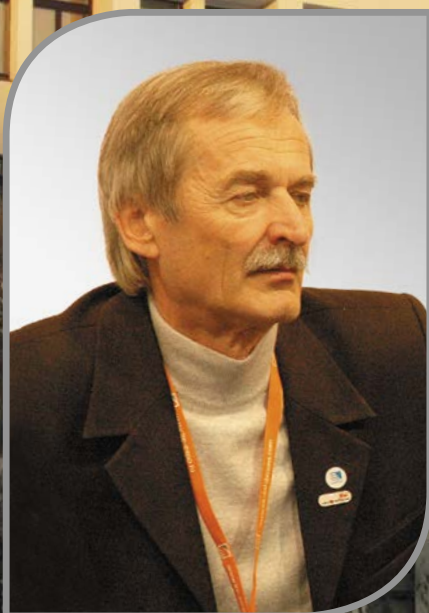


ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

№ 4 (10)

I N N O T R A N S

декабрь 2013



Эффективность инженерной науки — российскому транспорту

Интервью с вице-президентом РАТ П. А. Козловым

С. 3

Анализ конструкций
боковых опор
грузовых вагонов

Интеллектуальная
система
предупреждения ДТП

Развитие
ж.-д. туризма
в Свердловской области



Общероссийская общественная организация РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА



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

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

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

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

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

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

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

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

С НАМИ СОТРУДНИЧАЮТ:



Минтранс РФ



Министерство транспорта
и дорожного хозяйства
Волгоградской области



АЭРОФЛОТ

СКОРОСТНЫЕ
МАГИСТРАЛИ

Инновационный транспорт

Научно-публицистическое издание

№ 4 (10), 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 13.12.2013. Печать офсетная.
Тираж 1000 экз. Заказ № 3643.

© 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

№ 4 (10), 2013

Published since November 2011

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

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

Scientific editor Dmitry G. Nevolin, DSc in Engineering, Professor

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 13.12.2013. Offset printing.

Circulation 1000 copies. Order No. 3643.

© 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

Российская академия транспорта в лицах

Интервью с П. А. Козловым

Эффективность инженерной науки — российскому транспорту 3

Железнодорожный транспорт

Давыдов А. Н., Петров Г. И., Смольянинов А. В.

Анализ конструкций боковых опор грузовых вагонов 6

Неугодников И. П., Косяков А. А.

Автоматизация расчета силовых кабелей 6-500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена 12

Румянцев С. А., Шихов А. М.

Возможные пути модернизации щебнеочистительных машин вибрационного действия 17

Еремина И. В.

Контроль за трансфертными ценами в структуре ОАО «РЖД» 22

Автомобильный транспорт

Шапран А. А., Сергеев Р. Ф.

К вопросу исследования динамического режима следящих систем 27

Нигаматова О. И., Смердов Д. Н.

К вопросу оценки технического состояния автодорожных мостовых сооружений 31

Покровская О. Д., Самуйлов В. М., Неволлина А. Д.

Экологическая составляющая функционирования грузовых терминалов 37

Паршин К. А.

Интеллектуальная система предупреждения дорожно-транспортных происшествий (ИСПДТП) на автомобильных дорогах федерального значения 43

Транспортное образование

Евсеев А. В.

Формирование профессионально значимых качеств будущих инженерных работников в рамках дисциплины «Физическая культура» 49

Симпозиумы, конференции, выставки

Мальгин Е. А., Skorobogatova Л. Г.

Некоторые вопросы развития железнодорожного туризма в Свердловской области (по итогам I регионального съезда железнодорожников УрФО) 54

События

Итоги Первого Уральского регионального конкурса инновационных проектов молодежи «Технологии для модернизации транспортного комплекса России» 58

Научные материалы докторантов и аспирантов

Рожкин Б. В.

Измеритель значений тягового тока и его асимметрии в обратной тяговой сети 59

CONTENTS

Representatives of Russian Transport Academy

Interview with Petr A. Kozlov

Effectiveness of Engineering Science must be given to the Russian Transport 3

Railway transport

Alexei N. Davydov, Gennady I. Petrov, Alexander V. Smolyaninov

Analysis of side bearer structures of freight cars 6

Ivan P. Neugodnikov, Alexei A. Kosyakov

Automation of design of 6-500 kV power cables with XLPE insulation 12

Sergey A. Rumyantsev, Andrey M. Shikhov

Possible ways to modernize vibrating ballast cleaners 17

Irina V. Eremina

Control over transfer pricing in the structure of JSC RZD 22

Motor transport

Alexander A. Shapran, Roman F. Sergeev

On the question of studying the dynamic mode of servo systems 27

Olga I. Nigmatova, Dmitry N. Smerdov

On evaluation of the technical state of highway bridge structures 31

Oksana D. Pokrovskaya, Valery M. Samuilov,

Anastasia D. Nevollina
Environmental component of freight terminals operation 37

Konstantin A. Parshin

Smart system for preventing traffic accidents (ISPDTP) on federal highways 43

Transport education

Alexander V. Evseev

Formation of professionally significant qualities of the future engineering personnel as a part of «Physical Training» discipline 49

Round tables, conferences, exhibitions

Evgeny A. Malygin, Lyudmila G. Skorobogatova

Some issues on development of railway tourism in Sverdlovsk Region (following the 1st Regional Congress of Railway Specialists of UFD) 54

Events

The results of the First Ural regional youth innovative projects competition “Technologies for modernization of Russian transport complex” 58

Scientific materials of doctoral students and post-graduate students

Boris V. Rozhkin

An instrument for measuring traction current and its asymmetry in reverse traction network 59

Уважаемые читатели!

Редакционная коллегия журнала «Инновационный транспорт» открывает новую тематическую рубрику — «Российская академия транспорта в лицах».

На ее страницах будет представлена информация о профессиональной деятельности и достижениях ученых Российской академии транспорта, о внедренных проектах и инновационных решениях академиков, их отношении к транспортной науке, событиям, планам и перспективам в области транспорта. Надеемся, что материалы этой рубрики помогут по-новому взглянуть на деятельность Российской академии транспорта и по заслугам оценить вклад академиков РАТ в развитие транспортной науки и отрасли.

ИНТЕРВЬЮ



Интервью с Петром Алексеевичем Козловым,

доктором техн. наук, профессором, вице-президентом РАТ,
директором научно-производственного холдинга «СТРАТЕГ», г. Москва

Interview with Petr A. Kozlov,

DSc in Engineering, Professor, Academician and Vice President of RAT, Director of STRATEG
Scientific & Industrial Holding, Moscow

Эффективность инженерной науки — российскому транспорту

Effectiveness of Engineering Science must be given to the Russian Transport

20–21 ноября в УрГУПС состоялась Всероссийская научно-техническая конференция «Транспорт Урала — 2013», приуроченная к 135-летию СвЖД. Основной круг вопросов был сосредоточен на стратегии развития регионального транспортного комплекса. Участниками конференции стали ученые, преподаватели и аспиранты УрГУПС и других российских вузов, представители железнодорожных предприятий России и ВНИИЖТ. О деятельности Российской академии транспорта и региональных научных разработках нам рассказал гость Уральского университета путей сообщения — д-р техн. наук, профессор, вице-президент РАТ, директор научно-производственного холдинга «Стратег», в прошлом заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой» УрГУПС Петр Алексеевич Козлов.

— Петр Алексеевич, каковы основные направления деятельности Российской академии транспорта на предстоящий год?

— Выбранные РАТ направления деятельности во многом связаны с приходом нового активного руководителя, который хорошо знает все виды транспорта и понимает задачи транспортной науки — доктора технических наук, лауреата Государственной премии Александра Сергеевича Мишарина.

Первая задача, которую сегодня ставит президиум РАТ, — это формирование при академии специализированных институтов внутри академии. Они будут объединять специалистов в той или иной области. До этого у нас были только горизонтальные региональные отделения, в которые входили специалисты по различным

видам транспорта и в разной области. Их функция — решать комплексные научные задачи в регионах. Институты должны рассматривать вполне конкретные проблемы российского масштаба. Для этого каждый институт должен объединить специалистов в соответствующей области. Вторая задача РАТ — раскрыть научный потенциал отрасли. Уже оказывается поддержка научным журналам, выделяются гранты молодым ученым. Чтобы и дальше двигаться в этом направлении, академии нужно зарабатывать деньги. Поскольку наша академия — общественная организация, при ней формируется центр, который сможет выполнять коммерческие работы. Полученные деньги пойдут только на поддержку транспортной науки. Штат центра будет небольшим, но с ним могут взаимодействовать специалисты всей железнодорожной отрасли.

— В чем Вы видите специфику транспортной системы Уральского региона?

— Уральский регион в транспортном отношении очень мощный. Свердловская железная дорога обслуживает и Свердловскую область, и Пермский край, и Тюменскую область. Например, станция Свердловск-Сортировочный — одна из крупнейших сортировочных станций в Европе. Что касается специфики, то я бы отметил серьезный научный потенциал региона. Например, на сегодняшний день кафедра «Управление эксплуатационной работой» на факультете управления процессами перевозок УрГУПС — самая перспективная с точки зрения научных возможностей. Ни в одном транспортном вузе на подобных кафедрах нет такого, чтобы работали сразу три молодых доктора наук. А здесь еще много кандидатов наук, которые активно

участвуют в решении возникающих транспортных проблем в регионе. Здесь серьезная научная школа, поэтому и уровень подготовки специалистов высокий. Другое дело, что это, к сожалению, не очень востребовано. Транспортным организациям Уральского региона нужно активнее использовать потенциал кафедры и УрГУПС в целом.

— От чего, на Ваш взгляд, зависит эффективность использования научных разработок кафедры?

— Научная школа кафедры УрГУПС, занимающейся проблемами управления процессами перевозок, находится, на мой взгляд, на передовых позициях в стране. Здесь могут рассчитывать самые сложные транспортные узлы, есть модели управления потоками, оптимизации обращения локомотивов и прочее. Но дело в том, что в железнодорожной сфере наступило время структурных реформ. Еще в древнем Китае самым плохим пожеланием считалась фраза «Чтобы тебе жить в эпоху перемен». Пока переходный период не закончится, наука, наверное, будет мало востребована.

— Над чем сейчас работает Ваша научная школа?

— Одна из первостепенных проблем в сфере железнодорожного транспорта состоит в том, что не хватает пропускной способности. Целая конференция направлена на создание тяжеловесного движения. Если каждый поезд будет больше, то провозная способность будет выше. Что касается нашей научной школы, то мы больше занимаемся инфраструктурными проектами. В наших



силах рассчитать весь свердловский узел, а это 22 станции. Для становления скоростного движения нам нужно смоделировать ситуацию: сможет ли московский узел «проглотить» около 500 поездов — пассажирских, скоростных и электричек. Наша система моделирования позволяет сделать такие расчеты. В Европе мы видели аналогичную австрийскую разработку — считаем, что наша лучше. А вообще, у каждого направления в сфере железнодорожного транспорта свои задачи.

Несмотря на то что наука в железнодорожной отрасли сейчас задействована не максимально, хочется отметить высокую научную активность на Урале: молодежь с удовольствием идет в аспирантуру, хорошо учится, делает прекрасные доклады для конференций, защищает на должном уровне научные работы.

Елена Николаевна Тимухина, заведующая кафедрой «Управление эксплуатационной работой», доктор технических наук, — бывшая моя студентка, докторантка. Хочется отметить ее научный энтузиазм: она грамотный организатор, под ее руководством сейчас трудятся три аспиранта. Студентам УрГУПС очень повезло: здесь работают первоклассные специалисты, здесь целый набор самых современных методов и моделей по оптимизации работы, и эти методы уже используются в курсовых, дипломных проектах, в кандидатских диссертациях. Считаю, что теперь уже другим транспортным вузам надо догонять в этом направлении УрГУПС.

— Какие вопросы, обсуждаемые на конференции «Транспорт Урала — 2013», на Ваш взгляд, наиболее актуальны?

— Почти все рассматриваемые проблемы связаны с совершенствованием тех или иных процессов. Важным мне показалось совершенствование взаимодействия производства и транспорта на крупных предприятиях. Интересным был доклад докторанта, выпускника УрГУПС Олега Викторовича Осокина об интеллектуальном сопровождении производственных процессов. Речь шла о совершенствовании информационной среды на ж.-д. транспорте. Должна быть интеллектуальная надстройка, которая будет, во-первых, делать автоматизированный адресный анализ информации для административного или оперативного руководителя в соответствии с его полномочиями и перечнем возможных решений, а во-вторых, на основании анализа поддерживать процесс принятия решений.

— Как Вы оцениваете уровень конференции?

— Основной тематический стержень конференции задал главный инженер дороги Игорь Олегович Набойченко — это тяжеловесное движение. В программе представлен очень широкий круг вопросов. В целом конференция получилась масштабная. Здесь выступали ученые из Новосибирска, Магнитогорска. Много аспирантов с хорошими докладами. Студенты с большим вниманием отнеслись к докладам, задавали вопросы, а это значит, что им интересна тематика. Главная польза в том, что каждый из нас увидел научную динамику: ведутся научные разработки, подрастает новая смена ученых.

Беседовала Ольга Атрошенко

Биографическая справка

Петр Алексеевич Козлов

Родился в 1944 г. Окончил Орловский техникум железнодорожного транспорта (1962), техник-электрик; Московский институт инженеров железнодорожного транспорта (1967), инженер путей сообщения. Доктор технических наук (1989), профессор (1990).

Член-корреспондент Российской и Международной инженерных академий, член двух советов по защите диссертаций, член экспертного совета ВАК по транспорту, вице-президент Российской академии транспорта.

В 1987–1998 г. заведовал кафедрой «Управление эксплуатационной работой» УЭМИИТ–УрГАПС. В разные годы занимал должности генерального директора Уральской

транспортной компании; директора Всесоюзного научно-исследовательского института автоматики и связи (ВНИАС, НИИАС), директора ФГУ «Ространсmodernизация».

Создал научно-производственный холдинг «СТРАТЕГ» (Современные транспортные технологии государства), три бизнес-компании и две научные компании.

Включен американским биографическим институтом в международный справочник «Who is who in science and engineering» (2008).

Лауреат Государственной премии за разработку и внедрение информационных технологий на транспорте. Подготовил более 30 кандидатов наук и 7 докторов наук.

Автор более 350 научных трудов.



**Алексей
Николаевич
Давыдов**
Alexei N.
Davydov



**Геннадий
Иванович
Петров**
Gennady I.
Petrov



**Александр
Васильевич
Смолянинов**
Alexander V.
Smolyaninov

Анализ конструкций боковых опор грузовых вагонов

Analysis of side bearer structures of freight cars

Аннотация

Типовая схема опирания кузова грузового вагона на ходовые части предусматривает передачу нагрузки на надрессорную балку тележки через узел «пятник — подпятник». При этом практически все грузовые вагоны парка СНГ оборудованы боковыми скользунми зазорного типа, ограничивающими боковую качку кузова вагона. В целях улучшения динамических качеств и снижения затрат жизненного цикла вагона последние оборудуются боковыми опорами постоянного контакта.

В работе анализируются конструкции и параметры боковых опор грузовых вагонов ведущих производителей данной продукции. Отмечается, что боковые опоры постоянного контакта должны воспринимать не более 85 % веса тары кузова. Приведены типы грузовых вагонов и соответствующие им боковые опоры.

В целях исключения полного сжатия опоры при прохождении кривых участков пути увеличен рабочий ход упругого элемента боковой опоры, тем самым снижается вероятность смыкания скользуна (жесткое тело) и исключается возможность увеличения вертикальной нагрузки на колесо.

Ключевые слова: грузовой вагон, боковая опора, параметры, рабочий ход.

Abstract

Typical scheme of car body support by running gear provides for transfer of load to bogie bolster through “center plate - center bowl” unit. With that, virtually all the freight cars in the CIS are equipped with lateral bearings with clearances, limiting the rolling motion of the car body. In order to improve dynamic qualities and reduce life cycle costs of cars, the latter are equipped with permanent contact side bearers.

This paper analyzes the structure and parameters of side bearers of freight cars from leading manufacturers. It is noted that the permanent contact side bearers should take no more than 85 % of the tare weight of the body. The types of freight cars and the corresponding side bearers are specified.

In order to prevent full compression of the bearer during the passage of track curves the stroke of elastic element of the side bearer is increased, thereby reducing the likelihood of bearing (rigid body) closing, and excluding the possibility of increased vertical load on wheel.

Keywords: freight car, side bearer, parameters, stroke.

Авторы Authors

Алексей Николаевич Давыдов, канд. техн. наук, заместитель директора по научной работе Челябинского института путей сообщения — филиала ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения», Челябинск; e-mail: davydovan.chirt@gmail.com | **Геннадий Иванович Петров**, д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва; e-mail: petrovgi@gmail.com | **Александр Васильевич Смолянинов**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Вагоны» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: asmolyaninov@inbox.ru

Alexei Nikolaevich Davydov, PhD in Engineering, Deputy Director for Science, Chelyabinsk Institute of Railway Transport - branch of FGBOU VPO “Ural State University of Railway Transport”, Chelyabinsk; e-mail: davydovan.chirt@gmail.com | **Gennady Ivanovich Petrov**, DSc in Engineering, Head of Railway Cars and Rolling Stock Department, Moscow State University of Railway Transport (MIIT), Moscow; e-mail: petrovgi@gmail.com | **Alexander Vasilievich Smolyaninov**, DSc in Engineering, Professor of Railway Cars Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: asmolyaninov@inbox.ru

Наиболее распространенной схемой опирания кузова грузового вагона на ходовые части является схема с передачей нагрузки на наддрессорную балку тележки через узел «пятник — подпятник», который помимо передачи вертикальной нагрузки выполняет роль вращательного шарнира, обеспечивающего возможность поворота тележки относительно кузова в горизонтальной плоскости. В силу относительно небольшой площади данного узла он не обеспечивает устойчивость кузова — исключения возможности его боковой качки. Для ограничения угла наклона кузова по отношению к наддрессорной балке тележки в конструкции вагона применяются боковые опоры. В простейшем случае эти опоры представлены в виде плоскостей (скользунув), выполненных на кузове и наддрессорной балке тележки. Вертикальный зазор между скользящими ограничивает максимальный угол бокового наклона между кузовом и наддрессорной балкой.

Благодаря трению в узле «пятник — подпятник» создаются силы, препятствующие повороту тележки относительно кузова вагона в горизонтальной плоскости. Данные силы могут иметь как положительное, так и отрицательное воздействие на ходовые качества вагона.

Например, в случае прохождения вагоном криволинейного участка пути наличие сил трения препятствует повороту тележки относительно кузова, что ухудшает вписывание вагона в кривые. В случае появления до-

полнительных сил трения в боковых опорах при перевалке кузова в кривой, момент сопротивления повороту тележки может значительно увеличиться. Для уменьшения момента сопротивления, возникающего в боковых опорах при соприкосновении скользящих, возможно применение боковых опор каткового типа. Данная опора представляет собой корпус, внутри которого расположены тела качения в виде цилиндрических роликов, что позволяет заменить силы трения скольжения на силы трения качения. Существуют варианты конструкции с одним или несколькими роликами, при этом ролики могут быть как закрепленными на оси вращения в корпусе, так и свободно установленными на опорные поверхности корпуса. В последнем случае чаще всего опорная поверхность имеет специальный профиль с углублением в средней части для создания центрирующего воздействия на ролик.

Примером положительного воздействия сил трения в узлах опирания кузова на ходовые части является уменьшение склонности вагона к возникновению извилистого движения и, как следствие, улучшение показателей плавности хода. Однако опыт эксплуатации вагонов с опиранием через узел «пятник — подпятник» показывает, что данная схема не в полной мере обеспечивает исключение колебаний виляния тележки относительно кузова вагона, что предопределило появление дополнительных устройств для рассеивания энергии в процессе поворота наддрессорной балки относительно кузова вагона. Такими устройствами являются упругие боковые опоры непрерывного контакта.

На сегодняшний день разработано значительное количество вариантов конструкции опор данного типа. Общим принципом, заложенным во все варианты, является создание дополнительных сил трения, рассеивающих кинетическую энергию в процессе поворота наддрессорной балки относительно кузова.

Это достигается за счет взаимного прижатия скользящих друг к другу. При этом один из скользящих выполняется неподвижным в вертикальной плоскости, а второй выполняется в виде подвижной в вертикальной плоскости конструкции, снабженной упругим элементом для создания прижимающего усилия. Для обеспечения постоянного контакта между трущимися рабочими поверхностями боковых опор в процессе перевалки кузова, когда с одной стороны вагона расстояние между кузовом и наддрессорной балкой увеличивается, а с противоположной стороны уменьшается, упругим элементом опор задается начальная деформация, которая обеспечивается за счет разницы в геометрических размерах от кузова до наддрессорной балки и высоты упругого элемента опоры в свободном состоянии. При этом для обеспечения необходимых характеристик выдвигаются жесткие требования к установочным размерам между привалочной поверхностью для боковой опоры на наддрессорной балке и боковым скользящим кузовом. Упругие элементы опор данного типа могут иметь линейную или нелинейную силовую характеристику.

Ведущие мировые производители опор данного типа (A. Stucki Company, MINER Enterprises Inc. и др.) наиболее часто применяют упругие элементы с нелинейной силовой характеристикой. В этом случае упругие элементы выполняются из эластомерных материалов. Однако целый ряд производителей применяет в качестве упругих элементов винтовые пружины, имеющие линейную силовую характеристику. Такую конструкцию имеют опоры, выпускаемые ASF Keystone, или боковые опоры тележек моделей 18-9810 и 18-194. В последнем случае боковые упругие скользящие постоянного контакта состоят из корпуса, внутрь которого вставлены два комплекта двухрядных (наружная и внутренняя) витых цилиндрических пружин, и колпа-

ка, который устанавливается сверху на пружины и входит внутрь корпуса. К преимуществам применения пружин можно отнести их дешевизну и стабильность силовых характеристик при изменении температур, но при этом, в силу линейного характера последней зависимости, они в меньшей степени способствуют демпфированию перевалки кузова по отношению к надрессорной балке. Таким образом, можно сказать, что к настоящему времени вопрос о выборе наиболее оптимального типа упругого элемента боковой опоры непрерывного контакта не является окончательно решенным и нуждается в дальнейшем исследовании.

Авторами выполнен ряд теоретических исследований по оценке влияния боковых опор постоянного контакта на некоторые параметры движения вагона [1–4]. Совершенно очевидно, что величина жесткости упругого элемента боковой опоры

оказывает решающее влияние на величину сил трения и, как следствие, на момент сопротивления повороту тележки относительно вагона.

При этом усилия, возникающие в боковых опорах, не зависят от массы кузова, так как определяются только величиной жесткости упругого элемента и его деформацией, а усилия, возникающие в узле «пятник — подпятник», в значительной степени зависят от массы кузова, которая выступает в качестве прижимающего усилия при возникновении сил трения. С учетом этого факта необходимо производить выбор величины жесткости упругого элемента в зависимости от массы вагона. В табл. 1 представлены параметры опор, выпускаемых A. Stucki Company и MINER Enterprises Inc, рекомендуемые для кузовов массой более 10 тысяч килограмм. Ориентировочные значения жесткости упругого элемента боковой опоры получены в результате деления началь-

ного усилия затяжки опоры на величину начальной деформации.

Анализ данных табл. 1 показывает, что для каждой из рекомендуемых моделей наблюдается следующее распределение нагрузки от веса тары вагона: 15 % передается через узел «пятник — подпятник» и 85 % через боковые опоры. Это объясняется требованиями технических условий Ассоциации американских железных дорог (AAR Specification M-948–06), согласно которым наибольшая нагрузка, передаваемая через боковые опоры, не должна превышать 85 % от массы тары кузова, без учета массы тележек.

