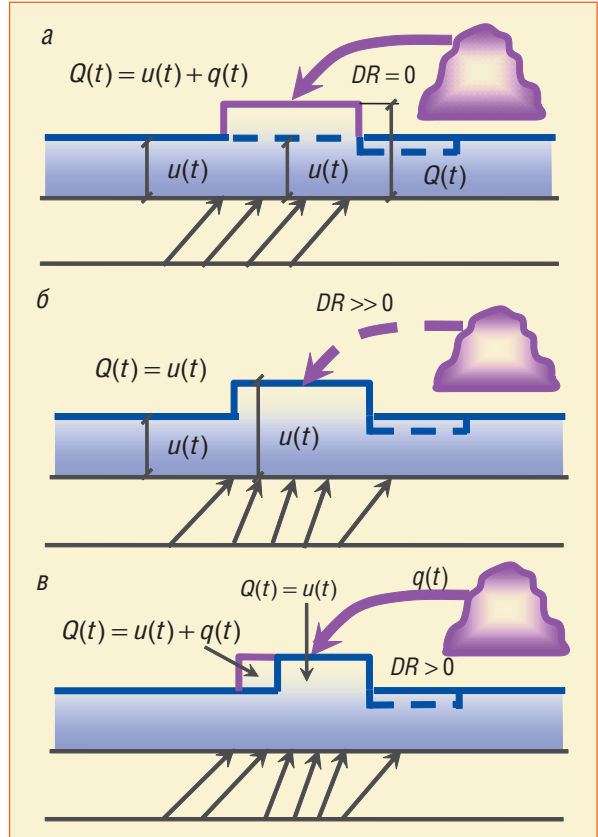


Рис. 1. Природа статических и динамических резервов

дящих потоков и потребления за рассматриваемый период.

2. Динамические резервы II рода DR_{II} возникают при гибком взаимодействии разнородных потоков за счет ускорения и замедления отдельных струй. В технологической цепочке «сортировочная станция (СС) — терминальная станция (ТС)» (СС — ТС) с потоком осуществляется ряд процессов: осмотр в предгорочном парке СС, расформирование, накопление, формирование, отправление состава на ТС, подформирование, подача на фронт. Если в этой последовательности одной струе придать приоритет, то она ускорится, при этом другие замедлятся, и загрузка терминалов улучшится (рис. 2).

Допустим, на одном фронте потребность увеличилась, а на другом уменьшилась. При этом струи не взаимозаменяемые. Если нет управления, то вступает в действие статический резерв (рис. 3, а). Если в первом случае за счет ускорения поток увеличивается, а во втором из-за замедления струи уменьшается, то при полном совпадении статический резерв в процессе не участвует, его заменил динамический DR_{II} (рис. 3, б).

Естественно, в жизни стопроцентного совпадения быть не может. Но если случайные колебания струй потока и в потреблении значительны, то с достаточной вероятностью колебания с разным знаком на различных

терминалах будут совпадать. И появляется основа для активизации резервов DR_{II} . То есть

$$((v_n \gg 0) \wedge (v_k \gg 0)) \wedge \wedge (p(S(t)) \equiv p(S_1(t), S_2(t) \geq \bar{p}) \Rightarrow (R - \tilde{R}_{II} = DR_{II})), \quad (4)$$