Проект ГОСТ «Тележки двухосные трехэлементные грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 мм» предусматривает установку боковых опор постоянного контакта с распределением нагрузки от веса тары вагона между боковыми скользунами постоянного контакта (вводимое ГОСТом понятие) и подпятником как

Таблица 1

Параметры боковых опор

Модель	Усилия затяжки, кг	Начальная деформация, мм	Минимальная масса кузова (без тележек), кг	Ориентировочное значение жесткости, кН/м
Боковые опоры A. Stucki Company				
CCB-6000XT®	2721,554	28,6	12 807,634	933,5
SSB-5000XT®	2313,321	16,7	10 886,217	1358,9
SSB-6000XT®	2721,554	18,3	12 807,181	1458,9
CSB-5000XT®	2313,321	25,4	10 886,217	893,5
CSB-6000XT®	2721,554	18,3	12 807,181	1458,9
RetroXT™5400B	2449,399	12,7	11 566,605	1892,0
RetroXT™5400C	2449,399	15,9	11 566,605	1511,2
ISB-12	2721,554	11,1	12 807,181	2405,3
Боковые опоры MINER Enterprises Inc.				
TCC-IV-45 LT	2041,166	128,5*	9605,272	–
TCC-IV-60 LT	2721,554	128,5*	12 807,181	–
TCC-IV-80 LT	3628,739	128,5*	17 076,392	–
TCC-8000	3628,739	128,5*	17 075,485	–

* Вертикальное расстояние между поверхностью скользуна кузова и монтажной поверхностью на надрессорной балке тележки.

Таблица 2

Типы грузовых вагонов и соответствующие им боковые опоры*

Тип вагона	Параметры вагона		Боковая опора	
	<i>T</i> , тс	<i>P</i> , тс	Модель	Усилие за-тяжки, кгс
Открытый вагон-хоппер с алюминиевым кузовом	22,4	107	TCC-IV-45 LT	2041,2
Полувагон с алюминиевым кузовом	18,9	110		
Универсальные 89-футовые платформы	28,57	71	TCC-IV-60 LT	2721,6
Все цистерны, например цистерна для перевозки мазута	34,69	84,59		
Специализированные платформы для перевозки контейнеров в два яруса	24,49	75,29		
Крытые вагоны-хопперы со стальным кузовом	28,12	101,6	TCC-IV-60 LT	3628,7
Специализированные открытые вагоны для перевозки угля со стальным кузовом	21,77	107,95		
Все крытые вагоны, например для перевозки автозапчастей	36,06	93,66		

* Таблица составлена по материалам сайтов: http://www.minerent.com/pdf/spec_sheets/TCC-III_IV.pdf; http://www.minerent.com/products/ccsb_Long-Travel-IV.php

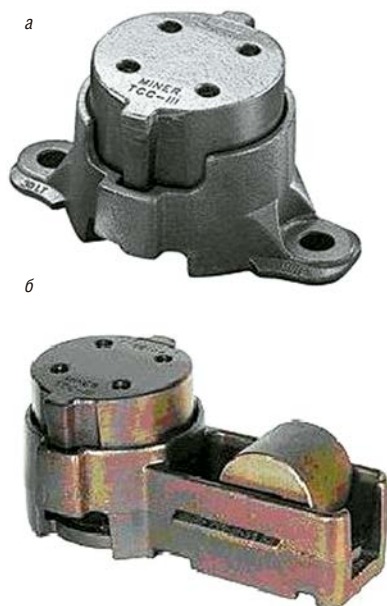


Рис. 1. Боковые опоры TCC-III Series: а — боковая опора TCC-III LT; б — боковая опора TCC-III RA

балкой и кузовом вагона, которое ограничивает максимальные геометрические размеры устанавливаемой опоры), а не на особенностях их ходовых качеств.

Для ограничения перевалки кузова относительно надрессорной балки боковые опоры непрерывного контакта имеют упоры, ограничивающие вертикальную деформацию упругого элемента. При этом общая деформация упругого элемента складывается из начальной деформации упругого элемента под тарой вагона и величины рабочего хода. В мировой практике применяются две величины рабочего хода упругого элемента — стандартная (Standard Travel) и увеличенная (Long Travel). Стандартная ве-

личина рабочего хода для продукции MINER Enterprises Inc. составляет 5/16 дюйма (7,9 мм), увеличенная — 5/8 дюйма (15,9 мм). Для A. Stucki Company стандартная — 1/4 дюйма (6,35 мм), увеличенная — 5/8 дюйма (15,9 мм). При этом новые модели боковых опор этими фирмами выпускаются только с увеличенным рабочим ходом. Так, например, модельный ряд боковых опор MINER Enterprises Inc. под наименованием TCC-III Series включал три модели опор: Long Travel (рис. 1, а), Standard Travel (конструктивно отличающаяся только величиной рабочего хода) и Roller Assist (рис. 1, б).

Следующее поколение боковых опор этого же производителя включает только один вариант конструк-

ции — Long Travel. Боковая опора TCC-IV-60 LT предусматривает ряд сменных упругих элементов, рассчитанных на начальную нагрузку: зеленый — 3000 (1360,8 кгс), красный — 4500 (2041,2 кгс), синий — 6000 (2721,6 кгс) и серый — 8000 (3628,7 кгс) фунтов силы (рис. 2).



Рис. 2. Боковая опора TCC-IV-60 LT

Некоторые компании выпускают боковые опоры только с увеличенным рабочим ходом. Wabtec Corporation, куда входит Standard Car Truck Company, структурным подразделением которого является The Barber Group, выпускает опоры SBX-30, SBX-45, SBX-60, SBX-80, имеющие рабочий ход 5/8 дюйма и начальную нагрузку под тарой вагона 3000, 4500, 6000 и 8000 фунтов силы соответственно (рис. 3).



Рис. 3. Боковая опора модели SBX

ASF-Keystone выпускает боковые опоры серии PreLoad Plus® CCSB моделей PP4000, PP4500, PP5600 с рабочим ходом 5/8 дюйма и начальной нагрузкой под тарой вагона 4000, 4500 и 5600 фунтов силы соответственно (рис. 4).



Рис. 4. Боковая опора серии PreLoad CCSB

Таким образом, в настоящее время в практике мирового вагоностроения величина рабочего хода 5/8 дюйма является стандартным значением. Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что большинство новых разработок вариантов боковых опор представляют собой варианты конструкции колончатого типа.

Увеличение рабочего хода упругого элемента боковой опоры объясняется тем, что оно по сравнению со стандартным значением улучшает прохождение вагоном кривых участков пути. В рассматриваемой ситуации происходит перевалка кузова вагона на боковую опору. При стандартной величине рабочего хода возможно полное сжатие упругого элемента опоры. В этом случае возможно возникновение значительных сил вертикального прижатия опоры к скользуна кузова, так как их максимальная величина определяется не жесткостью упругого элемента опоры, который уже сжат на максимальную величину, а значениями непогашенных горизонтальных ускорений, действующих на кузов. При этом будет наблюдаться перераспределение вертикальной нагрузки между подпятником и сжатой боковой опорой в сторону увеличения нагрузки на последней. Все

это будет приводить к увеличению момента сопротивления повороту, по сравнению с тем, что должны создавать боковые опоры, и в конечном итоге ухудшать вписывание вагона в кривую. Увеличение рабочего хода призвано исключить возможность полного сжатия боковой опоры при прохождении вагоном кривых участков пути и обеспечить тем самым сохранение расчетных значений момента сопротивления повороту тележки относительно кузова вагона. Одним из вариантов снижения сил сопротивления повороту тележки при полном сжатии упругого элемента боковой опоры является применение упруго-катковых боковых опор (рис. 5).



Рис. 5. Упруго-катковая боковая опора модели ISB-12 (F. Staki Company)

В рассматриваемой опоре в качестве ограничителя вертикальных перемещений выступает роликовая опора. В случае полного сжатия опоры на величину рабочего хода нагрузка будет распределяться между упругим элементом и опорным роликом. В первой части величина нагрузки определяет силы трения скольжения во взаимодействии опоры со скользящим кузовом, а во второй — силы сопротивления перекачиванию ролика (силы трения качения). В итоге силы сопротивления повороту уменьша-

ются в сравнении с опорой, реализующей только силы трения скольжения. Однако опыт эксплуатации показал не самую высокую эффектив-

ность подобного технического решения, о чем косвенно свидетельствует замена опор данного типа в конструкции тележки модели 18-578 на опоры

колончатого типа, а также отсутствие разработок новых моделей подобных опор у ведущих мировых производителей. **ИТ**

Список литературы

1. Давыдов А. Н. Разработка математической модели грузового вагона, оборудованного боковыми опорами кузова непрерывного контакта // Молодой ученый. — 2010. — № 7 (18). — С. 30–35. — ISSN 2072–0297.
2. Смольянинов А. В., Давыдов А. Н. Оценка устойчивости движения грузовых вагонов, оборудованных боковыми опорами // Транспорт Урала. — 2011. — № 4 (30). — С. 45–47. — ISSN 1815–9400.
3. Петров Г. И., Адильханов Е. Г., Секерова Ш. А. Оценка скользунгов постоянного контакта // Мир транспорта. — 2011. — № 1. — С. 28–37. — ISSN 1992–3252.
4. Давыдов А. Н., Смольянинов А. В. Влияние продольных горизонтальных зазоров в боковых опорах непрерывного контакта на величину критической скорости грузового вагона // Вестник УрГУПС. — 2013. — № 1 (17). — С. 43–49. — ISSN 2079–0392.
5. ГОСТ «Тележки двухосные трехэлементные грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 мм». Проект. — URL: www.opzt.ru/_files/2031.doc.
6. Турутин И. В., Рудакова Е. А. Конструкция тележек моделей 18-9889 и 18-9890 для инновационных четырех- и шестiosных грузовых вагонов // Транспорт Российской Федерации. — 2013. — № 3 (46). — С. 10–12. — ISSN 1994–831X.



**Иван Павлович
Неугодников**
Ivan P. Neugodnikov



**Алексей Александрович
Косяков**
Alexei A. Kosyakov

Автоматизация расчета силовых кабелей 6–500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена

Automation of design of 6–500 kV power cables with XLPE insulation

Аннотация

В статье описаны физические процессы, происходящие в силовых кабелях 6–500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена, принцип выполнения расчетов кабелей, предложен метод автоматизации расчетов и его программная реализация.

Ключевые слова: проектирование, силовой кабель, экранирование, расчет токов, транспозиция, автоматизация.

Abstract

This article describes the physical processes occurring in the 6–500 kV power cables with XLPE insulation, cables design principle; a method for automating design and its implementation is proposed.

Keywords: design, power cable, shielding, current analysis, transposition, automation.

Авторы Authors

Иван Павлович Неугодников, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения; e-mail: ipneu@e1.ru | **Алексей Александрович Косяков**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрические машины» Уральского государственного университета путей сообщения, начальник отдела релейной защиты, управления и связи дирекции «Энергосетьпроект» ОАО «Инженерный центр энергетики Урала»; e-mail: kosakov@yandex.ru

Ivan Pavlovich Neugodnikov, PhD in Engineering, Associate Professor of Transport Power Supply Department, Ural State University of Railway Transport; e-mail: ipneu@e1.ru | **Alexei Alexandrovich Kosyakov**, PhD in Engineering, Associate Professor of Electric Machinery Department, Ural State University of Railway Transport, Head of Relay Protection, Control and Communication Department of Energosetproekt Directorate, JSC Ural Energy Engineering Center, e-mail: kosakov@yandex.ru

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к применению силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) напряжением 6–500 кВ, постепенно вытесняющих из эксплуатации все другие кабели традиционного исполнения [1].

Кабели с изоляцией из СПЭ рекомендуется применять в электрических сетях в следующих случаях:

- при передаче большой электрической мощности по кабельной линии (КЛ);
- для обеспечения высокого уровня надежности передачи электрической энергии по КЛ;
- при выполнении проекта КЛ, трасса которой проходит по территории с большой разностью высот (уровней прокладки);
- при выполнении проекта КЛ с повышенным уровнем экологической и пожарной безопасности.

В связи с особенностями технологии производства кабели с изоляцией из СПЭ в основном выпускаются однофазными, при этом трехфазная передача электроэнергии обеспечивается укладкой трех отдельных кабелей. Для обеспечения требований электробезопасности и механической прочности кабелей применяют металлические экраны или броню. Наличие в кабельной линии электропередачи трех отдельных однофазных кабелей, каждый из которых имеет экран, приводит к появлению напряжений на экранах кабелей. Для снижения напряжений на экранах выполняется их заземление в одной или нескольких точках, при этом в экранах кабелей протекают токи [2].

При проектировании КЛ с изоляцией из СПЭ одной из основных и сложных задач является выбор способа заземления экрана кабеля, который влияет:

- на величину тока в экране в нормальных и аварийных режимах (неправильный выбор сечения экрана может привести к повреждению кабеля);

- на электрические потери в экране (на тепловой режим и пропускную способность кабеля);
- на величину напряжения на экране в нормальных и аварийных режимах (на безопасность обслуживания и надежность работы кабеля).

В связи с этим крупнейшим собственником магистральных электрических сетей Российской Федерации ОАО «ФСК ЕЭС» были разработаны следующие стандарты по применению кабелей с изоляцией из СПЭ напряжением 10–500 кВ:

- СТО 56947007–29.060.20.020–2009 «Методические указания по применению силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ и выше»;
- СТО 56947007–29.060.20.071–2011 «Силовые кабельные линии напряжением 110–500 кВ. Условия создания. Нормы и требования»;
- СТО 56947007–29.060.20.103–2011 «Силовые кабели. Методика расчета устройств заземления экранов, защиты от перенапряжений изоляции силовых кабелей на напряжение 110–500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена».

Данные стандарты отличаются сложностью и при расчетах «вручную» занимают до двух недель рабочего времени ведущего инженера-проектировщика на каждую КЛ, поскольку данные расчеты являются итеративными, скорость их выполнения в значительной мере зависит от опыта и квалификации инженера-проектировщика. Необходимость выполнения расчетов в соответствии с упомянутыми СТО ОАО «ФСК ЕЭС» встречается не только для КЛ, являющихся достаточно редким объектом проектирования в связи с высокой стоимостью строительства, но и также для заходов КЛ на подстанции (ПС), кабельных вставок различного назначения на ПС, встречающихся практически на любой ПС 110 кВ и выше.

Востребованность, распространенность в проектировании, итеративность и трудоемкость расчетов привели авторов к пониманию необходимости автоматизации расчетов. Анализ программного обеспечения по расчету кабелей с изоляцией из СПЭ показал, что существующее программное обеспечение по выполнению таких расчетов имеется на заводах-изготовителях кабельной продукции, но оно «привязано» к конкретной кабельной продукции завода и не выполняет требований стандартов ОАО «ФСК ЕЭС». Попытки применения заводского программного обеспечения для разработки проектной продукции на стадиях проектной документации и конкурсной документации приводили к появлению конкурентных преимуществ у того завода-изготовителя, программное обеспечение которого использовалось для расчетов, что не устраивало заказчика проектной продукции — ОАО «ФСК ЕЭС». Кроме того, возникли замечания ФАУ «Главгосэкспертиза России» к проектной документации, не соответствующей техническим заданиям на проектирование, в которых прописана обязательность использования СТО 56947007–29.060.20.020–2009, СТО 56947007–29.060.20.071–2011 и СТО 56947007–29.060.20.103–2011 при разработке проектной документации.

Решением поставленной задачи явилась разработка программы Calc-C [3], предназначенной для автоматизации расчета и выбора сечений жил и экранов кабелей, а также для формирования рекомендаций по выбору способа заземления экрана.

Программа имеет следующие функциональные возможности:

- 1) расчет сечений жилы и экрана кабеля по токам короткого замыкания (КЗ);
- 2) расчет сечений жилы и экрана кабеля по длительно допустимым токам;
- 3) расчет коэффициента использования жилы по току при заземлении экрана кабеля с двух сторон;
- 4) расчет напряжения на экране кабеля при заземлении экрана кабеля с одной стороны;
- 5) выбор способа заземления экрана кабеля;
- 6) формирование отчета.

Первая версия программы была выполнена в конце 2011 года. В течение 2012 года проводилась опытная эксплуатация программы на пяти электросетевых объектах ОАО «ФСК ЕЭС», двух объектах ОАО «Сургутнефтегаз» и двух объектах ОАО «Холдинг МРСК», прошедших государственную экспертизу в ФАУ «Главгосэкспертиза России». В ходе опытной эксплуатации проводилась доработка программы. В начале 2013 года программа Calc-C прошла государственную регистрацию.

В середине 2013 года первые электросетевые объекты, построенные по проектам, выполненным с учетом результатов расчетов с использованием программы Calc-C, введены в эксплуатацию, при этом в ходе пусконаладочных работ значительных отклонений фактических значений токов и напряжений в кабелях с изоляцией из СПЭ от расчетных не выявлено.

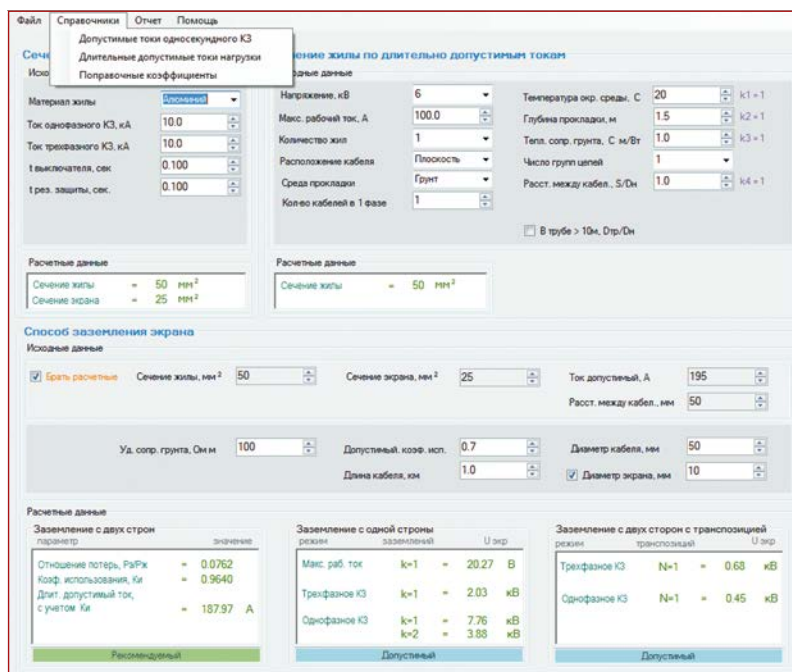


Рис. 1. Интерфейс программы Calc-C

Всего на разработку программы в течение 2011–2013 годов было потрачено 650 тысяч рублей. При ее использовании в 2012–2013 годах достигнут экономический эффект в размере 430 тысяч рублей за счет сокращения времени выполнения расчетов ведущим инженером-проектировщиком с двух недель без использования программы Calc-C до одного рабочего дня с использованием программы (расчет времени — по одному электросетевому объекту).

На рис. 1 приведен интерфейс программы Calc-C [3]. Главная форма программы содержит поля для ввода исходных данных. После за-

пуска приложения эти поля содержат некоторые начальные значения, при необходимости пользователь их изменяет.

Ввод или изменение исходных данных производится путем выбора из списка, прокруткой значений или вводом с клавиатуры. При этом результаты расчета незамедлительно отображаются в полях расчетных данных.

После завершения ввода значения с клавиатуры для отображения результатов расчетов необходимо нажать «Enter» на клавиатуре. Также данные можно загрузить из ранее сохраненного файла. В справочниках (рис. 2) содержатся исходные

Сечение, мм²	I жилы при прокладке кабеля в земле, А				I жилы при прокладке кабеля на воздухе, А			
	медь		алюминий		медь		алюминий	
	плоскость	треугольник	плоскость	треугольник	плоскость	треугольник	плоскость	треугольник
50	250	225	195	170	290	240	225	185
70	310	275	240	210	360	300	280	230
95	336	326	263	253	448	387	349	300
120	380	370	298	288	515	445	403	346
150	416	413	329	322	574	503	452	392
185	466	466	371	364	654	577	518	450
240	531	537	426	422	762	677	607	531
300	590	604	477	476	865	776	693	609
400	633	677	525	541	959	891	787	710
500	697	759	587	614	1081	1025	900	822
630	762	848	653	695	1213	1166	1026	954
800	825	933	719	780	1349	1319	1161	1094

Рис. 2. Длительно допустимые токи нагрузки в меню «Справочники»

Сечения жилы и экрана по току КЗ

Исходные данные

Материал жилы:

Ток однофазного КЗ, кА:

Ток трехфазного КЗ, кА:

t выключателя, сек:

t рез. защиты, сек:

Расчетные данные

Сечение жилы = 50 мм²

Сечение экрана = 25 мм²

Рис. 3. Интерфейс поля для расчета сечения жилы и экрана кабеля по токам КЗ

данные по допустимым токам и поправочным коэффициентам в соответствии с указанными стандартами ОАО «ФСК ЕЭС», которые доступны для просмотра и используются программой для расчетов.

Для того чтобы рассчитать сечения жилы и экрана кабеля по токам КЗ, достаточно ввести исходные данные в соответствующие для этого расчета поля. Результат отображается ниже в расчетных данных (рис. 3).

Интерфейс поля для расчета сечения жилы кабеля по длительно допустимым токам приведен на рис. 4. Справа отображаются вычисленные поправочные коэффициенты для условий прокладки.

Третьим этапом расчета кабеля является выбор способа заземления экрана, который проводится с помощью интерфейса поля (рис. 5).

В соответствии со стандартами ОАО «ФСК ЕЭС», программа Calc-S рассчитывает и предлагает инженеру-проектировщику на выбор один из трех способов заземления экрана кабеля [2]:

- с одного конца (одностороннее заземление);
- с двух концов (двустороннее заземление);
- с двух концов с использованием полного цикла транспозиции.

Допускается применение разных способов заземления экранов по трассе КЛ, включая многократное

Сечение жилы по длительно допустимым токам

Исходные данные

Напряжение, кВ:

Макс. рабочий ток, А:

Количество жил:

Расположение кабеля:

Среда прокладки:

Кол-во кабелей в 1 фазе:

Температура окр. среды, С: k1 = 0.97

Глубина прокладки, м: k2 = 1.04

Тепл. сопр. грунта, С м/Вт: k3 = 1.37

Число групп цепей:

Расст. между кабел., С/Дн: k4 = 1

Расст. между группами С, м: k5 = 0.87

В трубе > 10м, Дтр/Дн: k6 = 0.9

Расчетные данные

Сечение жилы = 240 мм²

Рис. 4. Интерфейс поля для расчета сечения жилы кабеля по длительно допустимым токам

Способ заземления экрана

Исходные данные

брать расчетные Сечение жилы, мм:

Сечение экрана:

Ток допустимый, А:

Уд. сопр. грунта, Ом м:

Допустимый коэф. исп.:

Диаметр кабеля, мм:

Диаметр экрана, мм:

Длина кабеля, км:

Диаметр экрана, мм

Расчетные данные

Заземление с двух сторон		Заземление с одной стороны		Заземление с двух сторон с транспозицией	
параметр	значение	режим	U экр.	режим	U экр.
Отношение потерь, Ра/Рж	= 1.1670	Макс. раб. ток	k=1 = 20.27 В	Трехфазное КЗ	N=1 = 0.74 кВ
Коэф. использования, Ки	= 0.6793	Трехфазное КЗ	k=1 = 2.23 кВ	Однофазное КЗ	N=1 = 2.97 кВ
Длит. ток реаль. общий	= 403.58 А	Однофазное КЗ	k=1 = 51.22 кВ		
			k=11 = 4.66 кВ		

Недопустимый Допустимый Рекомендательный

Рис. 5. Интерфейс поля для выбора способа заземления экрана кабеля

повторение одного и того же способа заземления (рис. 6, 7).

Практика проектирования и эксплуатации кабелей с изоляцией из СПЭ показывает, что при заземлении экрана кабеля с двух сторон по нему может протекать ток, измеримый с током жилы кабеля. Протекание тока по экрану в рабочем режиме вызывает дополнительные потери мощности и нагрев кабеля, то есть в этом случае уменьшается пропускная способность кабеля.

Связь длительно допустимого тока в жиле кабеля при наличии по-

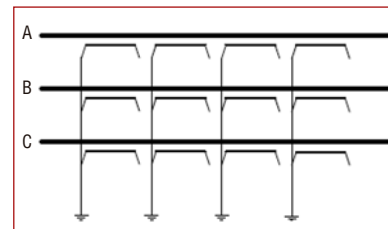


Рис. 6. Разделение экранов кабелей на K = 4 отдельных секции, каждая из которых заземлена только один раз

терь в экране ($I_{\text{доп}}$) и при их отсутствии (идеальный случай) ($I_{\text{доп.ид}}$) может быть оценена по формуле (5) СТО 56947007–29.060.20.103–2011

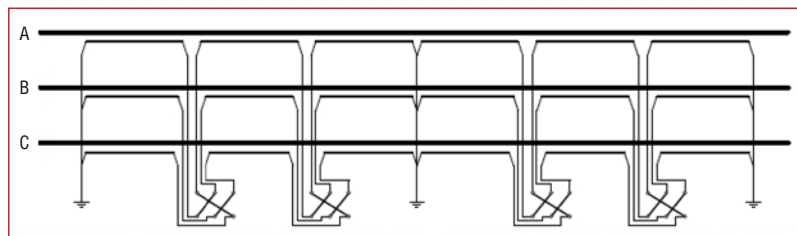


Рис. 7. Заземление экранов кабелей с двойным полным циклом транспозиции и заземлением средней точки

$$\frac{I_{\text{доп}}}{I_{\text{доп.ид}}} = K_{\text{и}}, \quad (1.1)$$

где $K_{\text{и}}$ — коэффициент использования, характеризующий степень использования пропускной способности однофазного кабеля, равный

$$K_{\text{и}} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \frac{P_{\text{э}}}{P_{\text{ж}}}\right)}}. \quad (1.2)$$

При заземлении экрана с двух сторон длительно допустимый ток в жиле кабеля при наличии потерь в экране $I_{\text{доп}}$ должен быть меньше максимального рабочего тока, а коэффициент использования пропускной способности кабеля $K_{\text{и}}$ близок к величине 0,9–1,0, что обеспечивает экономическую эффективность использования кабеля с изоляцией из СПЭ.

Заземление экрана с одного конца, как правило, используется для кабелей длиной не более 1 км. При длине кабеля более 1 км допускается использовать многократное заземление экрана с одного конца (рис. 6). В случае заземления экрана с одной стороны на незаземленном конце экрана кабеля наводится напряжение промышленной частоты относительно земли в нормальном режиме работы сети и при КЗ.

В симметричном режиме (при протекании рабочего тока или тока трехфазного КЗ) наибольшее напряжение на экране кабеля относительно земли определяют по формуле (таблица А.2 СТО 56947007–29.060.20.103–2011)

$$U_{\text{э}} = \frac{|Z_{\text{жэ}} - Z_{\text{к}}| \cdot I_{\text{ж}} \cdot I_{\text{к}}}{K}. \quad (1.3)$$

Модуль $|Z_{\text{жэ}} - Z_{\text{к}}|$ определяется по формулам А.3–А.5, А.8 и А.10 СТО 56947007–29.060.20.103–2011.

В несимметричном режиме (при протекании тока однофазного КЗ) наибольшее напряжение на экране кабеля относительно земли определяют по формуле (таблица А.2 СТО 56947007–29.060.20.103–2011)

$$U_{\text{э}} = \frac{|Z_{\text{жэ}}| \cdot I_{\text{ж}} \cdot I_{\text{к}}}{K}. \quad (1.4)$$

Модуль $|Z_{\text{жэ}}|$ определяется по формулам А.3, А.5, А.8 и А.9 СТО 56947007–29.060.20.103–2011.

Действующее значение напряжения на незаземленном конце экрана относительно земли при КЗ не должно превышать 5 кВ (п. 4.2.1.7 СТО 56947007–29.060.20.103–2011). По требованиям электробезопасности напряжение на разомкнутом конце экрана относительно земли в рабочих режимах не должно превышать 25 В (п. 4.2.1.6 СТО 56947007–29.060.20.103–2011). Если эти требования не выполняются, то необходимо или отказаться от одностороннего заземления экрана, или увеличить число секций одностороннего заземления кабеля (рис. 6).

Заземление экранов кабелей с обоих концов с применением транспозиции используется, как правило, в протяженных (более 1 км) кабельных линиях. При разбиении экрана на одинаковые участки в симметричном режиме работы токи в экранах практически отсутствуют. При использовании транспозиции наибольшее напряжение на изоляции экранов достигается в узлах транспозиции и определяется:

- в симметричном режиме (при протекании рабочего тока или тока трехфазного КЗ) по форму-

ле (таблица А.2 СТО 56947007–29.060.20.103–2011)

$$U_{\text{э}} = \frac{|Z_{\text{жэ}} - Z_{\text{к}}| \cdot I_{\text{ж}} \cdot I_{\text{к}}}{3 \cdot N}; \quad (1.5)$$

- в несимметричном режиме (при протекании тока однофазного КЗ) по формуле (таблица А.2 СТО 56947007–29.060.20.103–2011)

$$U_{\text{э}} = \frac{2 \cdot |Z_{\text{жэ}} - Z_{\text{к}}| \cdot I_{\text{ж}} \cdot I_{\text{к}}}{9 \cdot N}. \quad (1.6)$$

Действующее значение напряжения в узле транспозиции относительно земли при КЗ не должно превышать 5 кВ. Если это требование не выполняется, то необходимо увеличить число циклов транспозиции N (рис. 7).

Программа для расчета кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена Calc-C производит расчет вышеприведенных величин и дает рекомендации о применимости каждого способа заземления экрана кабеля, однако решение об использовании того или иного способа заземления экранов кабелей с изоляцией из СПЭ остается за инженером-проектировщиком.

В настоящее время программа Calc-C успешно применяется в ОАО «Инженерный центр энергетики Урала» для автоматизации расчета КЛ с изоляцией из сшитого полиэтилена при проектировании электросетевых объектов, что позволяет не только уменьшить время проектирования, но и повысить качество выполнения проектных работ. Считаю возможным и целесообразным применение данной программы другими проектными организациями и прочими заинтересованными лицами. **ИТ**

Список литературы

1. Дмитриев М. В., Евдокунин Г. А. Однофазные силовые кабели 6–500 кВ // Новости электротехники. — 2007. — № 2 (44). — С. 80–85.
2. Дмитриев М. В. Заземление экранов однофазных силовых кабелей 6–500 кВ. — СПб.: НИВА, 2008. — 104 с.
3. Программа для расчета кабелей из сшитого полиэтилена (Calc-C): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013613320 / А. А. Косяков, И. П. Неугодинов, А. Н. Чернов. — Зарег. в Реестре программ для ЭВМ 02.04.13.



**Сергей Алексеевич
Румянцев**

Sergey A. Rumyantsev



**Андрей Михайлович
Шихов**

Andrey M. Shikhov

Возможные пути модернизации щебнеочистительных машин вибрационного действия

Possible ways to modernize vibrating ballast cleaners

Аннотация

В статье рассматривается динамика вибротранспортирующих машин нового типа — машин с тремя вибровозбудителями. Исследование осуществлялось методом численного эксперимента на математической модели динамики вибромашины. Рассматривались различные варианты взаимного расположения вибровозбудителей и центра масс рабочего органа машины. Установлено, что у таких машин проявляется феномен самосинхронизации вибровозбудителей, при этом обнаружено адаптивное свойство самосинхронизации, которое можно рассматривать как обобщение известного адаптивного свойства А. Н. Косолапова, установленного для машин с двумя вибровозбудителями. Кроме того, установлено, что на вибротранспортирующей машине с тремя вибровозбудителями может быть осуществлено такое стабильное движение рабочего органа, при котором различные его точки двигаются по разным эллиптическим траекториям. Это обещает ряд весьма полезных технологических эффектов.

Ключевые слова: щебнеочистительные машины, повышение производительности, грохоты, вибротранспортирующие машины, динамика, математическая модель, самосинхронизация.

Abstract

The article examines the dynamics of a new type of vibrating conveyors - machines with three vibration exciters. The study was conducted by numerical experiments on a mathematical model of vibrator dynamics. Various options for mutual arrangement of exciters and the center of mass of the working body of the machine have been considered. It is established that these machines indicate the phenomenon of exciter self-synchronization; with that, adaptive self-synchronization feature has been identified, which can be regarded as generalization of the well-known adaptive property of A.N. Kosolapov, established for machines with two exciters. Furthermore, it is found that for vibrating conveyors with three exciters it is possible to ensure stable movement of the working body wherein its different points are moving at different elliptical trajectories. It promises a number of very useful technological effects.

Keywords: ballast cleaners, increasing productivity, screens, vibrating conveyors, dynamics, mathematical model, self-synchronization.

Авторы Authors

Сергей Алексеевич Румянцев, д-р техн. наук, профессор кафедры «Высшая и прикладная математика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Андрей Михайлович Шихов, ассистент кафедры «Мосты и транспортные тоннели» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: usart@inbox.ru

Sergey Alexeevich Rumyantsev, DSc in Engineering, Professor of Higher and Applied Mathematics, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | Andrey Mikhailovich Shikhov, Assistant Lecturer, Bridges and Transport Tunnels Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: usart@inbox.ru



Согласно первому этапу реформирования ОАО «РЖД» все главные железнодорожные пути должны лежать на щебеночном балласте. Применение машин и комплексов для глубокой очистки щебеночного балластного слоя при ремонтах и текущем содержании путей позволяет существенно повысить качество выполняемой работы и увеличить межремонтные сроки их эксплуатации. Данные машины являются лимитирующими при производстве работ в «окно», но имеют относительно низкую производительность (400–700 м³/ч), тем самым ограничивая выработку других машин (укладочных, выправочно-подбивочных, стабилизирующих и др.). Учитывая высокую загруженность главных путей, предоставление «окон» большой продолжительности приводит к длительным задержкам поездов и серьезным расходам, следовательно, повышение производительности щебнеочистительных машин в перспективе до 2000 м³/ч и выше является весьма важным направлением совершенствования этого класса машин.

В процессе длительной эксплуатации увеличиваются остаточные деформации пути, балластная призма постоянно засоряется и теряет свои первоначальные свойства, что ведет к повышенному износу элементов верхнего строения пути и подвижного состава и, соответственно, к увеличению расходов на перевозки. Возникает необходимость периодического восстановления геометрических параметров и физико-механических характеристик щебеночной балластной призмы путем очистки щебня или, в случае несоответствия уложенного в пути балласта требуемым характеристикам, за счет полной его замены на щебень твердых пород, в соответствии с ГОСТ 7392–2002 «Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути» [1]. Для данного вида работ успешно применяются машины и комплексы для очистки щебня и замены балласта, такие как RM-80 UHR, СЧ-601, СЧУ-800М, ЩОМ-6 БМ, ЩОМ-6У, СЧ-1000, СЧ-1200, ЩОМ-1200, ЩОМ-1200 ПУ и др.

Современные требования к балластной призме, качеству очистки щебня, периодичности его очистки во многом определяют параметры щебнеочистительных ма-

шин, а также способы производства работ с учетом конкретного состояния железнодорожного пути и вида его ремонта. Качественная и своевременная очистка балластной призмы позволяет разрешить целый комплекс проблем текущего содержания пути.

Задача решается комплексно путем совершенствования технологий, организации работ и конструкций машин и комплексов.

Путевые работы в «окно» производятся поточным методом, поэтому используемые путевые машины технологического комплекта должны иметь согласованную на максимально высоком уровне производительность. Машины и комплексы для глубокой очистки щебеночной призмы являются лимитирующими и имеют линейную производительность 300–500 м³/ч, которая ниже производительности других машин комплекта. Повышение производительности машин этого класса позволит увеличить темпы производства работ и сократить время предоставления «окон», поэтому является наиболее приоритетным направлением совершенствования путевой техники.

На данный момент самыми высокопроизводительными щебнеочистительными машинами, серийно выпускающимися в нашей стране, являются щебнеочистительный комплекс ЩОМ-1200, спроектированный ПТКБ ЦП ОАО «РЖД» и изготавливаемый ОАО «Калужский завод «Ремпуть-маш», и щебнеочистительная машина ЩОМ-1200 ПУ производства ЗАО «Тулажелдормаш».

Прежде всего, такие машины должны иметь высокопроизводительный выгребной рабочий орган для скорейшего забора загрязненного щебня и высокопроизводительный грохот или систему грохотов для более быстрой очистки щебня и разделения его по фракциям. Увеличенные объемы перерабатываемого материала при ограниченных габаритах приводят к необходимости использования в технологической цепочке нескольких грохотов повышенной производительности, работающих согласованно по последовательной или по параллельной схеме [2].

В современных щебнеочистительных машинах в основном применяются двух- или трехъярусные (по количеству сит) наклонные вибрационные грохоты с прямолинейными или близкими к круговым траекториями колебаний (рис. 1).

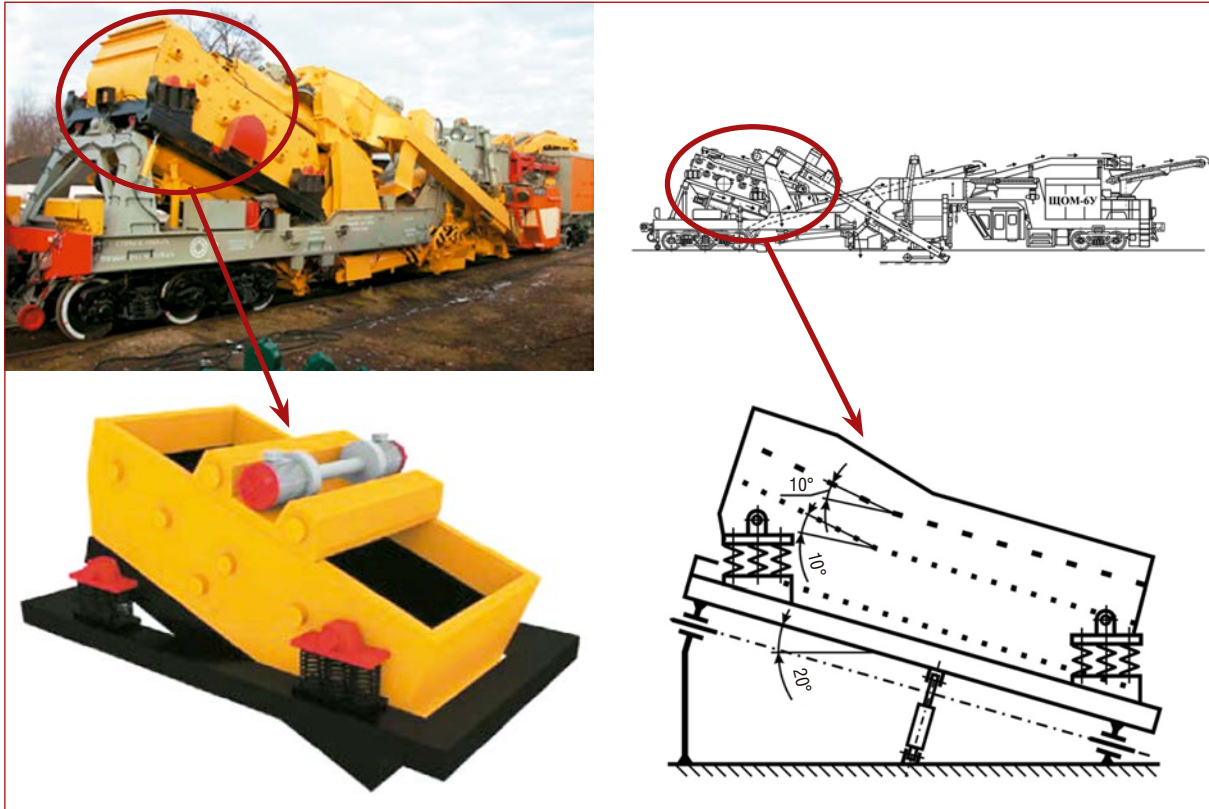


Рис. 1. Расположение грохота щебнеочистительного комплекса на примере ЦОМ-6У

Производительность грохота является одним из определяющих факторов (помимо производительности выгребного рабочего органа), влияющих на производительность машины в целом, поэтому его совершенствование является одной из главных задач, которые решают фирмы-производители и проектно-исследовательские организации.

На кафедре «Механика деформируемого твердого тела, основания и фундаменты» УрГУПС активно занимаются исследованиями вибротранспортирующих машин (ВТМ), разновидностью которых является грохот. Исследования проводятся с помощью математической модели динамики ВТМ с произвольным количеством независимо вращающихся вибровозбудителей (ВВ) [3–5].

Обычный грохот состоит из рабочего органа (РО) — монолитного тела, закрепленного на жестких опорах посредством пружин, позволяющих ему совершать плоскопараллельное движение, и вибровозбудителей, приводящих РО машины в движение. Чаще всего ВВ представляют собой неуравновешенные роторы (дебалансные ВВ), приводимые в движение электродвигателями.

Среди всех возможных вариантов ВТМ наиболее перспективным, на наш взгляд, является вариант машины с тремя ВВ, два из которых одинаковы и вращаются в противоположные стороны, а третий (непар-

ный) — может быть произвольным (рис. 2). Взаимное расположение всех трех ВВ также может быть произвольным. Изучению машин такого типа посвящено множество работ [6–9]. В случае трех ВВ выявлены особенности проявления известного физического феномена — явления самосинхронизации вращений всех ВВ [3–5, 10–11].

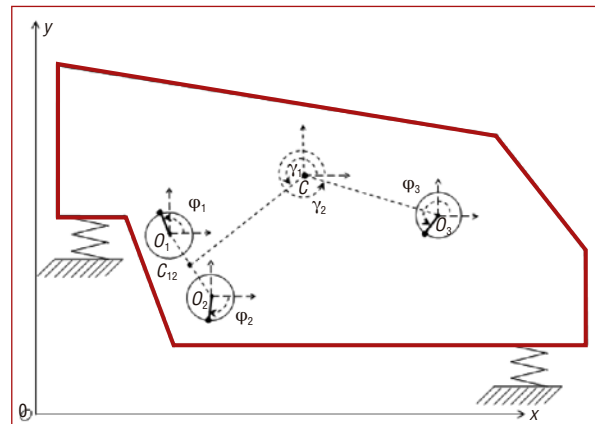


Рис. 2. Схема грохота с тремя вибровозбудителями

В основе математической модели лежит численное решение системы дифференциальных уравнений (1),

описывающих динамику ВТМ с n -дебалансными вибро-возбудителями [3–5], которая для случая трех ВВ и безударных нагрузок имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \ddot{x} = \frac{1}{M} \left[-k_x \dot{x} - k_{x\varphi} \dot{\varphi} - c_x x - c_{x\varphi} \varphi + \sum_{i=1}^3 m_i \varepsilon_i (\ddot{\varphi}_i \sin \varphi_i + \dot{\varphi}_i^2 \cos \varphi_i) \right], \\ \ddot{y} = \frac{1}{M} \left[-k_y \dot{y} - k_{y\varphi} \dot{\varphi} - c_y y - c_{y\varphi} \varphi + \sum_{i=1}^3 m_i \varepsilon_i (\dot{\varphi}_i^2 \sin \varphi_i - \ddot{\varphi}_i \cos \varphi_i) \right], \\ \ddot{\varphi} = \frac{1}{J} \left[-k_{x\varphi} \dot{x} - k_{y\varphi} \dot{y} - k_{\varphi} \dot{\varphi} - c_{x\varphi} x - c_{y\varphi} y - c_{\varphi} \varphi + \sum_{i=1}^3 m_i \varepsilon_i r_i (\dot{\varphi}_i^2 \sin(\varphi_i - \delta_i - \varphi) - \ddot{\varphi}_i \cos(\varphi_i - \delta_i - \varphi)) \right], \\ \ddot{\varphi}_i = \frac{1}{J_i} \left[I_i [L_i(\dot{\varphi}_i) - R_i(\dot{\varphi}_i)] + \frac{m_i \varepsilon_i}{J_i} [\dot{x} \sin \varphi_i - \dot{y} \cos \varphi_i - g \cos \varphi_i - r_i \ddot{\varphi} \cos(\varphi_i - \delta_i - \varphi) - r_i \dot{\varphi}_i^2 \sin(\varphi_i - \delta_i - \varphi)] \right], \end{cases} \quad (1)$$

где $M = M_{PO} + \sum_{i=1}^3 m_i$, $J = J_C + M_{PO} (x_C^2 + y_C^2) + \sum_{i=1}^3 m_i r_i^2$, $J_i = J_{C_i} + m_i \varepsilon_i^2$, ($i = 1, \dots, 3$).

Здесь x, y, φ, J_i — обобщенные координаты системы, где x, y — координаты центра масс рабочего органа (РО) ВТМ в некоторой декартовой системе координат, жестко связанной с фундаментом; φ — угол поворота РО относительно оси, восстановленной в центре масс; J_i — момент инерции i -го дебаланса вокруг оси электродвигателя; $L_i(\dot{\varphi}_i)$ — вращающий момент i -го дебаланса; $R_i(\dot{\varphi}_i)$ — момент сил сопротивления вращению для i -го дебаланса; I_i — индексы направления вращения i -го дебаланса, где значение индекса принимается равным единице для дебалансов, вращающихся против часовой стрелки (положительное направление), и минус единице — для дебалансов, вращающихся по часовой стрелке; M_{PO} — масса РО ВТМ; m_i — масса i -го дебаланса; x_C, y_C — координаты центра масс; J_C — момент инерции РО ВТМ относительно центра масс; J_{C_i} — момент инерции ротора i -го дебаланса относительно оси вращения; ε_i — радиус инерции i -го дебаланса относительно оси вращения; δ_i — угол, задающий положение i -го дебаланса; r_i — расстояние от центра масс до оси i -го дебаланса; $k_x, k_y, k_{\varphi}, k_{x\varphi}, k_{y\varphi}$ — коэффициенты жесткости упругих опорных элементов; $c_x, c_y, c_{\varphi}, c_{x\varphi}, c_{y\varphi}$ — коэффициенты вязкого сопротивления; g — ускорение свободного падения.

При моделировании пусковой динамики ВТМ с изменяемым расположением ВВ на РО было установлено следующее:

1. Траектория движения центра масс машины с тремя ВВ представляет собой в общем случае эллипс, параметры которого зависят от масс и радиусов инерции всех трех ВВ, причем направление вращения непарного ВВ определяет направление вращения центра масс.

2. Если непарный ВВ размещен в центре масс машины, то каждая точка РО движется поступательно, так что траектории всех точек РО представляют собой, по сути, один и тот же эллипс (рис. 3).