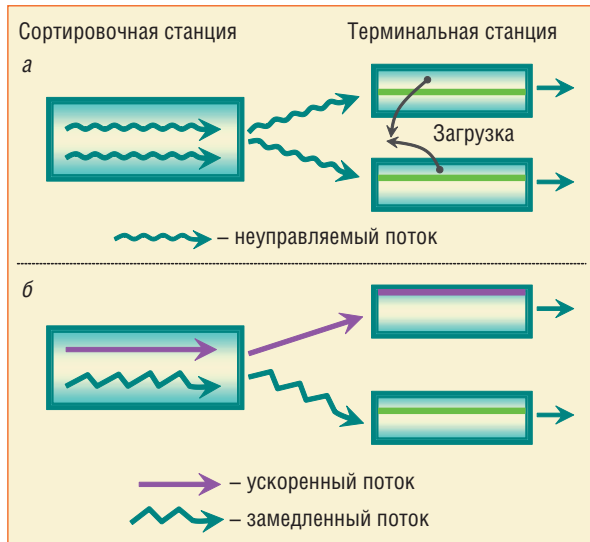


Рис. 2. Технологическая основа резерва DR_{II}

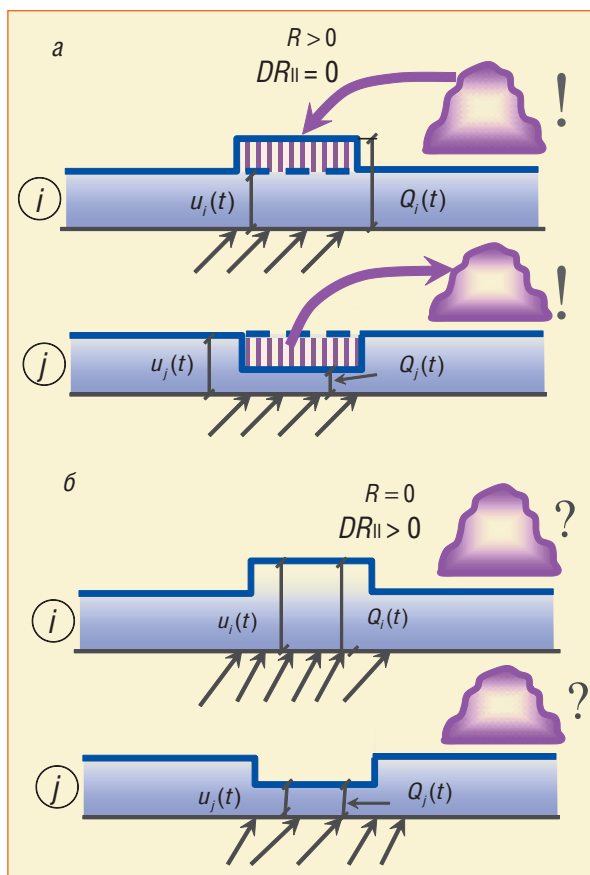


Рис. 3. Природа статических и динамических резервов DR_{II}

где v_n — коэффициент вариации потока; v_k — коэффициент вариации канала (обслуживания), $S(t)$ — ситуация; p — вероятность возникновения ситуации.

При этом

$$\begin{aligned} S_1(t) &\equiv (u_i(t) - Q_i(t)) \gg 0, \\ S_2(t) &\equiv (Q_j(t) - u_j(t)) \gg 0. \end{aligned} \quad (5)$$

3. Динамические резервы III рода DR_{III} возникают при активном взаимодействии производства с транспортом. Если транспорт исчерпал свои адаптивные возможности, то остающийся диссонанс в ритмах подвода потоков и потреблений можно осуществить за счет корректировки собственно потребления. Есть случаи, когда это можно выполнить довольно безболезненно, тем самым уменьшая необходимость в статических резервах. Таким образом, активно управляемое потребление сближает свои ритмы с ритмами потока:

$$\begin{aligned} \sum_i \sum_t |\tilde{Q}_i(t) - u_i(t)| &\ll \sum_i \sum_t |Q_i(t) - u_i(t)| \Rightarrow \\ &\Rightarrow (R - \tilde{R}_{III} = DR_{III}), \end{aligned} \quad (6)$$

где \tilde{Q}_i , Q_i — соответственно управляемое и неуправляемое потребление.

В исследовании эти резервы рассматриваться не будут.

4. Динамические резервы IV рода DR_{IV} возникают при гибком взаимодействии потока и структуры. Структура сети адаптируется к структуре потока. Пропускная способность каналов и емкость бункеров (резервных путей) функционально изменяется технологическими мерами. Например, переброска локомотива из системы расформирования в систему окончания формирования уменьшает пропускную способность канала в первом случае и увеличивает во втором. Величины увеличения и уменьшения могут не совпадать (рис. 4), необходимо вводить коэффициент преобразования γ :

$$\Delta U_2 = \gamma \Delta U_1, \quad (7)$$

где $\Delta U_2 = \gamma \Delta U_1$ — величина уменьшения пропускной способности первого канала; ΔU_2 — величина увеличения пропускной способности второго канала.

Во взаимодействии сортировочной и терминальной станций динамические резервы IV рода могут проявляться и иначе. Допустим, на терминальной станции три грузовых фронта, значит, поток разбивается на три струи (рис. 5). В обычных условиях подборка вагонов осуществляется здесь (рис. 5, а). Но возникает ситуация, когда это трудно осуществить. Если перенести подборку с терминальной станции на сортировочную (рис. 5, б), то загрузка канала на сортировочной