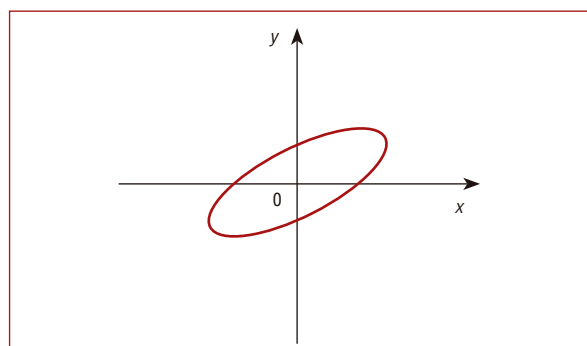


Рис. 3. Траектории движения рабочего органа грохота в случае установки непарного вибровозбудителя в центре масс

3. Если же непарный ВВ находится не в центре масс машины, то движение РО уже не будет поступательным, и разные точки будут двигаться по разным траекториям (рис. 4).

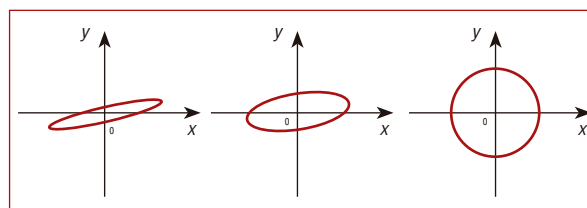


Рис. 4. Траектории движения рабочего органа грохота соответственно загрузочному концу, середине и разгрузочному концу

Отмеченную особенность движения рабочего органа можно использовать для получения положительного, с практической точки зрения, эффекта. В процессе численного моделирования удалось найти такое расположение ВВ на РО, при котором траектории движения РО в области загрузки, середине рабочей поверхности и в точке выгрузки имеют вид, представленный на рис. 4.

У такой машины движение сыпучего материала в области загрузки происходит преимущественно в горизонтальном направлении, что позволяет более эффективно разгрузить бункер. Далее транспортируемый материал, продвигаясь по рабочей поверхности, начинает все более испытывать на себе влияние вертикальной

составляющей, и по прибытии в разгрузочную правую часть подбрасывание материала достигает максимума, что обеспечивает наиболее эффективное грохочение.

Безусловно, для конкретных машин следует разрабатывать собственные, наиболее оптимальные схемы расположения вибровозбудителей на рабочем органе. Полученные результаты показывают, что постановка подобных задач для вибротранспортирующих машин с тремя вибровозбудителями имеет смысл и может иметь немалую практическую значимость, потому что высокая выработка щебнеочистительных комплек-

сов позволяет сокращать потребность в предоставлении «окон» для выполнения ремонтных работ в несколько раз.

Таким образом, при модернизации и разработке новых комплексов для глубокой очистки и замены щебня необходимо решать широкий круг задач, применяя самые передовые методы и наиболее перспективные разработки. **ИТ**

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 11-08-00053 а

Список литературы

1. ГОСТ 7392–2002. Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия. — Введ. 2003–04–01.
2. Попович М. В., Бугаенко В. М., Волковойнов Б. Г. и др. Путьевые машины : учебник для вузов ж.-д. транспорта / под ред. М. В. Поповича, В. М. Бугаенко. — М. : Желдориздат, 2008. — С. 229–280.
3. Румянцев С. А. Динамика переходных процессов и самосинхронизация движений вибрационных машин. — Екатеринбург : УрО РАН, 2003. — 134 с.
4. Румянцев С. А. Моделирование динамики переходных процессов самосинхронизирующихся вибрационных машин // Изв. вузов. Горный журнал. — 2003. — № 6. — С. 111–118.
5. Румянцев С. А. Совершенствование конструкции самосинхронизирующихся вибротранспортирующих машин на основе математического моделирования // Транспорт Урала. — 2004. — № 1. — С. 40–47.
6. Rumyantsev S., Tarasov D. Numerical Simulation of Non-linear Dynamics of Vibration Transport Machines in Case of Three Independently Rotating Vibration Exciters // Recent Advances in Applied Mathematics // Proceedings of the American Conference on Applied Mathematics (AMERICAN MATH '10)/Harvard University, USA, January 27–29, 2010, pp. 191–194.
7. Румянцев С. А., Тарасов Д. Ю., Шихов А. М. Особенности динамики вибротранспортирующих машин с тремя независимо вращающимися вибровозбудителями // Транспорт Урала. — 2010. — № 3 (26). — С. 47–50.
8. Румянцев С. А., Шихов А. М. Математическая модель одномассной вибротранспортирующей машины с тремя дебалансными вибровозбудителями как единой электромеханической системы «вибромашина — асинхронные электродвигатели» // Вестник УрГУПС. — 2011. — № 2 (10). — С. 13–17.
9. Румянцев С. А., Азаров Е. Б., Алексеева О. Н., Тарасов Д. Ю., Шихов А. М. Нелинейная динамика новых перспективных типов вибротранспортирующих машин с самосинхронизирующимися вибровозбудителями // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. — 2011. — № 4, ч. 2. — С. 302–304.
10. Блехман И. И. Синхронизация динамических систем. — М. : Наука, 1971. — 654 с.
11. Косолапов А. Н. Адаптивное свойство вибрационных машин с самосинхронизирующимися вибровозбудителями // Изв. вузов. Горный журнал. — 1989. — № 11.



**Ирина Викторовна
Еремина**
Irina V. Eremina

Контроль за трансфертными ценами в структуре ОАО «РЖД»

Control over transfer pricing in the structure of JSC RZD

Аннотация

Рассмотрен порядок определения и возможные проблемы применения трансфертных цен в ОАО «РЖД» в контексте изменений законодательства, вступивших в силу с 1 января 2012 года.

Ключевые слова: трансфертное ценообразование, взаимозависимые лица, сделка, налоговый контроль, методы признания цен рыночными.

Abstract

A procedure for determination and potential problems in application of transfer pricing in JSC RZD in the context of changes in the law, as entered into force on January 1, 2012, have been examined.

Keywords: transfer pricing, related parties, transaction, tax control, methods of recognition of market prices.

Авторы Authors

Ирина Викторовна Еремина, канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург; e-mail: ivmanohina@mail.ru

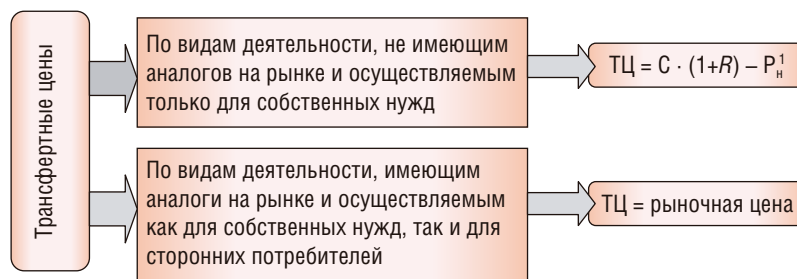
Irina Viktorovna Eremina, PhD in Economics, Associate Professor of Transport Economics Department, Ural State University of Railway Transport, e-mail: ivmanohina@mail.ru

С 1 января прошлого года введена новая редакция Налогового кодекса РФ. В частности, вступили в силу положения нового раздела, предусматривающего новые правила определения рыночных цен для целей налогообложения при совершении сделок между взаимозависимыми лицами. Принятые изменения направлены на повышение эффективности государственного контроля в области трансфертного ценообразования. Закон не содержит данного термина, однако, в соответствии с международной практикой, под трансфертным ценообразованием понимается «реализация товаров или услуг по ценам, отличным от рыночных» [1]. В рамках этого определения и цены при сделках между филиалами, подразделениями, подконтрольными фирмами одной компании.

Внутри ОАО «РЖД» трансфертное ценообразование широко применяется. На сегодняшний день это установление «условных цен», не подразумевающих реального движения денежных средств и выставления счетов внутри организации.

Использование таких цен, с одной стороны, позволяет регулировать спрос и предложение на услуги подразделений и, следовательно, определять количество ресурсов, необходимых для предоставления этих услуг в рамках управленческой деятельности, с другой стороны, приводит к перераспределению налоговой базы этих подразделений.

Как указано на рис. 1, по видам деятельности, имеющим аналоги на рынке и осуществляемым как для собственных нужд, так и для сторон-



¹ где ТЦ — трансфертная цена; С — себестоимость вида деятельности; R — рентабельность; P_н — непроизводительные расходы

Рис. 1. Порядок расчета трансфертных цен в ОАО «РЖД»

них потребителей, трансфертные цены определяются в соответствии с внешними условиями, то есть должны совпадать с рыночными [2].

Для определения соответствия цен сделки рыночным ФНС России вправе использовать пять методов, приведенных в табл. 1.

Необходимо отметить, что два последних метода являются новыми. Первые три были предусмотрены ст. 40 НК РФ. Правила использования всех этих методов регламентируются гл. 14.3 НК РФ.

Что же касается видов деятельности, не имеющих аналогов на рынке и осуществляемых только для собственных нужд, расчет трансфертной цены основывается на затратном подходе методом маржинальных затрат [3]. В качестве маржи выступает рентабельность деятельности конкретного подразделения. Именно эта величина и представляет наибольший интерес.

Основной задачей трансфертных цен в ОАО «РЖД» является стимулирование структурных подразделений выполнять свои функции на высшем уровне с наименьшими расходами.

При этом головной организации необходимо оказывать влияние на предельно допустимые ко-

лебания рентабельности отдельных подразделений, чтобы не вызывать нареканий со стороны налоговых органов, то есть установить верхнюю и нижнюю границу рентабельности по структурным подразделениям. Таким образом, в данном случае цены будут определяться не рынком, а административными решениями центра ОАО «РЖД», а значит, могут не совпадать с рыночными. Совпадение цен означает соответствие трансфертных цен «правилу вытянутой руки», в соответствии с которым трансфертная цена должна быть установлена на уровне цены, которую могли бы установить по соглашению независимые стороны при тех же или подобных условиях на рынке. Несоблюдение «правил вытянутой руки» противоречит законодательству и может наказываться налоговыми органами.

С 1 января 2012 года проверять соответствие цен рыночным в рамках выездной или камеральной проверки запрещено. Для этой цели установлен новый вид налоговых проверок: проверка полноты исчисления и уплаты налогов в связи с совершением сделок между взаимозависимыми лицами [4].

Поскольку в целях налогообложения взаимозависимыми признаются лица, «если особенности отношений между ними могут оказывать влияние на условия или результаты сделок между ними, экономические результаты их деятельности», то взаимоотношения структурных подразделений внутри ОАО «РЖД»,

Методы определения соответствия цен рыночным

Наименование метода	Краткая характеристика
1. Метод сопоставимых рыночных цен	Для применения данного метода будет достаточно по крайней мере одной сделки, удовлетворяющей критериям сопоставимости, при условии, что продавец в данной сопоставимой сделке не занимает доминирующего положения на рынке
2. Метод цены последующей реализации	Будет применяться для определения рыночного характера цены, по которой покупатель приобретает у взаимозависимого лица товары и реализует их независимому лицу. При использовании данного метода показатель валовой рентабельности, полученной перепродавцом в рамках контролируемой сделки, подлежит сравнению с интервалом рыночной рентабельности, устанавливаемым на основе информации по неконтролируемым сопоставимым сделкам
3. Затратный метод	Будет применяться преимущественно в отношении сделок по оказанию услуг, за исключением случаев, когда используются объекты нематериальных активов, оказывающие существенное влияние на уровень рентабельности. При этом проводится сопоставление валовой рентабельности затрат тестируемого лица с интервалом рыночной рентабельности
4. Метод сопоставимой рентабельности	Может использоваться, в частности, в случае невозможности обеспечить достаточную сопоставимость данных бухгалтерского учета, на основе которых можно достоверно определить интервал рентабельности в порядке, предусмотренном методом цены последующей реализации и затратным методом. Кроме того, при применении данного метода тестируемой должна быть выбрана компания, которая в сравнении со второй стороной сделки осуществляет меньше функций, принимает меньшие экономические (коммерческие) риски и не владеет объектами нематериальных активов, оказывающими существенное влияние на уровень рентабельности. Для целей применения данного метода могут использоваться следующие показатели рентабельности: рентабельность продаж, валовая рентабельность коммерческих и управленческих расходов (если перепродавец несет незначительные коммерческие риски), рентабельность затрат и рентабельность активов. Также разрешается применение других показателей рентабельности при условии, что их использование является обоснованным с точки зрения функционального анализа
5. Метод распределения прибыли	Применяется при невозможности использовать другие методы, а также когда стороны сделки совместно владеют объектами интеллектуальной собственности. Разрешается использовать две разновидности данного метода: распределение совокупной прибыли и распределение остаточной прибыли. Распределение прибыли между сторонами контролируемой сделки производится на основе оценки вклада сторон в совокупную прибыль по анализируемой сделке путем оценки следующих критериев: <ul style="list-style-type: none"> ● размер осуществленных стороной контролируемой сделки затрат на создание уникальных нематериальных активов, использование которых непосредственно влияет на величину фактически полученной прибыли от продаж по контролируемой сделке; ● численность персонала, непосредственно влияющая на величину фактически полученной прибыли от продаж по контролируемой сделке; ● рыночная стоимость активов, использование которых непосредственно влияет на величину фактически полученной прибыли от продаж по контролируемой сделке; ● другие показатели, отражающие взаимосвязь между функциями, активами и рисками и величиной полученной прибыли

Таблица 2

Условия признания организаций взаимозависимыми в соответствии со ст. 105.1 и 105.2 НК РФ

Имущественные отношения	Участие в управлении организацией
<ul style="list-style-type: none"> ● прямое или косвенное участие одной организации в другой организации с долей участия более 25%; ● прямое или косвенное участие в этих организациях одного и того же лица с долей участия более 25% 	<ul style="list-style-type: none"> ● одно и то же лицо осуществляет функции единоличного исполнительного органа в этих организациях; ● единоличные исполнительные органы либо не менее 50 % состава коллегиального исполнительного органа или совета директоров (наблюдательного совета) этих организаций назначены (избраны) по решению одного и того же лица; ● более 50 % состава совета директоров (наблюдательного совета) этих организаций составляют одни и те же физические лица совместно с их родственниками

Характеристика проверки полноты исчисления и уплаты налогов в связи с совершением сделок между взаимозависимыми лицами [1]

Показатель	Характеристика показателя
Основание для проведения проверки	Уведомление о контролируемых сделках налогоплательщика или аналогичное извещение налогового органа, выявившего контролируемую сделку при проведении проверки. Выявление контролируемой сделки при проведении Федеральной налоговой службой повторной выездной налоговой проверки в порядке контроля за деятельностью нижестоящего налогового органа, проводившего проверку
Срок вынесения решения о проведении проверки	Решение может быть вынесено не позднее двух лет со дня получения соответствующего уведомления или извещения
Срок уведомления налогоплательщика о вынесенном решении	В течение трех дней со дня его принятия
Возможность проведения повторной проверки	Налоговый орган не вправе проводить две и более проверки в отношении одной сделки (группы однородных сделок) за один и тот же календарный год. Если у налогоплательщика по результатам проверки было установлено соответствие условий контролируемой сделки (группы однородных сделок) условиям сделок между лицами, не являющимися взаимозависимыми, в отношении указанной сделки (группы однородных сделок) не могут быть осуществлены проверки у налогоплательщиков, являющихся другими сторонами сделки в отношении этой сделки (группы однородных сделок). Проведение проверки в отношении сделки, совершенной в налоговом периоде, не препятствует проведению выездных и (или) камеральных налоговых проверок за этот же налоговый период
Срок проведения проверки	Проверка проводится в срок, не превышающий 6 месяцев. В исключительных случаях указанный срок может быть продлен до 12 месяцев по решению руководителя (заместителя руководителя) ФНС
Период проведения проверки	В рамках проверки могут быть проверены контролируемые сделки, совершенные в период, не превышающий трех календарных лет, предшествующих году, в котором вынесено решение о проведении проверки
Порядок применения методов для определения сопоставимости коммерческих и (или) финансовых условий контролируемых сделок с условиями сопоставляемых сделок	При проверке налоговый орган должен применить те же предусмотренные Налоговым кодексом методы (комбинацию методов), что и налогоплательщик. Применение иного метода (комбинации методов) возможно только в том случае, если налоговый орган докажет, что примененный налогоплательщиком метод не позволяет определить сопоставимость коммерческих и (или) финансовых условий контролируемой сделки с условиями сопоставляемых сделок
Порядок истребования документов для проведения проверки	Налоговый орган вправе направить требование о представлении документации в отношении проверяемой сделки (группы однородных сделок). Истребуемая документация представляется налогоплательщиком в течение 30 дней со дня получения требования. Должностное лицо налогового органа, проводящее проверку, вправе истребовать документы (информацию) у участников проверяемых сделок, располагающих документами (информацией), касающимися (касающейся) этих сделок в порядке, аналогичном порядку истребования документов, установленному ст. 93.1 НК
Порядок составления справки о проведенной проверке и акта проверки	Справка о проведенной проверке и акт проверки составляются в порядке, аналогичном порядку составления соответствующей справки и акта выездной (камеральной) налоговой проверки. Акт проверки составляется в случае, если по результатам проверки были выявлены факты отклонения цены, примененной в сделке, от рыночной цены, которые привели к занижению суммы налога, в течение двух месяцев со дня составления справки о проведенной проверке. Акт проверки должен содержать также документально подтвержденные факты отклонения цены, примененной в сделке, от рыночной, а также обоснование того, что это отклонение повлекло занижение суммы налога, и расчет суммы такого занижения
Срок направления налогоплательщиком возражений по акту проверки	В течение 20 дней со дня получения акта проверки
Порядок рассмотрения материалов проверки и принятия решения по результатам проверки	Рассмотрение акта, других материалов проверки и письменных возражений по акту, которые представлены налогоплательщиком, а также принятие решения по результатам проверки осуществляется в порядке, аналогичном порядку рассмотрения материалов налоговой проверки, предусмотренному ст. 101 НК

а также взаимоотношения с зависимыми и дочерними обществами этой организации соответствуют приведенному критерию. При этом наиболее распространенной формой взаимной зависимости лиц, согласно закону № 227-ФЗ, являются имущественные отношения, связанные с участием в уставном (складочном) капитале организации, либо ситуации участия в управлении и принятия решений, связанных с хозяйственной деятельностью организации [5]. В обобщенном виде условия признания организаций взаимозависимыми представлены в табл. 2.

Проверка полноты исчисления и уплаты налогов в связи с совершением сделок между взаимозависимыми лицами является специальным видом налогового контроля и проводится отдельно от выездных и камеральных проверок нало-

говым органом по месту нахождения налогоплательщика. Контроль соответствия цен, примененных в контролируемых сделках, рыночным ценам не может быть предметом выездных и камеральных проверок. Известно, что ОАО «РЖД» имеет разветвленную структуру: центральный аппарат, дочерние и зависимые общества, представительства за рубежом и филиалы. В связи с этим данная организация имеет множество связей, которые соответствуют отношениям между взаимозависимыми лицами.

Налоговым кодексом установлены основания, сроки, порядок проведения и вынесения решения по таким проверкам (табл. 3).

Материалы и сведения, полученные налоговым органом при осуществлении мероприятий налогового контроля в связи с совершением сделки между взаимозависимыми

лицами, могут быть использованы при проведении проверки иных лиц, являющихся участниками этой же контролируемой сделки.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что дополнение мер налогового контроля особым видом проверки не преследует цели ужесточения налогового администрирования. Налоговики подчеркивают, что целью данного нововведения является регулирование вопросов ценообразования для целей налогообложения в соответствии с международными принципами. В новых условиях ОАО «РЖД» необходимо выработать минимальные критерии для заключения специальных ценовых соглашений между его структурными подразделениями с целью выявления оптимального баланса его интересов и интересов государства (налоговых органов). **ИТ**

Список литературы

1. Касаткин Д. М. Инструменты реализации финансовых интересов государства и корпораций в области трансфертного ценообразования в РФ : автореф. дис. ... канд. экон. наук. — 2005. — 26 с.
2. Терехова В. А. Об отдельных изменениях в законодательных актах Российской Федерации и их взаимосвязи с финансовыми показателями // Все для бухгалтера. — 2011. — № 12.
3. Кирова О. А. Новые правила налогового контроля за применением цен по сделкам // Налоговая политика и практика. — 2011. — № 11. — С. 29–31.
4. Налоговый кодекс РФ (часть первая) : Федеральный закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ (в ред. от 28.12.2010).
5. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием принципов определения цен для целей налогообложения : Федеральный закон от 18.07.2011 № 227-ФЗ.



**Александр Андреевич
Шапран**

Alexander A. Shapran



**Роман Федорович
Сергеев**

Roman F. Sergeev

К вопросу исследования динамического режима следящих систем

On the question of studying the dynamic mode of servo systems

Аннотация

Статья посвящена решению проблемы построения системы управления следящим приводом, изложен подход к ее реализации. Целью поставленной задачи является достижение высокой точности воспроизведений заданного закона движения. Разработка такой системы и синтез закона управления должны обеспечить качественное функционирование в сочетании с высокими динамическими свойствами приводимого механизма. Поскольку такие системы работают в тяжелых динамических режимах, к ним предъявляются повышенные требования, в первую очередь по точности. В статье изложен метод разработки закона управления для системы с переменным дифференцированием и обоснован подход к исследованию такой системы из условий требуемого качества ее функционирования. Решение поставленной задачи позволяет синтезировать закон управления системой, обеспечивающий ее высокие динамические свойства.

Ключевые слова: оптимизация, динамичность, устойчивость, система управления следящим приводом.

Abstract

The article addresses the issue of creating a servo control system; an approach to its development is suggested. The purpose of this task is to achieve high accuracy of reproduction of the given law of motion. Development of such a system and synthesis of control law shall ensure quality operation combined with high dynamic properties of the driven machine. Since such systems operate under severe dynamic conditions, they are faced increased requirements, especially in terms of accuracy. The article describes the method of developing the control law for a system with variable differentiation, and an approach to the study of such a system based on the conditions of the required quality of its operation is substantiated. Solution of the task allows to synthesize control law of the system, ensuring its high dynamic properties.

Keywords: optimization, dynamics, stability, servo drive control system.

Авторы Authors

Александр Андреевич Шапран, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры «Мехатроника» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург | **Роман Федорович Сергеев**, инженер, заведующий лабораториями кафедры «Мехатроника» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург.

Alexander Andreyevich Shapran, PhD in Engineering, Senior Research Fellow, Professor of Mechatronics Department, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg | **Roman Fedorovich Sergeev**, engineer, head of laboratories of Mechatronics Department, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg.

Системы управления следящими приводами, предназначенными для отработки требуемого закона движения с заданной точностью, должны обладать высокими динамическими свойствами, в первую очередь обеспечивать высокое быстродействие.

Подход к построению одного из вариантов такой системы был рассмотрен в работах [1, 2]. Но изложенный в данных работах метод, предназначенный для высокомоментных приводов, работающих в режиме переменных нагрузок, основан на релейном характере управления. Следовательно, он предусматривает ступенчатое изменение управляющего воздействия, а потому мало пригоден для следящего режима отработки, требующего более высокой динамичности.

Другой достаточно широко известный вариант управления имеет в основе построение системы с переменным дифференцированием [3–5], структурная схема которой может иметь вид, изображенный на рис. 1.

Здесь k_0 — коэффициент передачи датчика угла рассогласования, K_{y1} — коэффициент усиления регулятора якорной цепи электропривода, K_{y2} — коэффициент усиления регулятора цепи возбуждения, k_{Tr1} — коэффициент передачи тахогенератора Тг1, k_{Tr2} — коэффициент передачи тахогенератора Тг2, $K_{ред}$ — коэффициент передачи редуктора, $W_d(p)$ — передаточная функция двигателя, при этом:

$$W_d(p) = \frac{\varphi_d(p)}{U(p)} = \frac{K_d}{T_3 T_M p^3 + T_M p^2 + p},$$

где U — напряжение на якоре двигателя, φ_d — угол поворота двигателя, K_d — коэффициент передачи двигателя, T_3 — электрическая постоянная времени двигателя, T_M — механическая постоянная времени двигателя.

Движение элементов системы согласно приведенной структурной схеме описывается следующими уравнениями:

1) уравнением датчика угла рассогласования:

$$U_2 = k_0 \varphi = k_0 (\varphi_1 - \varphi_2),$$

где φ_1 и φ_2 — углы поворота командной и исполнительной осей соответственно; при этом $\varphi_1 - \varphi_2 = \varepsilon$ — ошибка;

2) уравнением регулятора якорной цепи:

$$U = K_{y1} U_1,$$

где U_1 — напряжение на входе регулятора якорной цепи;

3) уравнением тахогенератора Тг1:

$$U_{Tr1} = k_{Tr1} \frac{d\varphi_d}{dt},$$

4) уравнением тахогенератора Тг2:

$$U_{Tr2} = K_B K_{y2} U_2 \times k_{Tr2} \frac{d\varphi_d}{dt} = U_{B Tr2} \times U_K,$$

где K_B — коэффициент возбуждения;

5) уравнением редуктора:

$$\varphi_2 = K_{ред} \varphi_d;$$

6) уравнением двигателя:

$$T_3 T_M \frac{d^3 \varphi_d}{dt^3} + T_M \frac{d^2 \varphi_d}{dt^2} + \frac{d\varphi_d}{dt} = K_d U.$$

Одно из уравнений — уравнение цепи коррекции напряжения U_{Tr2} — нелинейное, ввиду того что тахогенератор Тг2 управляется по двум каналам, выходные сигналы которых перемножаются, то есть объединяются нелинейной функцией. Выходные обмотки тахогенераторов включены последовательно встречно, поэтому суммар-

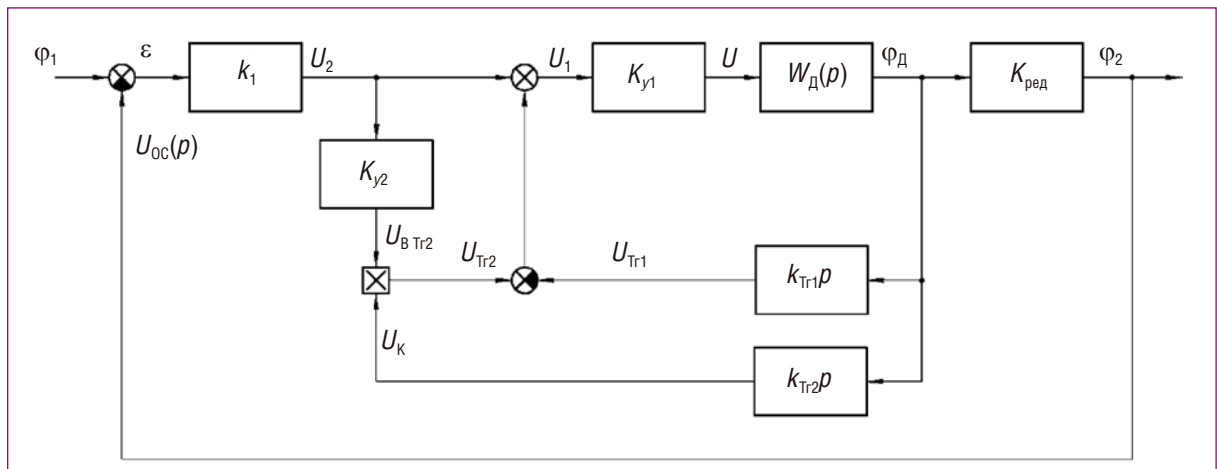


Рис. 1. Структурная схема системы с переменным дифференцированием

ное напряжение, снимаемое с тахогенераторов, определяется как разность $U_{Tr2} - U_{Tr1}$, которая, в свою очередь, суммируется с напряжением, снимаемым с датчика угла рассогласования:

$$U_1 = U_2 + (U_{Tr2} - U_{Tr1}).$$

Тогда при больших значениях угла рассогласования φ (ошибке ε) справедливо неравенство $U_{Tr2} > U_{Tr1}$, так как ток в обмотке возбуждения Тг2 пропорционален углу рассогласования φ . Следовательно, суммарный сигнал на входе регулятора якорной цепи $U_1 > U_2$, что обеспечивает большую скорость протекания процесса управления. При малом угле рассогласования, когда $U_{Tr2} < U_{Tr1}$, $U_1 < U_2$ и система работает с пониженной скоростью. При каком-то среднем значении величины угла рассогласования соблюдается равенство $U_{Tr2} = U_{Tr1}$, в этом случае $U_1 = U_2$ и система работает со средней скоростью. Таким образом, скорость отработки, как и в каждой непрерывной системе, изменяется по мере уменьшения угла рассогласования. Но в отличие от линейной, данная система предусматривает форсирование отработки при большом рассогласовании и торможение при малом, что делает систему существенно нелинейной, но в противоположность релейной системе сохраняет ее аналоговый характер, обеспечивая плавное изменение как управляющего воздействия, так и управляемой величины.

Физическая реализация такого способа управления связана с проблемой обеспечения условий устойчивости, для решения которой может быть применен прямой метод Ляпунова.

Дифференциальное уравнение, описывающее динамику системы, будет нелинейным и имеет вид выражения:

$$(T_3 T_M p^3 + T_M p^2 + T_0 p + K_1) \varphi_2 - K_2 (\varphi_1 - \varphi_2) p \varphi_2 = K_D \varphi_1,$$

где $K_1 = K_{y1} K_D K_{ред} k_0$; $K_2 = K_{y1} K_D k_0 K_B K_{y2} k_{Tr2}$; $T_0 = 1 + K_{y1} K_D k_{Tr2}$.

Тогда, введя обозначения $\varphi_1 = x$, $\varphi_2 = y$, уравнение движения системы запишется как:

$$T_3 T_M \frac{d^3 y}{dt^3} + T_M \frac{d^2 y}{dt^2} + T_0 \frac{dy}{dt} + K_1 y = K_D + K_2 (x - y) \frac{dy}{dt}.$$

Здесь $x - y = \varepsilon$, а при $x = 0$, $\varepsilon = -y$ и последнее выражение примет вид:

$$T_3 T_M \frac{d^3 y}{dt^3} + T_M \frac{d^2 y}{dt^2} + T_0 \frac{dy}{dt} + K_1 y = -K_2 y \frac{dy}{dt}.$$

Обозначим $y = y_1$, $\frac{dy_1}{dt} = y_2$, $\frac{d^2 y_1}{dt^2} = \frac{dy_2}{dt} = y_3$. Тогда движение системы может быть описано системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = y_2, \\ \frac{dy_2}{dt} = y_3, \\ \frac{dy_3}{dt} = -\frac{K_2}{T_3 T_M} y_1 y_2 - \frac{K_1}{T_3 T_M} y_1 - \frac{T_0}{T_3 T_M} y_2 - \frac{1}{T_3} y_3. \end{cases}$$

Для данной системы функцию Ляпунова можно обозначить как

$$V = y_1^2 + y_2^2 + y_3^2,$$

где V всегда положительно ($V > 0$).

Тогда для устойчивости движения системы необходимо и достаточно, чтобы производная функции Ляпунова по времени была отрицательна, то есть условием устойчивости будет

$$\frac{dV}{dt} < 0.$$

Производная функции Ляпунова находится как

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dy_1} \frac{dy_1}{dt} + \frac{dV}{dy_2} \frac{dy_2}{dt} + \frac{dV}{dy_3} \frac{dy_3}{dt},$$

следовательно,

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= 2y_1 y_2 + 2y_2 y_3 - \\ &- 2y_3 \left(\frac{K_2}{T_3 T_M} y_1 y_2 + \frac{K_1}{T_3 T_M} y_1 + \frac{T_0}{T_3 T_M} y_2 + \frac{1}{T_3} y_3 \right). \end{aligned}$$

Из последнего выражения очевидно, что движение системы не может считаться устойчивым в целом, так как знак производной функции Ляпунова в общем случае будет зависеть от характера протекания переходного процесса в системе (апериодический или колебательный), а также от соотношения между собой параметров всех элементов системы.

Анализ полученного выражения производной функции Ляпунова для реальных элементов обнаруживает вполне приемлемые условия устойчивости. Нахождение же областей конкретных допустимых изменений значений параметров системы, отвечающих устойчивому состоянию движения системы, может стать предметом дальнейшего исследования. **ИТ**

Список литературы

1. Шапран А. А., Новикова Н. Б. Задача построения системы двухканального управления электрическим приводом постоянного тока // Вестник УрГУПС. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2011. — № 4.
2. Шапран А. А. Проблема устойчивости системы двухканального управления электрическим приводом // Вестник УрГУПС. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2012. — № 2.
3. Чиликин М. Г., Сандлер А. С. Общий курс электропривода. — М. : Энергоиздат, 1981.
4. Чиликин М. Г., Ключев В. И., Сандлер А. С. Основы автоматизированного электропривода. — М. : Энергоиздат, 1974.
5. Попков С. Л. Следящие системы. — М. : Высшая школа, 1963.



**Ольга Ивановна
Нигаматова**
Olga I. Nigmatova



**Дмитрий Николаевич
Смердов**
Dmitry N. Smerdov

К вопросу оценки технического состояния автодорожных мостовых сооружений

On evaluation of the technical state of highway bridge structures

Аннотация

В статье рассмотрены основные показатели технического состояния, на основании которых выполняется оценка состояния автодорожных мостовых сооружений.

Ключевые слова: мостовое сооружение, диагностика, оценка технического состояния.

Abstract

The article examines the main indicators of technical condition based on which the state of highway bridge structures is estimated.

Keywords: bridge structure, diagnosis, evaluation of technical condition.

Авторы Authors

Ольга Ивановна Нигаматова, аспирант, инженер ПИИ «Транспромпроект» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург | Дмитрий Николаевич Смердов, канд. техн. наук, ведущий инженер ПИИ «Транспромпроект» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург

Olga Ivanovna Nigmatova, postgraduate student, engineer of PII Transpromproekt, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg | Dmitry Nikolaevich Smerdov, PhD in Engineering, senior engineer of PII Transpromproekt, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg

В процессе эксплуатации мостовые сооружения подвергаются воздействию агрессивных факторов окружающей среды, постоянных и временных нагрузок. В результате в элементах мостовых сооружений появляются деформации и повреждения, которые могут влиять на их долговечность и грузоподъемность. Таким образом, с изменением времени ухудшается техническое состояние мостовых сооружений. Основными показателями технического состояния мостовых сооружений являются безопасность (безопасность эксплуатации), безотказность (грузоподъемность), долговечность и ремонтпригодность [6]. Благодаря оценке технического состояния становится возможным обоснованно и своевременно принимать оптимальные решения по планово-предупредительным работам (ППР), ремонту, капитальному ремонту и реконструкции мостовых сооружений с целью продления срока их эксплуатации и обеспечения требуемой грузоподъемности.

Важным моментом в определении оценки технического состояния мостовых конструкций является автоматизирование процесса надзора за мостовыми конструкциями. Первая российская система управления состоянием мостов была введена в 1969 г. Основной задачей базы данных мостов (БДМ) являлась подготовка текущей информации о мостах, с помощью которой выносились решения о необходимости того или иного мероприятия (ремонт, реконструкция и т. д.) [6].

Основной целью системы управления эксплуатацией мостов (СУЭМ) является обеспечение эффективности управления, которое позволит улучшить транспортно-эксплуатационное состояние сооружений и повысить качество услуг, предоставляемых пользователям дорог.

В частности, в указанной цели подразумевается достижение вполне конкретных целевых показателей, приведенных в табл. 1.

Система управления состоянием мостов является важнейшим элементом системы управления дорожным хозяйством России, поскольку она направлена на продление срока службы сооружений и повышение работоспособности конструкций с увеличением периода эксплуатации до ремонта. Улучшение показателей долговечности непосредственно связано с сохранением эксплуатируемых мостовых сооружений, а следовательно, с рациональным расходованием средств, выделяемых на дорожное хозяйство.

Цели и задачи системы управления состоянием мостов вытекают из объективных условий накопления во времени повреждений в конструкциях [6]. Регулирование объема работ и финансирования, можно выполнять



Мост через ручей на км 58+539 автомобильной дороги Казань – Оренбург. Средняя часть моста арочная бесшарнирная, постройки 1907 г. В 2005 г. произведено уширение пролетного строения ж/б плитами с обеих сторон

Таблица 1

Целевые показатели (% сооружений) программы совершенствования СУЭМ*

Характеристика потребительских свойств мостовых сооружений	Ретроспектива			2005–2006 гг.		2010 г.
	1995–1997 гг.	2000–2001 гг.	2002 г.	план	факт	
Безопасность:						
● аварийное состояние по критерию «габарит»	25–30	15	10	0	5	0
● неудовлетворительное состояние по критерию «габарит»	20–25	20	15	10	12	≤ 10
● неработоспособное ограждение	~65–70	50	30	20	25	0–5
● разрушенные деформационные швы	35–40	25	20	10	20	≤ 10
Грузоподъемность:						
● сооружения с проектными нагрузками Н-18, НК-80 и выше	65–70	80	85	90	85	≥ 90
● фактическая грузоподъемность $Q > 30$ т	18–20	20	24	30	26–27	≥ 50
● то же, $Q < 15$ т	10	8	5	≤ 3	5	0
Долговечность, г.:						
● работоспособность	15–18	26	27	30	28	≥ 35
● предельный срок службы	35–37	49	~51	55	50	60–65
Общая оценка состояния:						
● «аварийно»	5–6	~1	0,6	0,2–0,3	0,5	0–0,1
● «неудовлетворительно»	18–19	18	16–17	15	21,5	≤ 10
● «удовлетворительно»	53–57	58	58–60	60	53	<50
● «хорошо», «отлично»	22–23	23	24	30	25	≥ 40
Обеспечение расчетной скорости движения по мостам, км/ч	30–35	45–50	50–60	60–65	< 50	≥ 75

* В 2005 г. ФГУП «РосдорНИИ» подготовлена «Программа совершенствования системы управления эксплуатацией мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог (на период 2006–2010 гг.)», которая находится на рассмотрении в Федеральном дорожном агентстве Минтранса России [6].

работы по содержанию (в частности ППР), ремонту, капитальному ремонту и реконструкции в экономически обоснованные сроки в необходимом объеме.

Изучение технического состояния мостов требует анализа каждого показателя его оценки. Проверки соответствия качества мостового сооружения осуществляются проведением технической диагностики на всех этапах жизненного цикла объекта в виде технических осмотров и обследований, входящих в систему надзора.

Основными задачами обследований мостовых сооружений являются:

- оценка технического состояния;
- определение категории технического состояния;
- разработка рекомендаций по устранению и предупреждению возникновения дефектов;

- определение сроков и видов ремонтных работ;
- разработка рекомендаций по дальнейшему режиму их эксплуатации.

При оценке технического состояния искусственных сооружений выполняются следующие виды работ, представленные в табл. 2.

По результатам оценки технического состояния по отдельным показателям назначается общая балльная оценка технического состояния по ОДМ 218.3.014–2011. В ОДМ предусмотрена шестибалльная система оценки технического состояния по каждому из рассматриваемых показателей. Соответствие общей балльной оценки технического состояния мостового сооружения по видам технического состояния приведено в табл. 3 [3].

Виды работ при оценке технического состояния искусственных сооружений

Основные виды работ	Перечень выполняемых работ
Изучение и анализ технической документации на сооружение	<ul style="list-style-type: none"> ● изучение и анализ проектной документации; ● изучение и анализ исполнительной документации; ● изучение и анализ результатов предыдущих обследований
Обмерные работы	<ul style="list-style-type: none"> ● определение основных размеров сооружения, его конструкций и элементов; ● измерение габарита приближения строений и элементов мостового полотна
Геодезические измерения	<ul style="list-style-type: none"> ● определение толщины слоев дорожной одежды на проезжей части; ● измерение продольных и поперечных уклонов покрытия проезжей части на сооружении и на подходах; ● измерение угла пересечения или угла косины сооружения
Обследование визуально доступных конструкций сооружения с выявлением дефектов	<ul style="list-style-type: none"> ● обследование элементов мостового полотна, пролетных строений, видимой части опор, опорных частей, антисейсмических устройств, смотровых и эксплуатационных обустройств, а также конусов и подмостового пространства; ● оценка повреждения несущих элементов, влияющих на несущую способность: механические, силовые, коррозионные; ● выявление затруднения для предусмотренных проектом деформаций и перемещений пролетных строений и опор; ● просадки и повороты опор
Приборное и инструментальное обследование конструкций	<ul style="list-style-type: none"> ● проверка соответствия положения опорных частей на опорах требованиям проекта; ● выполнение измерений, необходимых для определения фактического состояния конструкций искусственного сооружения; ● измерение трещин; ● измерение ослабления сечений в местах коррозии; ● определение прочности бетона
Обработка данных по обследованию	<ul style="list-style-type: none"> ● составление продольной схемы сооружения; ● составление поперечных сечений сооружения; ● составление ведомости дефектов; ● обработка результатов геодезических измерений
Расчетно-конструкторские работы	<ul style="list-style-type: none"> ● расчетно-конструкторские работы, определение грузоподъемности сооружения
Разработка технического заключения и рекомендаций	<ul style="list-style-type: none"> ● анализ состояния конструкций сооружения, определение общей оценки его технического состояния, разработка технического заключения и рекомендаций по дальнейшей эксплуатации, назначение режима эксплуатации
Составление отчетной документации по результатам работы	<ul style="list-style-type: none"> ● технические сведения о мостовом сооружении; ● сведения о дефектах; ● сведения о работах нормативного содержания; ● сведения для расчета условий пропуска нагрузок; ● составление пояснительной записки

О. И. Нисаматова, Д. Н. Смердов | К вопросу оценки технического состояния автодорожных мостовых сооружений

Общая оценка технического состояния мостовых сооружений выражается категорией технического состояния, которая назначается с учетом совокупности подверженных изменению в процессе эксплуатации основных свойств мостового сооружения. Каждое свойство характеризуется в данный момент времени показателями технического состояния, которые можно представить частными оценками технического состояния по критериям «безопасность эксплуатации», «безотказность (грузоподъемность)» и «долговечность».

Каждая категория технического состояния качественно отражает уровень надежности мостового сооружения, а частные оценки — качественное соответствие отдельно по каждому показателю. Для грузоподъемности это допустимые классы нагрузок АК и НК (по СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы». Актуализированная редакция СНиП 2.05.03–84) [6], а также предельные массы автотранспортных средств, пропускаемых по мосту. Схема нормативных нагрузок АК и НК от автотранспортных средств на автомобильных дорогах общего

Таблица 3

Соответствие балльной оценки технического состояния мостового сооружения по видам технического состояния

Балльная оценка	Техническое состояние	Вид технического состояния		
5	Отличное	Исправное	Работоспособное	
4	Хорошее			
3	Удовлетворительное	Неисправное	Ограниченно работоспособное	
2	Неудовлетворительное			
1	Непригодное для нормальной эксплуатации (предаварийное)		Неработоспособное	
0	Аварийное	Предельное		

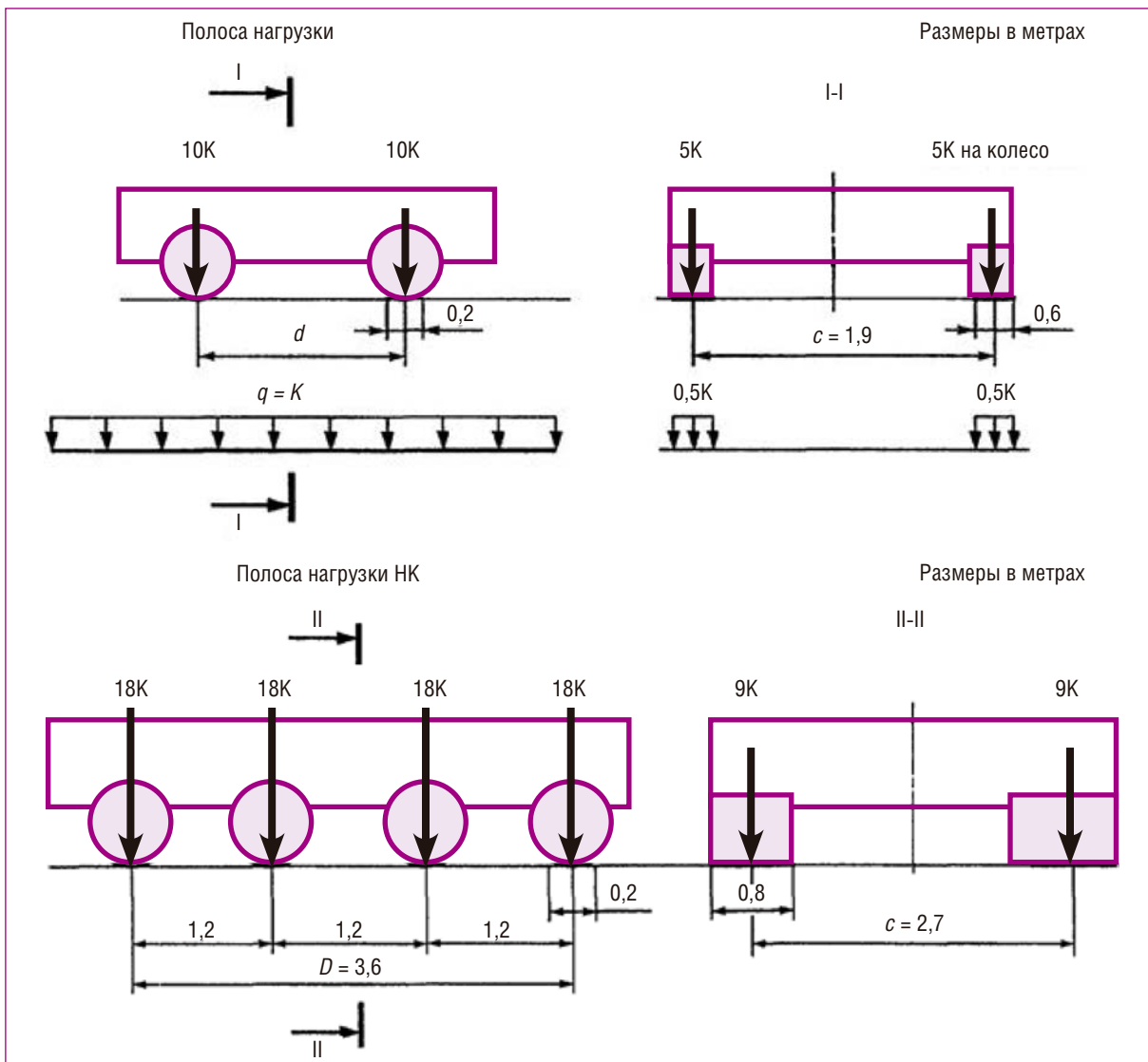
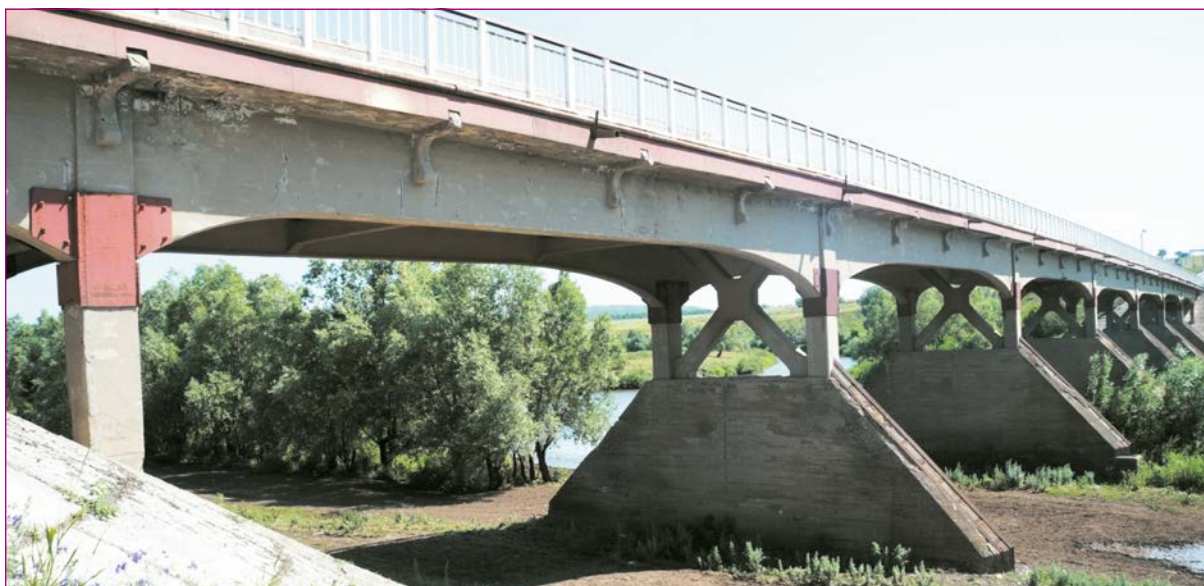


Рис. 1. Схема нормативной нагрузки для расчета дорожной одежды и мостовых сооружений:
 а — нагрузка АК; б — нагрузка НК; d — база для нагрузки АК, м; c — ширина колеи нагрузки, м; q — равномерно распределенная нагрузка вдоль дороги (сооружения), кН/м; D — база для нагрузки НК, м

О. И. Нигаматова, Д. Н. Смердов | К вопросу оценки технического состояния автодорожных мостовых сооружений



Мост через р. Шешма в п. Ленино в Республике Татарстан 1913 г. постройки. Пролетные строения рамно-консольные

пользования представлена на рис. 1. Для безопасности движения — максимальная допустимая скорость, для пропускной способности — число полос и режим движения автотранспорта по ним.