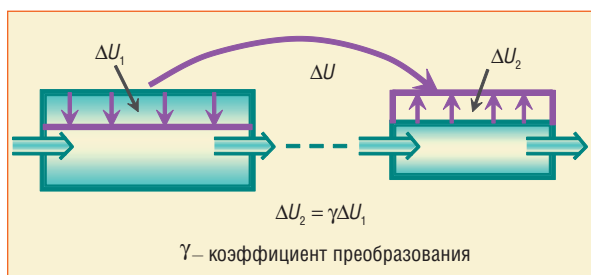


Рис. 4. Реализация резерва DR_{IV}

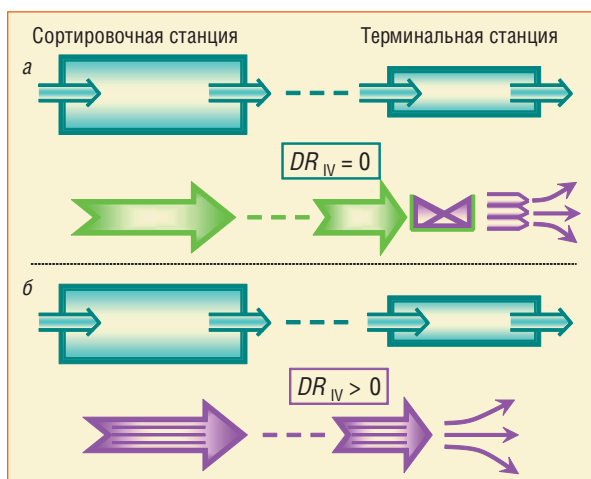


Рис. 5. Технологическая основа резерва DR_{IV}

увеличится, а на терминальной уменьшится (рис. 6). Причем величина изменения будет разной. Возникает эффект, когда один канал как бы «расширился», а другой — «сузился». Это и есть активное взаимодействие структуры и потока.

Если сортировочная станция не находится в трудном положении, то увеличение времени нахождения вагонов

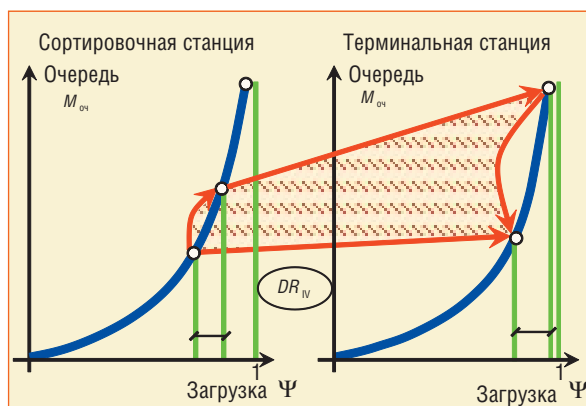


Рис. 6. Эффект переноса работы по подформированию с терминальной станции на сортировочную

на ней будет меньше, чем это было бы на терминальной. Резервы путей на терминальной станции в этом случае можно уменьшить. Уменьшение суммарной величины резервов по переработке этих потоков на обеих станциях составит величину динамических резервов IV рода. Природу их можно показать в виде

$$\left(\sum_i \sum_t |\tilde{U}_i(t) - u_i(t)| \ll \sum_i \sum_t |U_i(t) - u_i(t)| \right) \Rightarrow \Rightarrow (R - \tilde{R}_{IV} = DR_{IV}), \quad (8)$$

где $U_i(t)$ — пропускная способность канала при неуправляемой структуре; $\tilde{U}_i(t)$ — то же при управляемой структуре; \tilde{R}_{IV} — суммарные статические резервы при управляемой структуре; R_{IV} — то же при неуправляемой структуре.

Для снижения суммарных статических резервов нужно максимально активизировать динамические с помощью адаптивного взаимодействия сортировочной и терминальной станций в транспортном узле. **ИТ**

Список литературы

1. Козлов П. А. Теоретические основы, организационные формы, методы оптимизации гибкой технологии транспортного обслуживания заводов черной металлургии : дис. ... д-ра техн. наук. — М. : МИИТ, 1986.



Монография

«Рынок пригородных железнодорожных перевозок: управление и экономика»

**М. А. Шнейдер
Е. А. Проскурякова**

ISBN 978-5-905942-17-4

В монографии приведены результаты исследования рынка пригородных перевозок, проанализированы финансовая и юридическая составляющие процесса функционирования пригородного комплекса, изучен опыт зарубежных стран в этой области.

Рассмотрены вопросы разработки организационной структуры, формирования отношений собственности к материальной части, обеспечивающей перевозочный процесс, освещены проблемы тарифообразования, привлечения и удержания пассажиров, описаны мероприятия, необходимые для стабилизации ситуации и уверенного роста перевозочной работы пригородного комплекса.

Монография предназначена для работников железнодорожных компаний, органов власти, ответственных за обеспечение пригородных пассажирских перевозок, а также может быть использована научными работниками, специалистами, преподавателями, аспирантами и студентами транспортных вузов.

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

полупропорционный; 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, *.dwm.

7. Материалы для очередного номера принимаются до 30-го числа первого месяца квартала.

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