Долговечность следует оценивать как остаточный срок службы моста при сохранении существующего режима его эксплуатации по грузоподъемности, безопасности движения и пропускной способности. Состояние основных несущих конструкций оценивают с позиции безопасности эксплуатации, безотказности (грузоподъемности) и долговечности, а основные ненесущие конструкции и вспомогательные конструкции — только с позиции безопасности эксплуатации и долговечности [3].

Нормативная нагрузка АК (рис. 1) включает в себя одну двухосную тележку с нагрузкой на ось, равной 10 К (кН) и равномерно распределенной вдоль дороги. Класс нагрузки К принимается в соответствии с п. п. 4.4 ГОСТ Р 52748–2007.

Нормативная нагрузка НК (рис. 1) представлена в виде одиночной четырехосной тележки с нагрузкой

на каждую ось 18 К (кН). Класс нагрузки К в соответствии с п. п. 4.5 ГОСТ Р 52748–2007.

На сегодняшний день при проектировании мостовых сооружений на автомобильных дорогах всех категорий классы нагрузок принимаются А14 и Н14.

К основным конструкциям мостового сооружения относят мостовое полотно, пролетные строения, опорные части, опоры с их фундаментной частью и сопряжения мостового сооружения с подходами. При этом пролетные строения, опорные части, опоры являются основными несущими конструкциями, воспринимающими усилия от постоянных и временных нагрузок. Отдельные элементы мостового полотна и сопряжений относятся к несущим элементам, например, консоли тротуарных плит, переходные плиты и др. К неосновным (вспомогательным) конструкциям мостового сооружения относят конструкции системы водоотвода, эксплуатационные устройства, устройства для прокладки коммуникаций, защитные системы — регуляционные сооружения, ледорезы, укрепления, антисейсмические устройства, очистные сооружения и прочие системы [3]. **ИТ**

Список литературы

1. ВСН 4–81 (90). Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах. Минавтодор РСФСР. — М. : Транспорт, 1990. — 21 с.
2. ГОСТ 52748–2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. — Введ. 2008–01–01. — М. : Стандартинформ, 2008.
3. ОДМ 218.3.014–2011. Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах. — Введ. 2012–01–01. — М. : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2011. — 91 с.
4. ОДМ 218.4.001–2008. Методические рекомендации по организации обследования и испытания мостовых сооружений на автомобильных дорогах. — Введ. 2008–06–11. — М. : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2008. — 76 с.
5. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03–84*. Минрегион России. — Введ. 2011–05–20. — М. : ОАО «ЦПП», 2011
6. Управление состоянием мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России. — М., 2007. — 96 с. — (Автомобильные дороги и мосты: Обзор. информ. / ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР»; Вып. 2).



Оксана Дмитриевна Покровская
Oksana D. Pokrovskaya



Валерий Михайлович Самуйлов
Valery M. Samuylov



Анастасия Дмитриевна Неволина
Anastasiya D. Nevolina

Экологическая составляющая функционирования грузовых терминалов

Environmental component of freight terminals operation

Аннотация

Статья посвящена анализу экологического аспекта функционирования грузовых терминалов. Выделены факторы воздействия терминала на окружающую среду. Предложены методика расчета экологической составляющей и последовательность учета экологического аспекта на проектной стадии и на стадии работы грузового терминала.

Ключевые слова: грузовой терминал, экологический аспект, экологическая безопасность, природно-техническая система, экологическое проектирование терминала, расчет экологической составляющей работы терминала.

Abstract

This article analyzes the environmental aspect of freight terminals operation. The factors of terminal impact on the environment are specified. A method for analysis of the environmental component and procedure for accounting for environmental aspects at the design stage and at the stage of freight terminal operation are proposed.

Keywords: freight terminal, environmental aspect, environmental safety, natural-technical system, environmental design of terminal, analysis of environmental component of terminal operation.

Авторы Authors

Оксана Дмитриевна Покровская, канд. техн. наук, доцент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» (СибГИУ), г. Новокузнецк; e-mail: insight1986@inbox.ru | Валерий Михайлович Самуйлов, д-р техн. наук, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Анастасия Дмитриевна Неволина, студент-стажер 4-го курса электротехнического факультета Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Oksana Dmitrievna Pokrovskaya, PhD in Engineering, Associate Professor of Organization and Management of Transport Department, FGBOU VPO Siberian State Industrial University (SibGIU), Novokuznetsk; e-mail: insight1986@inbox.ru | Samuilov Valery Mikhailovich, DSc in Engineering, Professor of World Economy & Logistics Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | Nevolina Anastasiya Dmitrievna, student trainee of the 4th year of Electrotechnical Faculty, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Актуальность

Эволюция развития человечества и создание индустриальных методов хозяйствования привели к образованию глобальной техносферы, одним из элементов которой является терминальная сеть и ее узлы — грузоперерабатывающие терминалы.

Статья посвящена изучению экологического аспекта деятельности грузового терминала. Задачи, которые решаются в статье:

- анализ имеющегося зарубежного опыта создания «экологических» проектов терминалов;
- определение влияния производственных процессов терминала на окружающую среду;
- рассмотрение мероприятий по сокращению его вредных воздействий;
- определение экологических факторов, оказывающих влияние на принятие решений по организации терминальной сети региона;
- поэтапное представление процесса учета и методики расчета экологической составляющей работы терминала.

Научная новизна данной статьи заключается в использовании расчета экологической составляющей работы грузового терминала, предложении поэтапной последовательности учета экологического аспекта функционирования грузового терминала.

Состояние окружающей среды при взаимодействии с транспортно-логистическими объектами (грузовыми терминалами) зависит от инфраструктуры автомобильных и железных дорог, от типологии подвижного состава, перерабатываемых грузов, погрузочно-разгрузочной и перегрузочной техники, производственного оборудования, от мощности терминала и интенсивности использования подвижного состава и техники в основных производственных процессах [4].

В Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года определена необходимость развития систем городской

грузовой логистики, создания в пригородных зонах крупных терминалов и распределительных центров для вывода из городов складов и большегрузного транспорта.

В Российской Федерации негативные проблемы от транспортной деятельности в последнее время значительно обострились.

Объем перевалки грузов на терминалах России вырос в 2008 г. по сравнению с 2007 г. на 1,1 %, до 454,6 млн тонн, в том числе сухих грузов на 3,6 %, до 191,8 млн тонн (в основном за счет навалочных грузов — на 5,2 %, до 75,8 млн тонн). Переработка транзитных грузов увеличилась на 0,6 % [4].

Вместе с тем, с одной стороны, строительство и эксплуатация мощных (от 5 до 10 млн тонн в год) терминалов может привести к нарушению экологического баланса. С другой стороны, следует принимать во внимание и такие положительные аспекты наращивания перегрузочных мощностей, как рост прибыли и отчислений в бюджеты всех уровней, создание новых высокооплачиваемых рабочих мест на терминале и в сопутствующей инфраструктуре, освобождение городских дорог от большегрузных автомобилей, улучшение экологической обстановки в городах, высвобождение земельных участков и малодеятельных железнодорожных станций в черте города, реализация эффективных технологий товародвижения.

При всей привлекательности роста объемов перевозок грузов и их переработки на терминалах опасение вызывает возрастающая техногенная нагрузка на окружающую среду, иными словами, экологическая безопасность эксплуатации терминалов [1].

Грузовой терминал как природно-техническая система

Экологическая безопасность грузового терминала — состояние

защищенности окружающей природной и социальной среды от воздействия грузоперерабатывающего предприятия на этапах строительства, реконструкции, эксплуатации, содержания и ремонта, когда параметры воздействия предприятия на среду не выходят за пределы фоновых значений или не превышают санитарно-гигиенических (экологических) нормативов.

Термин «экологическая устойчивость» (ecological sustainability) впервые появился в 1987 г. в отчете ООН о глобальной экологической ситуации. Он ориентирует на такое использование природных ресурсов без их истощения, которое не только позволяет удовлетворить современные потребности, но и оставляет такую возможность будущим поколениям.

Сегодня под экологической устойчивостью объектов транспорта понимается применение методов эксплуатационной деятельности и производственных технологий, обеспечивающих максимально возможную экологическую эффективность на текущий момент и на перспективу, создающих оптимальные условия как для работников, так и для тех, кто пользуется транспортно-логистическими услугами или в той или иной мере соприкасается с ними.

Экологический аспект — элемент производственно-хозяйственной деятельности грузоперерабатывающего терминала, который может взаимодействовать с окружающей средой.

Экологическое воздействие — последствия антропогенных изменений природных объектов, параметров состояния окружающей среды и факторов, связанных со строительством, эксплуатацией, содержанием и ремонтом транспортных, терминальных и инженерных сооружений.

Уровень экологической безопасности — мера отклонения определенных параметров, признаков, факторов, характеризующих состоя-

ние окружающей природной и социальной среды, под воздействием техногенной деятельности (объекта) от их установленных (фоновых, допустимых) значений.

Современный терминал представляет собой сложноорганизованный, оснащенный современными техническими средствами промышленный объект, предназначенный для проведения операций по приему, хранению и отгрузке грузов, а также для проведения вспомогательных операций, направленных на обеспечение его бесперебойной работы.

Для окружающей среды терминал представляет собой опасный производственный объект, при аварии на котором возникновение негативных экологических последствий характеризуется большой вероятностью.

При эксплуатации грузовых терминалов воздействие на окружающую среду оказывается в пределах нормативных значений, достичь которых позволяет применение современных технологий в области охраны природы. При современных подходах к организации охраны природы и управления природопользованием терминал можно представить в виде динамичной природно-технической системы. Взаимодействующими составляющими терминала являются технические объекты, эксплуатируемые на территории, компоненты природной среды (атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера) и социум, подвергающийся постоянному воздействию факторов прямого и косвенного характера природной среды и технической системы.

Уровень экологической устойчивости терминала зависит от сложно-

сти и безопасности инженерных сооружений, входящих в его состав, природных условий территории, имеющихся ландшафтно-экологических ограничений.

Учет экологического аспекта при проектировании грузового терминала

Решение задач безопасной эксплуатации проектируемых грузовых терминалов при минимизации негативного воздействия на стадиях строительства и ликвидации является важнейшим этапом проектирования его деятельности.

Одним из ключевых элементов обоснования инвестиций и принятия принципиальных решений о возможности строительства объекта является комплексный экологический анализ.

Данный этап включает в себя прогнозирование негативных воздействий в случае реализации проекта, а также поиск и обоснование альтернативных вариантов с целью определения его сложности и экологической устойчивости. Основное внимание при проведении оценки воздействия проекта на окружающую среду должно уделяться факторной характеристике природной среды.

Во-первых, для выбора места размещения терминала нужен комплексный эколого-экономический анализ ландшафтно-экологических условий региона с целью выявления пригодных участков для размещения объектов. При этом может быть использован метод экспертной оценки.

Выделим факторы, влияющие на возможность и сложность строительства терминала и на мероприятия по охране окружающей среды:

- рельефные условия;
- сейсмичность территории, геодинамический риск;
- условия залегания подземных и поверхностных вод;
- потенциал самоочищения сред;
- наличие крупных промышленных объектов;
- инфраструктурная обеспеченность района строительства (энергетическая база, наличие автомобильных и железных дорог);
- наличие ограничений по условиям землепользования;
- наличие систем предотвращения аварий и локализации загрязнений.

Во-вторых, следует определить ранг важности каждого фактора путем присвоения им соответствующей балльности.

Данный подход позволяет на стадии выбора площадки проводить экспертную оценку вариантов размещения промышленного объекта в пределах района с определенными эколого-планировочными условиями [2]. Учет экологического аспекта деятельности грузового терминала при его организации в регионе можно представить в виде этапов:

Этап 1. Определение законодательных и нормативных требований.

Идентификация экологических аспектов начинается с уточнения законодательных и нормативных требований по вопросам охраны окружающей среды, санитарии и гигиены, относящихся к области деятельности предприятия.

Этап 2. Определение входных и выходных потоков по каждому этапу процесса.

Этап 3. Схема деятельности и процессов.

В целях более полного отражения экологических аспектов и связанных с ними воздействий рекомендуется разработать схему дея-

тельности и процессов, при этом производственную деятельность следует разделить на отдельные этапы так, чтобы их можно было рассматривать поочередно. Учитывая, что предприятия дорожного хозяйства выполняют различные операции, таких схем может быть несколько.

Этап 4. Идентификация экологических аспектов и воздействий по технологическим переделам.

Идентификация экологических аспектов осуществляется с использованием поэтапных схем по каждому входному и выходному потоку. При этом отмечаются следующие ключевые моменты. Может ли возникнуть опасность для людей и компонентов окружающей среды? Используются ли природные ресурсы? Какие воздействия возникают?

Этап 5. Определение экологических и санитарно-гигиенических ограничений.

Для определения экологических аспектов, связанных с применением любых материалов, технологий, необходимо уточнить информацию по их воздействию на здоровье, безопасность людей и окружающую среду.

I. Определение выбираемых критериев.

В первую очередь необходимо выбрать список критериев, по которым имеются юридические или финансовые моменты, связанные с охраной окружающей среды. Для этого организация дорожного хозяйства должна ответить на ряд вопросов:

1. Нормативная база. Все ли нормативы для данного аспекта выполняются в полной мере? Насколько технически и экономически сложно их выполнение?

2. Загрязнения. Сколько выходящих попутных продуктов возможно по данному аспекту (другими словами, сколько имеется отходов)? Какие источники загрязнения воздуха, земли, воды имеются в организации? Происходят ли загрязнения

в процессе работ в пределах производственной базы или/и за ее пределами? Существует ли технический контроль по технологическим переделам, связанным с загрязнениями?

3. Риск. Воздействие применяемых веществ: насколько жестки экологические и санитарно-гигиенические требования по перерабатываемым веществам (грузам) или по воздействиям в результате их попадания в окружающую среду? Как часто или насколько сильно работники подвергаются их воздействию? Как часто или насколько сильно население прилегающих территорий подвергается воздействию загрязняющих веществ? Какие опасные факторы (пожароопасность, взрывоопасность, шум) могут возникать в технологическом процессе?

4. Использование природных ресурсов. Сколько воды, грунта, энергии или других видов природных ресурсов необходимо для деятельности терминала?

II. Оценка экологических аспектов.

1. Нормативные требования. По каждому аспекту необходимо определить, имеются ли по нему нормативные ограничения и насколько данный аспект важен для организации.

2. Загрязнения. Загрязнения могут рассматриваться либо как запланированные, либо как непредвиденные (сверхнормативные). Загрязнение окружающей среды происходит в результате низкого уровня технических решений, слабой производственной дисциплины, применения «грязных» материалов.

3. Риск. Оценка риска — процесс, объединяющий выводы различных научных дисциплин по виду и степени потенциального воздействия на окружающую среду и здоровье людей в результате воздействия веществ, материалов или методов производства работ.

4. Использование природных ресурсов. Применяется для определения степени полноты и качества ис-

пользования таких природных ресурсов, как лес, земля, вода, энергия и др., и важности этих ресурсов для деятельности терминала.

III. Выбор значимых аспектов.

Проводя оценку аспектов, можно определить, какие из них наиболее значимы для организации.

IV. Рассмотрение «практичности» аспекта.

Понятие «практичности» включает в себя экономическую и техническую важность критерия, а также затраты времени на решение проблемы.

V. Рассмотрение потенциальных выгод.

Связано с рассмотрением выгод от снижения экологических воздействий значимых аспектов. На этой стадии составляется список получаемых преимуществ (улучшение здоровья работников и жителей прилегающей местности; улучшение состояния окружающей среды; снижение расходов; улучшение отношений с природоохранными и налоговыми органами).

Расчет экологической составляющей работы грузового терминала

1. Расчет платы за загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками.

Плата за загрязнение атмосферного воздуха состоит в общем случае из двух частей: за допустимые выбросы; за выбросы, превышающие допустимые.

Плата за допустимые выбросы определяется по формуле:

$$P_{\text{н.транс}} = \sum Y_j T_j, \quad (1)$$

у. е./т (у. е./тыс. м³),

где $j = 1, 2 \dots p$ — вид топлива; Y_j — удельная плата за допустимые выбросы загрязняющих веществ, образующихся при использовании

1 т (1 тыс. м³) j -го топлива, у. е./т (у. е./тыс. м³); T_j — количество использованного за год на предприятии топлива j -го вида, т (тыс. м³).

Плата за выбросы загрязняющих веществ, превышающие допустимые:

$$P_{\text{сн транс}} = 5 \sum P_{\text{н}i} d_i, \text{ у. е.}, \quad (2)$$

где $i = 1, 2 \dots t$ — группа транспортных и технических средств, токсичность выбросов которых не соответствует стандарту; $P_{\text{н}i}$ — плата за допустимые выбросы транспортных и технических средств i -группы, у. е.; d_i — доля транспортных и технических средств в проверенной партии, токсичность отработавших газов которых не соответствует стандарту; определяется отношением количества транспортных и технических средств с ненормативными выбросами к общему количеству проверенных транспортных и технических средств.

Общая плата за загрязнение атмосферы передвижными источниками:

$$P_{\text{транс}} = (P_{\text{н транс}} + P_{\text{сн транс}}) K_{\text{э атм}}, \text{ у. е./т}, \quad (3)$$

где: $K_{\text{э атм}}$ — коэффициент экологической ситуации в воздушном бассейне данного региона.

2. Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты.

Плата за загрязнение водоемов сточными водами в наиболее общем случае складывается из трех частей:

1. За сбросы в пределах нормативов:

$$P_{\text{н вод}} = \sum C_{\text{н}j \text{ вод}} \cdot M_{\text{ф}j \text{ вод}}, \text{ у. е./т}, \quad (4)$$

где $i = 1, 2 \dots K$ — вид загрязняющего вещества, суммирование всех загрязняющих веществ, сбрасываемых в водный объект со сточными водами; $C_{\text{н}j \text{ вод}}$ — ставка платы за сброс 1 т i -го загрязняющего вещества в пределах норматива, у. е./т.

$C_{\text{н}j \text{ вод}}$ определяется по формуле:

$$C_{\text{н}j \text{ вод}} = B_{\text{н}i \text{ вод}} \cdot K_{\text{э вод}}, \text{ у. е./т}, \quad (5)$$

где $B_{\text{н}i \text{ вод}}$ — базовая ставка платы (общероссийская) за сброс одной тонны i -го загрязняющего вещества в пределах норматива (ПДС); $K_{\text{э вод}}$ — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водного бассейна в данном регионе; $M_{\text{ф}j \text{ вод}}$ — фактический объем сброса i -го загрязняющего вещества за год, т.

2. За сбросы в пределах установленных лимитов:

$$P_{\text{л вод}} = \sum C_{\text{л}j \text{ вод}} \cdot (M_{\text{ф}j \text{ вод}} - \text{ПДС}_i), \text{ у. е./т}, \quad (6)$$

где $i = 1, 2 \dots f$ — вид загрязняющих веществ, для которых $\text{ПДС}_i < M_{\text{ф}j \text{ вод}} < \text{ВСС}_i$; $C_{\text{л}j \text{ вод}}$ — ставка платы за сброс одной тонны i -го загрязняющего вещества в пределах утвержденного лимита, у. е./т.

$$C_{\text{л}j \text{ вод}} = B_{\text{л}i \text{ вод}} \cdot K_{\text{э вод}}, \text{ у. е./т}, \quad (7)$$

где $B_{\text{л}i \text{ вод}}$ — базовая ставка платы (общероссийская) за сброс одной тонны i -го загрязняющего вещества в пределах лимита (ВСС _{i}).

3. За сброс сверх лимита (за «неразрешенный» сброс):

$$P_{\text{сл вод}} = 5 \sum C_{\text{л}j \text{ вод}} \cdot (M_{\text{ф}j \text{ вод}} - \text{ВСС}_i), \text{ у. е.}, \quad (8)$$

где $i = 1, 2 \dots m$ — вид загрязняющих веществ, чей сброс превышает лимит.

Для «неразрешенных» сбросов $\text{ВСС}_i = 0$.

Общая плата за сброс в водные объекты загрязняющих веществ равна:

$$P_{\text{вод}} = P_{\text{н вод}} + P_{\text{л вод}} + P_{\text{сл вод}}, \text{ у. е./т}. \quad (9)$$

Таким образом, совокупная величина экологической составляющей

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников загрязнения атмосферы

Тип ТС	Вид топлива	Количество использованного топлива, т	Доля ТС, не соответствующая стандарту	$K_{\text{э атм}}$
Легковые	АИ-92 (эт.)	30,3	0,45	1,4
Грузовые	Сжиженный газ	97,6	0,27	

Таблица 2

Удельная плата за допустимые выбросы загрязняющих веществ

Вид топлива	Единица измерения	Y_j руб./т (руб./тыс. м ³)
Бензин этилированный АИ-92	т	38,0
Сжиженный природный газ	тыс. м ³	9,0

Таблица 3

Исходные данные сбросов загрязняющих веществ в водоем

Наименование ЗВ	ПДС, т/год	$M_{\text{ф}j}$ т/год	$K_{\text{э вод}}$	$B_{\text{н}i \text{ вод}}$
Азот нитратный	2,16	1,96	1,29	271
Взвешенные вещества	15,6	30,5		3260

щей работы терминала в общем виде может быть представлена так:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{вод}} + P_{\text{транс}}, \text{ у. е.} \quad (10)$$

Пример расчета экологической составляющей работы терминала.

Рассмотрим в качестве примера деятельность грузового терминала Н. В табл. 1–3 приведены данные, необходимые для расчета.

Подставив значения в формулы (1–3), получим следующие результаты:

$$P_{\text{н транс}} = 30,3 \cdot 38,0 + 97,6 \cdot 9,0 = 2029,8 \text{ у. е.}$$

$$P_{\text{сн транс}} = 5 \cdot (1151,4 \cdot 0,45 + 878,4 \cdot 0,27) = 3776,49 \text{ у. е.}$$

$$P_{\text{транс}} = (2029,8 + 3776,49) \cdot 1,4 = 8128,81 \text{ у. е.}$$

Подставив значения в формулы (4, 6, 8, 9), получим следующие результаты:

$$P_{\text{н вод}} = 271 \cdot 1,29 \cdot 1,96 + 3260 \cdot 1,29 \cdot 30,5 = 128949,9 \text{ у. е.}$$

$$P_{\text{л вод}} = 16300 \cdot 1,29 \cdot (30,5 - 15,6) = 313302,3 \text{ у. е.}$$

$$P_{\text{сл вод}} = 5 \cdot 16300 \cdot 1,29 \times (30,5 - 17,8) = 1335214,5 \text{ у. е.}$$

$$P_{\text{вод}} = 128949,9 + 313306,3 + 1335214,5 = 1777470,7 \text{ у. е.}$$

Таким образом, совокупная величина экологической составляющей $P_{\text{общ}}$ в деятельности терминала Н составит 1785599,51 у. е.

Выводы

Экологически ориентированное развитие транспортно-логистических систем предполагает создание условий для решения проблем в области транспорта и окружающей среды. При проектировании грузового терминала необходим комплексный эколого-экономический анализ факторов, влияющих на размещение терминала и выбор типа его технологических процессов. В статье предложен пример расчета экологической составляющей и поэтапная последовательность учета экологического аспекта работы грузового терминала, применение которых позволит повысить степень его экологической безопасности. **ИТ**

Список литературы

1. Грязев А. Угольные терминалы и экологическая безопасность // Порты Украины. — 2005. — № 05 (55).
2. Гульков А. Н., Майсс Н. А., Никитина А. В. Методика экологического обоснования выбора места размещения нефтеналивного терминала на побережье Японского моря // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2008. — № 3. — С. 119–122.
3. Транспортная стратегия России до 2030 г. Министерство транспорта РФ. — М., 2008. — 259 с. : ил.
4. Формирование терминальной сети региона для организации перевозок грузов / О. Д. Покровская. — М. : ТрансЛит, 2012. — 192 с. — ISBN 978-5-94976-452-7.
5. Самуйлов В. М., Шинкаренко Н. К. Экологическая составляющая транспортно-инновационной модели кластерной организации Уральско-Сибирского региона // Инновационный транспорт. — 2013. — № 2. — С. 51–57.

Уважаемые читатели!

В журнале № 3 (9) 2013 г. на стр. 33 была допущена неточность в имени и контактной информации автора.

Вместо «Ольга Дмитриевна Покровская, канд. техн. наук, доцент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» Сибирского государственного индустриального университета (СГИУ), Новокузнецк» следует читать: «Оксана Дмитриевна Покровская, канд. техн. наук, доцент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» (СибГИУ), г. Новокузнецк».

Редакция журнала приносит автору свои извинения.



Константин Анатольевич
Паршин

Konstantin A. Parshin

Интеллектуальная система предупреждения дорожно-транспортных происшествий (ИСПДТП) на автомобильных дорогах федерального значения

Smart system for preventing traffic accidents (ISPDTP) on federal highways

Аннотация

Повышение уровня безопасности транспортной системы является одной из стратегических целей, определенных Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года. Согласно данной стратегии, пути повышения уровня транспортной безопасности заключаются в реализации интеллектуальных транспортных систем и повышении безопасности дорожного движения в целом.

Интеллектуальные транспортные системы включают в себя различные телематические данные и все виды связи в транспортных средствах, между транспортными средствами, а также между транспортными средствами и придорожной инфраструктурой. Основой всех предоставляемых информационных сервисов являются беспроводные технологии и специализированные протоколы передачи данных, стандартизованные Европейским институтом телекоммуникационных стандартов ETSI.

В статье рассматривается вопрос архитектурной реализации интеллектуальной системы автомобиля, которая обеспечивает автоматический контроль выполнения водителем введенных техническими средствами регулирования движения ограничений скоростного режима и движения по встречной полосе и основана на использовании бесконтактного метода считывания типа дорожного знака в рамках реализации интеллектуальной транспортной системы.

Ключевые слова: транспортная интеллектуальная система, дорожно-транспортное происшествие, техническое средство регулирования движения, беспроводная сеть передачи данных, технология радиочастотной идентификации RFID, самоорганизующиеся сети IEEE 802.11p, сети VANET.

Abstract

Improving the safety of the transport system is one of the strategic objectives as defined by the Transport Strategy of the Russian Federation for the period until 2030. According to this strategy, the ways to improve transport safety are in implementation of smart transport systems (STS) and improvement of road safety in general.

Smart transport systems include various telematic data and all kinds of communication in vehicles, between vehicles and between vehicles and roadside infrastructure. The basis of all information services provided are wireless technologies and specialized data communication protocols, standardized by the European Telecommunications Standards Institute (ETSI).

The article discusses the issue of architectural implementation of vehicle smart system, which provides automatic control of driver's compliance with speed limits introduced by traffic control devices and prevention of traffic in the wrong lane, and is based on the use of non-contact sensing of road signs as part of implementation of smart transport system.

Keywords: smart transport system, road traffic accident, traffic control devices, wireless data transmission, RFID radio frequency identification, self-organizing networks IEEE 802.11p, VANET networks.

Авторы Authors

Константин Анатольевич Паршин, канд. техн. наук, доцент кафедры «Информационные технологии и защита информации» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург

Konstantin Anatolyevich Parshin, PhD in Engineering, Associate Professor of Information Technologies and Information Security Department, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg

Повышение уровня безопасности транспортной системы является одной из стратегических целей, определенных Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года. Эти стратегические цели реализуются в 2013 году через достижение оперативных целей и решение конкретных актуальных задач, стоящих в настоящее время перед Министерством транспорта Российской Федерации [1].

Важной стратегической целью является повышение конкурентоспособности транспортной системы Российской Федерации и реализация транзитного потенциала страны. Эта цель, наряду с другими задачами, предусматривает создание интеллектуальных транспортных систем на международных транспортных коридорах с использованием современных инфотелекоммуникационных технологий и глобальной навигационной системы ГЛОНАСС, технологий планирования и управления транспортными потоками на транспортных коридорах.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) охватывают различные телематические данные и все виды связи в транспортных средствах, между транспортными средствами, а также между транспортными средствами и придорожной инфраструктурой.

Однако ИТС не ограничивается только автомобильным транспортом, но включает в себя использование информационных и коммуникационных технологий для железнодорожного, водного и воздушного транспорта, в том числе навигационных систем.

Основой всех информационных сервисов являются беспроводные технологии и специализированные протоколы передачи данных, стандартизованные Европейским институтом телекоммуникационных стандартов ETSI [2]. Согласно стандарту ETSI 302665, на рис. 1 представлена архитектура интеллектуальной транспортной системы.

Основой системы является сеть станций ИТС, которые через шлюзы соединяют все подсистемы с целевыми сетями и сетями общего пользования. Взаимодей-

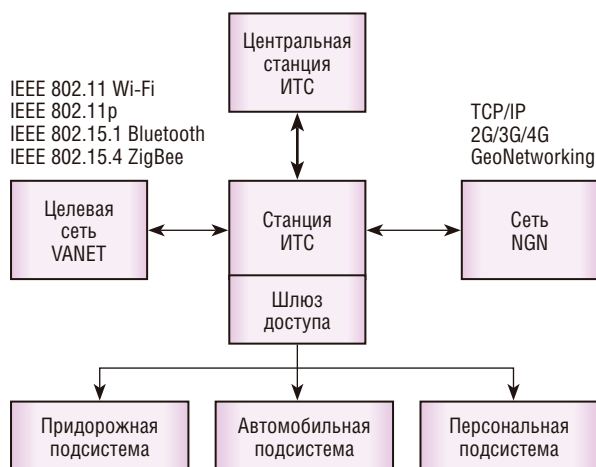


Рис. 1. Архитектура интеллектуальной транспортной системы

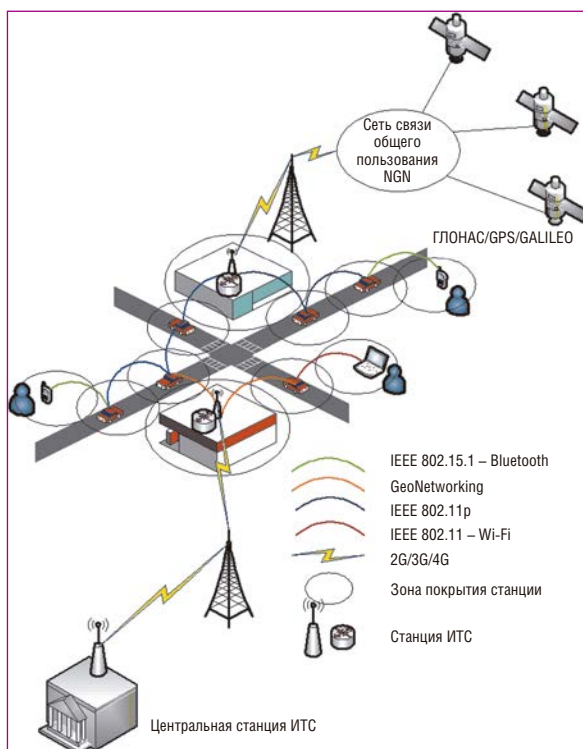


Рис. 2. Архитектура сети VANET

ствие всех элементов системы осуществляется по беспроводным технологиям, стандарты которых представлены на рис. 1. Ядром системы является центральная станция ИТС, осуществляющая глобальное управление дорожным трафиком и обеспечение безопасности дорожного движения.

Отдельный интерес представляют целевые сети транспортных средств VANET (Vehicular Ad Hoc Network). Данный тип сетей относится к классу мобильных сетей MANET (Mobile Ad Hoc Network), базирующихся на семействе протоколов беспроводного доступа IEEE 802.11, 15 и нового стандарта передачи данных GeoNetworking, обеспечивающих взаимодействие с сетями связи NGN (Next Generation Network) [3]. В результате образуется целый сегмент так называемых самоорганизуемых беспроводных сетей передачи данных, способных обеспечить взаимодействие информационной системы автомобиля и мобильных приложений пассажиров с сетями общего пользования, вновь создаваемой дорожной информационной инфраструктурой и центральной станцией ИТС. Архитектура сети представлена на рис. 2.

Анализ направлений развития интеллектуальной транспортной системы показывает, что в основном разрабатываются и решаются вопросы управления и планирования дорожного трафика, оплаты проезда (например, система Salic), информирования водителя о дорожных условиях. Однако практически не развиваются направления, связанные с предотвращением дорожно-

транспортных происшествий, возникновение которых неизбежно в связи с постоянным ростом автомобильного парка и резким увеличением объема грузоперевозок, осуществляемых автомобильным транспортом.

Возвращаясь к Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года, можно отметить, что первой оперативной целью публичной стратегии определено развитие сети автомобильных дорог общего пользования, а одной из задач — повышение безопасности движения по автомобильным дорогам. В декларации определены автомобильные дороги федерального значения, реконструкция которых запланирована в ближайшее время. Среди них трасса М-5 «Урал» — от Москвы через Рязань, Пензу, Самару, Уфу до Челябинска, которая является международным транзитным коридором с востока на запад. Как свидетельствуют многочисленные публикации в СМИ, наиболее аварийным считается участок от Уфы до Челябинска, который из-за профиля дорожного полотна и высокой загрузки называют «дорогой смерти».

По данным за 2012 год, в Свердловской области было зарегистрировано 5387 дорожно-транспортных происшествий. В ДТП погибло 836 человек, 7253 человека получили ранения. Если сравнивать показатели за несколько лет, то можно отметить, что количество ДТП и раненых снижается, но стабильно, как и по всей России, растет тяжесть последствий и количество погибших.

По итогам первого квартала Свердловская область входила в первую десятку регионов РФ по тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий [3]. Статистика подтверждает, что началось увеличение количества дорожно-транспортных происшествий, причиной которых является выезд на полосу встречного движения.

По итогам 2012 года было выявлено 2 миллиона 668 тысяч административных правонарушений. На 23 % увеличилось количество нарушений, связанных с превышением скоростного режима (было выявлено 1,3 миллиона таких нарушений). На рис. 3 представлено распределение причин дорожно-транспортных происшествий по итогам первых трех месяцев 2013 года [4].

Анализ ситуации показал, что выезд на полосу встречного движения и несоответствие скорости конкретным условиям являются самыми частыми причинами ДТП и составляют в среднем 50 % всех нарушений.



Рис. 3. Распределение причин дорожно-транспортных происшествий

Таким образом, актуальным направлением на сегодняшний день становится разработка интеллектуальных систем предупреждения дорожно-транспортных происшествий (ИСПДТП), существенно снижающих возможность совершения нарушений правил дорожного движения, особенно касающихся несоответствия скоростного режима и выезда на полосу встречного движения.

Согласно ГОСТ Р 52289–2004, техническими средствами организации дорожного движения являются: дорожный знак, разметка, светофор, дорожное ограждение и направляющее устройство. Тем же документом определяется понятие «знак дорожный» — устройство в виде панели определенной формы с обозначениями или надписями, информирующими участников дорожного движения о дорожных условиях и режимах движения, о расположении населенных пунктов и других объектов [5].

Скоростной режим и возможность обгона регулируют запрещающие знаки 3.20 и 3.24 соответственно. В дополнение к ним применяют табличку 8.2.1 «Зона действия». Отмена введенных ограничений осуществляется знаками приоритета в населенном пункте или предупреждающими знаками вне населенного пункта. Если нет необходимости распространять их действие до ближайшего по ходу движения перекрестка или до конца населенного пункта, то устанавливают знаки 3.21, 3.25.

Проблема правонарушений в области дорожного движения обусловлена отсутствием контроля за действиями водителя во время управления транспортным средством в подавляющем большинстве автомобилей. Так называемый «черный ящик» или бортовой самописец устанавливается в автомобилях премиум-класса в большей степени для безопасности водителя, но не для предупреждения дорожно-транспортных происшествий.

Целью статьи является описание архитектуры интеллектуальной системы автомобиля, которая обеспечивает автоматический контроль выполнения водителем введенных техническими средствами регулирования движения ограничений скоростного режима и движения по встречной полосе и основана на использовании бесконтактного метода считывания типа дорожного знака в рамках реализации интеллектуальной транспортной системы.

При реализации системы преследуются две цели:

1. Предупреждение возможного правонарушения и дополнительное информирование водителя о ситуации на дороге, что актуально при тяжелых дорожных условиях, грязных или затененных деревьями дорожных знаках, несовпадении разметки и дорожного знака, на участках дороги, где действие знака продолжается в весьма длительном интервале.

2. Возможная фиксация правонарушения без участия инспектора ГИБДД с последующим формированием штрафа в автоматическом режиме и фиксацией данного факта в бортовом самописце.

Наличие такой системы в транспортном средстве будет способствовать снижению неоправданных рисков и материальных потерь, вызванных недобросовестным отношением к правилам дорожного движения. Массовая установка таких систем на транспортные средства сможет снизить общее число дорожно-транспортных происшествий, вызванных самыми распространенными причинами.

Наиболее сложными и ключевыми моментами в реализации системы являются:

- бесконтактное считывание информации с дорожного знака;
- разработка приложений для сетей VANET, обеспечивающих информационное взаимодействие автомобилей во встречных потоках для выявления их опасного сближения;
- выбор протокола информационного взаимодействия автомобилей между собой и интеллектуальной транспортной системой.

Рассмотрим пути решения данных задач.

Анализируя проблему бесконтактного считывания информации с объекта, можно отметить достаточно большое количество систем, решающих подобную задачу. Однако, учитывая условия эксплуатации, состояние технических средств организации движения, погодные

условия, предпочтение стоит отдать системам радиочастотной идентификации, основанной на использовании специальной пассивной метки, облучаемой электромагнитным полем. Такие технологии идентификации получили название RFID — Radio Frequency Identification [6].

Система RFID состоит из трех составляющих: считывателя информации (ридера), транспондера (RFID-метки) и ПО (программного обеспечения, обрабатывающего данные).

Ридер генерирует и распространяет электромагнитные волны в окружающее пространство. Этот сигнал принимается RFID-меткой, которая формирует обратный сигнал, улавливаемый антенной считывающего устройства. Далее данные расшифровываются и переходят на обработку в электронный блок. Идентифицируется объект, оснащенный RFID-меткой, по уникальному цифровому коду, хранящемуся в памяти электронной метки. Архитектура системы представлена на рис. 4.

Преимущества RFID-меток:

1. Отсутствие непосредственного контакта между считывателем и идентификатором (нет необходимости в прямой видимости).
2. Высокая скорость записи и получения данных с идентификатора.
3. Высокое качество работы даже в сложных климатических условиях, агрессивных средах.
4. Возможность работы с любыми товарными группами.
5. Устойчивость к загрязнениям, пыли.
6. Пассивные метки не имеют ограничения срока эксплуатации.
7. При необходимости данные на электронном идентификаторе можно засекретить.
8. Память метки позволяет записать большой объем данных (до 10 000 байт).
9. Подделка невозможна.



Рис. 4. Архитектура системы радиочастотной идентификации RFID

Память RFID-метки может содержать уникальный идентификационный номер и информацию об объекте. Важнейшим условием работы данной системы является

максимальное расстояние, на котором возможно считывание данных. Для нашей системы максимальное расстояние, на котором расположен дорожный знак от автомобиля, составляет 5–6 метров, и этот факт определяет выбор сверхвысокочастотного диапазона — 2,4 ГГц. Технические характеристики пассивных меток представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики пассивных меток

Характеристика	Значение
Рабочая частота	2,45 GHz
Расстояние прочтения	до 6 м
Размер	до 0,8 мм в диаметре
Вес	6–54 г
Объем памяти	до 16 Kbit
Срок эксплуатации	10 лет
Температурный режим	–40 ... +70 С°

Отдельной задачей является выбор структуры идентификатора дорожного знака, которая должна учитывать уникальный номер знака, его местоположение на поверхности земли, привязку к конкретному региону, автомобильной дороге, полосе движения. При этом следует учесть возможность совместимой идентификации пары «запрещающий знак — знак, снимающий ограничение», что необходимо для корректной работы системы. Но даже при таком обширном списке характеристик 16 Kbit памяти вполне достаточно. Закодированная таким образом метка закрепляется на дорожном знаке и служит надежным уникальным идентификатором данного технического средства организации движения.

Для выбранного диапазона частот и расстояния считывания необходимо выбрать ридер. Уникальность данной системы заключается в том, что, в отличие от большей части систем, здесь ридер устанавливается на транспортное средство и перемещается относительно стационарно закрепленной пассивной метки. Такое обстоятельство выдвигает ряд дополнительных требований по условиям эксплуатации: габаритные размеры, температурный режим, напряжение питания, интерфейс с информационной системой автомобиля. Всем этим противоречивым требованиям соответствуют ридеры LR-6HD производства TagMaster™ [7]. Данные устройства надежно считывают информацию на расстоянии до 6 м при движении объекта со скоростью до 400 км/ч. Устройство работает под операционной системой Linux и имеет стандартные сетевые интерфейсы стека TCP/IP. Габаритные размеры позволя-

ют разместить данное устройство в переднем бампере автомобиля.

Разрабатываемое приложение для сети VANET, согласно стандарту ETSI 102–637–1, соответствует классу приложений «Активная поддержка безопасности дорожного движения». В классе приложений «Помощь в вождении автомобиля — совместные усилия» под номером UC010 реализуется задача «Предупреждение о нарушении требований дорожных знаков»; в классе приложений «Совместное управление трафиком» — «Управление скоростью» под номером UC 018 реализуется задача «Регулярное или контекстное предупреждение об ограничении скорости» [3].

Контроль соответствия установленной скорости предлагается реализовать путем фиксации скорости движения транспортного средства, полученной на основе данных спутникового позиционирования ГЛОНАСС, точность которых вполне приемлема при определенном законодательством превышении скорости до 20 км/ч.

Решение задачи по предупреждению о выезде и движению по полосе встречного движения заключается в совместной обработке координат и скорости движения автомобилей, движущихся во встречных направлениях, и передаче данных на ближайшую станцию ИТС посредством самоорганизующейся сети в рамках интеллектуальной транспортной системы. В результате одновременно решаются задачи фиксации нарушений правил дорожного движения и реализуется система предотвращения ДТП путем настойчивого информирования водителя о последствиях его действий.

Взаимодействие системы бесконтактного считывания дорожных знаков с целевой сетью VANET осуществляется станцией ИТС через автомобильную подсистему интеллектуальной транспортной системы. Для организации взаимодействия целесообразно использовать интерфейсы V2I — Vehicular to infrastructure и V2V — Vehicular to Vehicular, в соответствии с рекомендацией ITU-T Y.2281. Тем же документом определен геонаправленный сценарий, предполагающий передачу данных от одной станции ИТС к любой другой, расположенной в пределах одной географической зоны обслуживания. Объединяя предложенные решения, получим общую архитектуру предлагаемой системы ИСПДТП (рис. 5).

Итогом статьи являются:

1. Анализ распределения причин дорожно-транспортных происшествий по Свердловской области.
2. Предложения по способу бесконтактной идентификации дорожных знаков при движении автомобиля.
3. Структура приложений для самоорганизующейся сети передачи данных VANET.
4. Архитектура интеллектуальной системы предотвращения дорожно-транспортных происшествий (ИСПДТП), актуальной для автомобильных дорог федерального значения. **ИТ**

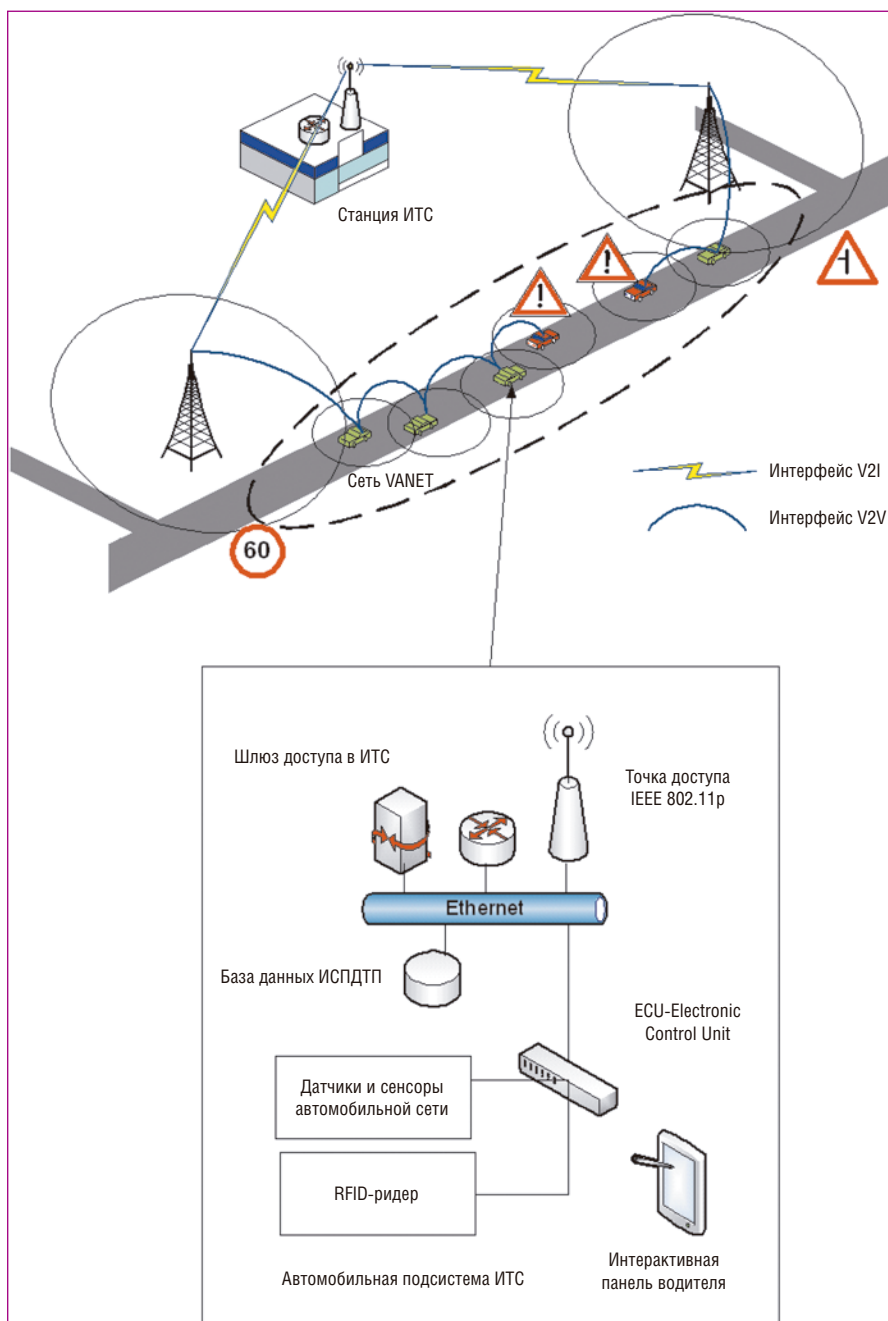


Рис. 5. Архитектура ИСПДТП

Список литературы

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года : утв. распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р. — URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/94460/#94460>.
2. URL: <http://www.etsi.org/about/introduction>;
3. Сети связи пост-NGN / Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. — СПб. : БХВ-Петербург, 2013. — 160 с. : ил.
4. URL: http://www.u-gai.ru/activity/crash_stat/
5. ГОСТ Р 52289–2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. — Введ. 2006–01–01. — URL: <http://standartgost.ru/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%20%D0%A0%2052289-2004>.
6. URL: <http://www.galileoano.ru/ru/products/rfid/>
7. URL: <http://www.keytex.ru/reader/vendor/3>



Александр Владимирович
Евсеев

Alexander V. Evseev

Формирование профессионально значимых качеств будущих инженерных работников в рамках дисциплины «Физическая культура»

Formation of professionally significant qualities of the future engineering personnel as a part of «Physical Training» discipline

Аннотация

В данной работе представлено логико-аналитическое сопоставление профессиональных качеств, востребованных в деятельности инженерного работника, и наиболее значимых качеств, формируемых в спортивно-игровой деятельности. Определена технология содержания профессионально-прикладной физической подготовки студента в техническом вузе.

Ключевые слова: студенты, профессионально важные качества, профессионально-прикладная физическая подготовка.

Abstract

This paper presents a logical-analytic comparison of professional qualities sought in the activities of an engineering specialist, and most significant qualities formed in sports and gaming activities. A technology for maintaining professional and applied physical training of students in a technical university is defined.

Keywords: students, professional qualities, professional and applied physical training.

Авторы Authors

Александр Владимирович Евсеев, канд. пед. наук, доцент, заведующий кафедрой физического воспитания Уральского государственного университета путей сообщения, профессор; e-mail: wish59@yandex.ru

Alexander Vladimirovich Evseev, PhD in Pedagogics, Associate Professor, Head of Physical Training Department, Ural State University of Railway Transport, Professor; e-mail: wish59@yandex.ru

Современные социально-экономические условия предъявляют высокие профессиональные требования к выпускникам вузов. Высшее образование должно быть ориентировано на становление социально и профессионально активной личности, обладающей экстрафункциональными профессионально важными качествами широкого радиуса использования [5].

В условиях интенсивного развития новых форм организации экономики объективно возникает необходимость роста профессиональной мобильности и конкурентоспособности специалистов.

Рассматривая развитие личности как основную цель личностно ориентированного образования, нельзя не отметить роль физической культуры в формировании социально значимых качеств у студента.

Человек как личность формируется в процессе общественной жизни: в учебе, труде, в общении с людьми. Физическое воспитание осуществляется в органической связи с умственным, нравственным, трудовым и эстетическим видами воспитания.

Целенаправленные занятия физической культурой и спортом предполагают воспитание не только умений, навыков и физических качеств, но и психических качеств и свойств личности человека. Физическая культура и спорт вносят свой вклад в формирование всесторонне развитой личности.

Физическое воспитание всегда имело большое значение в приспособлении к постоянно усложняющимся формам труда и факторам социальной среды. В нашей стране прикладная направленность физического воспитания является важной общественной потребностью, обусловленной запросами современного характера бурно развивающихся отраслей народного хозяйства. В этой связи использование средств физической культуры и спорта для подготовки к современному высококвалифицированному труду требует профилирования физического воспитания с учетом особенностей избранной профессии.

Таким образом, целью профессионально-прикладной физической подготовки (ППФП) в вузе является достижение студентом психофизической готовности к успешной профессиональной деятельности, включающей в себя формирование профессионально важных качеств, обеспечивающих профессиональную работоспособность, необходимый резерв физических и психических возможностей организма, своевременную адаптацию к условиям производственной среды,

готовность к саморазвитию, профессиональное долголетие и здоровье.

Для эффективной организации ППФП в вузе необходимо осуществить анализ будущей профессиональной деятельности студентов.

Проведенный теоретический анализ профессиональной деятельности инженерного работника позволил выделить следующие профессионально важные качества (ПВК):

- 1) физические качества (выносливость, сила, координация, ловкость, быстрота реакции);
- 2) познавательные психические процессы (память, мышление, внимание, воображение);
- 3) личностные качества (коммуникативность, активность, рефлексия, организованность, ответственность, трудолюбие, требовательность, эмоциональная устойчивость, нравственность).

Проведенный анализ профессиональной деятельности и изучение ПВК инженерного работника позволяют определить средства ППФП и формы организации занятий, необходимые для успешного формирования личностно-профессиональных качеств.

Технологию подбора содержания ППФП в техническом вузе можно представить в виде схемы (рис. 1).



Рис. 1. Технология профессионально-прикладной физической подготовки студентов в техническом вузе

В отличие от других дисциплин, физическая культура предоставляет студенту возможность сделать самостоятельный выбор спортивного отделения для занятий физкультурно-спортивной деятельностью. Данный выбор способствует формированию субъектных качеств, повышает мотивацию учения, социальную активность и ответственность, способствует улучшению психофизической подготовленности.

Опрос первокурсников УрГУПС показал, что более 60% студентов отдают предпочтение спортивным играм.

Игра рассматривается как своеобразная модель элементов реальной жизни, воспроизводящая практическое поведение человека в границах заранее определенных условий. Включение человека в игровую деятельность обеспечивает возможность овладения общественным опытом, а также когнитивное, личностное и нравственное развитие [6].

Направленность и содержание игры определяют ее основные функции: подготовительную (совершенствование физических и духовных сил человека, воспитание социальной активности и творчества), развлекательную (модель использования свободного времени), функцию формирования отношений (между людьми, между людьми и окружающей средой) [1].

Спортивные игры — система характерных физических упражнений, которые выполняются в разнообразных вариантах в соответствии с изменяющейся игровой ситуацией и оцениваются по эффективности влияния на организм в целом и по конечному результату двигательных действий [1].

Спортивные игры имеют ряд характерных признаков, отличающих их от других средств физического воспитания [2]:

1. Ярко выражены элементы соперничества и эмоциональности в игровых действиях, что позволяет воспроизводить сложные взаимоотношения между людьми.

2. Чрезвычайная изменчивость условий ведения борьбы, выполнения двигательных действий. Игроки должны владеть многообразными способами решения возникающих задач, а сформированные у них качества — отличаться гибкостью, приспособляемостью к изменяющимся условиям.

3. Высокие требования к творческой инициативе. Вариативность игровых ситуаций требует активной самостоятельности в выборе наиболее результативных действий.

4. Комплексное проявление разнообразных психофизических качеств. В подавляющем большинстве спортивных игр участники для победы проявляют несколько качеств, причем в самых различных сочетаниях. Это обеспечивает комплексное воздействие на игроков.

В силу своих особенностей спортивные игры оптимально развивают психофизические качества игроков, формируют их конкурентоспособность и мобильность — наиболее востребованные качества личности в современных социально-экономических условиях [2].



Наилучшего развития общих и специальных физических качеств можно достичь, только применяя тренировочные упражнения, которые по своей структуре близки к соревновательным, именно поэтому формирование кондиционных качеств и координационных способностей рассматривают в единстве с технической и тактической подготовкой.

Цель тактической подготовки — дать спортсмену знания и умения, привить навыки и качества, способствующие его успешной соревновательной деятельности в постоянно меняющихся условиях. В качестве основной задачи тактической подготовки рассматривается развитие способностей действовать самостоятельно, инициативно в различных игровых ситуациях. Только тогда спортсмен может достичь высокого результата, когда он поступает творчески и умеет привести свою игру в соответствие с требованиями конкретной обстановки. В спортивных играх требуется высокий уровень ориентирования в сложных условиях (быстрое, точное восприятие и рефлексия постоянно меняющихся игровых ситуаций), что обеспечивает своевременное выполнение целесообразных действий.

Средства тактической подготовки должны быть направлены на развитие:

- скорости сложной реакции и ответных действий;
- устойчивости и скорости переключения внимания с одной тактической направленности на другую;
- анализа и прогнозирования деятельности;



• скорости приема и переработки информации. Достижение высокой физической, технической, тактической и соревновательной подготовки невозможно без развитых психических качеств и свойств личности.

Спортивные игры предъявляют высокие требования к психике спортсмена: ощущениям, восприятию, вниманию, представлению, воображению, памяти, мышлению, эмоциям и волевым качествам [3].

Игра воспитывает такие черты характера, как целеустремленность, решительность, смелость, настойчивость, инициативность, самостоятельность, уверенность, хладнокровие, выдержка, самообладание.

Скорость полета мяча, быстрые перемещения игроков, внезапные изменения игровых ситуаций предъявляют требования к объему, интенсивности, устойчивости, распределению и переключению внимания [3].

Эмоциональное состояние спортсмена в ходе игры может быть и отрицательным, и положительным. При малейшем изменении настроения игрока, появлении отрицательных эмоций нарушается точность ударов, бросков, передач и других технических элементов игры. Поэтому для достижения успеха в играх игрок должен уметь управлять своими эмоциями, действиями, психическим состоянием в различных ситуациях: в условиях утомления, при различных эмоциональных состояниях организма, сбивающих факторах.



Спортивный успех в игровых ситуациях зависит не только от уровня физической, технической и тактической подготовленности, но и от сформированности у спортсмена таких качеств, как эмпатия, коммуникабельность, толерантность, ответственность, организованность.

Теоретический анализ и практический опыт позволил выделить ряд психофизических и социальных качеств, формируемых в процессе спортивно-игровой деятельности: быстрота, выносливость, сила, ловкость, внимание, эмоциональная устойчивость, активность, креативность, целеустремленность, рефлексия, самостоятельность, ответственность, организованность, коммуникабельность, толерантность, коллективизм.

По мнению Э. Ф. Зеера и Д. П. Заводчикова [4, 5], такие качества, как толерантность, рефлексия, активность, организованность, эмпатия, обуславливают продуктивность широкого круга социально-профессиональной деятельности человека.

В результате аналитического сопоставления наиболее значимых качеств, формируемых в процессе спортивно-игровой деятельности, и качеств, востребованных в профессиональной деятельности будущего инженерного работника, были выделены качества, которые можно сформировать при использовании спортивных игр (табл. 1).

В заключение хотелось бы сделать следующие выводы:

1. Спортивные игры, используемые в образовательном процессе по физической культуре, в силу своих особенностей оптимально развивают психофизические качества студентов, формируют их конкурентоспособность и мобильность — наиболее востребованные качества личности в современных социально-экономических условиях [2, 3].

2. Аналитическое сопоставление качеств, востребованных в профессиональной деятельности и воспитываемых спортивно-игровой деятельностью, позволило заключить, что спортивные игры могут являться прикладными видами спорта, формирующими профессионально-прикладные и личностные качества будущих инженерных работников.

3. Включение спортивных игр в образовательный процесс по физической культуре может являться эффективным средством профессионально-прикладной физической подготовки студентов, которое будет способствовать успешному воспитанию их личностно-профессиональных качеств.

4. Для обеспечения вузовской подготовки инженерных работников существенное значение приобретает психофизический отбор абитуриентов на базе требований ПВК. **ИТ**

Таблица 1

Сопоставление значимых качеств спортивно-игровой деятельности и профессиональных качеств инженерного работника

Название качества	Характеристика качества	
	в спортивно-игровой деятельности	в профессиональной деятельности
Организованность	Способность организовывать собственную деятельность и деятельность команды, умение ставить цель, задачи, планировать свою деятельность	Способность организовать свою деятельность, выражающуюся в самостоятельности, требовательности и самоконтроле
Активность	Проявление волевых качеств, инициативности, целеустремленности, настойчивости, самостоятельности, решительности	Готовность к инновационной деятельности, проявлению творческой инициативы, проявлению целеустремленности, решительности, самостоятельности
Коммуникативность	Способность к сотрудничеству в процессе деятельности, признание положительных качеств у другого спортсмена, умение обеспечить положительную связь, мотивировать других на деятельность	Умение создать атмосферу сотрудничества, положительную связь, признание сильных сторон другого человека
Рефлексивность	Умение анализировать собственные действия и действия соперника, прогнозировать развитие ситуации, планировать личностное развитие, адекватно оценивать ситуацию	Способность анализировать свои действия и поступки, критически осознать свои особенности, видеть свои возможности в саморегуляции своей деятельности и поведения
Психофизические качества	Психофизические качества, обеспечивающие эффективное выполнение спортивно-игровой деятельности: выносливость, скоростно-силовые способности, быстрота реакции, ловкость, мышление, внимание	Психофизические качества, обеспечивающие продуктивное выполнение производственно-технологических действий и операций: выносливость, сила, координация, быстрота реакции, устойчивость внимания, оперативная память
Эмоциональная устойчивость	Умение контролировать свое эмоциональное состояние и его проявления; характеризуется выдержкой, самообладанием и самоконтролем в условиях психического напряжения, утомления и сбивающих факторов	Качество характеризуется степенью противостояния личности к психическому напряжению, раздражительности, проявляется в выдержке, самообладании, способности длительно переносить неблагоприятное психическое воздействие

Список литературы

1. Ашмарин Б. А. Теория и методика физического воспитания : учебник / Б. А. Ашмарин, Ю. А. Виноградов, З. Н. Вяткина. — М. : Просвещение, 1990. — 287 с.
2. Барчукова Г. В. Настольный теннис. — М. : Физкультура и спорт, 1989. — 175 с.
3. Железняк Ю. Д. Совершенствование систем подготовки юных спортсменов в игровых видах спорта : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. — М., 1981. — 48 с.
4. Заводчиков Д. П. Мониторинг профессионального развития личности в профессионально-образовательном процессе // Материалы IV Всерос. научн.-практ. конф. «Личностно ориентированное профессиональное образование»: в 2 ч. : Ч. 2. — Екатеринбург : Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2004. — С. 3–10.
5. Зеер Э. Ф. Психология личностно ориентированного профессионального образования. — Екатеринбург : Изд. Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000. — 258 с.
6. Пономарев Н. И. Социальные функции физической культуры и спорта. — М. : Фис, 1974. — 310 с.



Евгений Алексеевич
Малыгин
Evgeny A. Malygin



Людмила Георгиевна
Скоробогатова
Lyudmila G. Skorobogatova

Некоторые вопросы развития железнодорожного туризма в Свердловской области (по итогам I регионального съезда железнодорожников УрФО)

Some issues on development of railway tourism in Sverdlovsk Region (following the 1st Regional Congress of Railway Specialists of UFD)

Аннотация

Авторы рассматривают вопросы, связанные с актуальными региональными проблемами железнодорожного туризма и профессионального туристского образования. Рассматриваемые положения резолюции съезда получили конкретизацию в рекомендациях по созданию исходного минимума условий формирования железнодорожного туризма и его кадрового обеспечения.

Ключевые слова: туристское, образовательное, профессиональное пространства; транспортный (железнодорожный) туризм; подготовка кадров для транспортного туризма.

Abstract

The authors examine the questions related to topical regional issues of railway tourism and vocational tourism education. The provisions of Congress Resolution under review have been refined in recommendations to establish the minimum conditions for the formation of railway tourism and its staffing.

Keywords: tourist, educational, professional space, transport (railway) tourism, training personnel for railway tourism.

Авторы Authors

Евгений Алексеевич Малыгин, канд. техн. наук, профессор, проректор по учебной работе Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: EMalygin@usurt.ru | Людмила Георгиевна Скоробогатова, канд. пед. наук, доцент кафедры «Управление в социальных и экономических системах» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: LSkorobogatovaup@mail.ru

Evgeny Alexeevich Malygin, PhD in Engineering, professor, Vice-Rector for Academic Work, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: EMalygin@usurt.ru | Lyudmila Georgievna Skorobogatova, PhD in Pedagogics, Associate Professor of Management in Social and Economic Systems Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: LSkorobogatovaup@mail.ru

В июле 2013 года в Екатеринбурге прошел I региональный съезд железнодорожников Уральского федерального округа. В данной статье ограничимся рассмотрением лишь двух пунктов резолюции съезда:

1.6. Рассмотреть совместно с руководством УрГУПС и другими заинтересованными структурами исполнительной власти УрФО необходимость организации комплексного транспортного университета на основе требований современного профессионального образования с учетом потребностей железных дорог, промышленных предприятий и других транспортных организаций.

1.8. Подготовить предложения по реализации идеи привлекательности и презентабельности Транссибирской магистрали в пределах территории УрФО.

В проблемно-обосновательной части резолюции отмечено, что возможности рекреационных ресурсов железнодорожного транспорта не способствуют развитию туризма и, соответственно, привлекательности исторических объектов инфраструктуры железнодорожной отрасли [1].

Поскольку в резолюции определены векторы движения в профессиональном, образовательном и туристском пространстве, введем несколько дефиниций [2]:

- **профессиональное пространство** — форма территориального разделения труда и специфика территориальной структуры занятости;
- **образовательное пространство** — часть социальной среды, специально созданной для образования, включающая составляющие дополнительного образования и организованное пространство регулярной педагогики;
- **туристское пространство** — часть организованного социального пространства, включающая

рекреационные объекты и территории природного и культурного наследия. Характеризуется, как и уже названные пространства, протяженностью, структурой, позиционностью, взаимодействием, координацией элементов и отношений между ними.

Каждое из данных функциональных пространств и их синергетическое поле выступают как **социальное пространство**, то есть проявляют себя как фактор формирования личности. Логическое пересечение образовательного и профессионального пространств формирует **пространство профессионального образования**. Данное пространство включает в себя сеть образовательных учреждений различного таксономического уровня и собственные ареалы профессионального пространства — рынки труда муниципального, регионального и федерального уровней. Пересечение понятий «образовательное пространство» и «туристское пространство» определяет **пространство педагогики туризма**, а профессионального и туристского пространств — **профессионально-квалифицированную структуру туризма**.

Все эти пересечения в той или иной мере присутствуют в реализуемом ныне в системе ВПО компетентном подходе, в образовательных стандартах, ориентирующих на формирование у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, конкретные комбинации или «пучки» которых должны определять профили выпускников тех или иных вузов.

Названные пункты резолюции разнесем по выделенным функциональным пространствам.

Пункт 1.6. относится к пространству профессионального образования. УрГУПС, учитывая его региональный статус в качестве транспортного (железнодорожного)



Симпозиумы, конференции, выставки

вуза и партнерские отношения с якорным работодателем (ОАО «РЖД»), может стать одним из системообразующих элементов корпоративной образовательной среды и при содействии НСЖ РФ — консорциумом как принципиально новой для российской высшей школы организационной формой управления [3].

Пункт 1.8. относится к туристскому пространству и полю профессионального туристского образования. В связи с этим приходится отметить наличие некоторой проблемы. В транспортных (железнодорожных) вузах, имеющих туризм в номенклатуре специальностей, устойчиво проявляется некая «отраслевая ментальность», в «карте» которой туризм традиционно относится к категориям вторичного и непрофильного в соотношении с основными технико-технологическими направлениями подготовки студентов. В частности, это создает асимметрию в распределении бюджетных мест и различия в материальном стимулировании научно-исследовательской и публикационной активности студентов-«платников», являющейся органической частью формирования необходимого «пучка» компетенций у студентов туристской сферы. При этом резолюция п. 1.8., относящегося к туристскому пространству и к полю профессионального туристского образования, в значительной мере зависит именно от этих студентов, углубленно изучающих туризм и как таковой, и через призму его транспортной составляющей.

В частности, отметим следующие *туристско-экскурсионные продукты с транспортной составляющей*, имеющие культурно-познавательное, профориентационное и профессионально-развивающее значение, выполненные нашими студентами в виде комплексных курсовых проектов, дипломных и конкурсных работ:

- «Транссиб: путь развития через туризм (для Свердловской железной дороги)» — проект представлен к обслуживанию на круглом столе по развитию железнодорожного туризма I съезда железнодорожников УрФО и внедряется в рамках многоцелевого пилотного проекта «Россия из окна «России»;
- проект железнодорожного тура «Екатеринбург — Тобольск — Екатеринбург», внедряемый в рамках комплексного проекта «Крестный путь», посвященного последним дням царской семьи Романовых;
- проектная разработка «Проблемы и перспективы Алапаевской узкоколейки», посвященная возрождению АУЖД и перспективе ее становления в качестве системного аттрактива туристского назначения;
- работа «Потенциал развития железнодорожного туризма на Урале», получившая 3-е место на внутривузовском конкурсе УрГУПС, включающая проект школьного тура «Снежное путешес-

вие в г. Качканар» с маршрутом по объектам природного и культурного достояния Качканара;

- проект экскурсии «Вокзал+», развивающей экскурсионную практику СвЖД и знакомящей с экскурсионным потенциалом реконструируемого железнодорожного вокзала г. Екатеринбурга, принятый к внедрению Свердловским филиалом ФПК «РЖД»;
- концептуальная разработка для ассортимента туров с комбинированным перемещением «География ресурсного обеспечения геолого-минералогического туризма Свердловской области и концепт места», прошедшая апробацию на научно-практической конференции (с международным участием);
- проект архитектурной автобусной экскурсии «Екатеринбург — Свердловск — Екатеринбург» для старших школьников и студентов, знакомящий экскурсантов с темпоральными характеристиками архитектурного облика города, готовящегося к играм Чемпионата мира по футболу — 2018 и «ЭКСПО-2020».

На круглом столе «Рекреационные ресурсы железнодорожного транспорта» вице-президент УТПП А. Макаров, отмечая необходимость облечь все высказанные по теме суждения в форму, понятную власти и бизнесу, подчеркнул: «Нам нужно создать концепцию рекреационных ресурсов Свердловской области, объединяющую все, связанное с туризмом, социальными факторами, экологией, историей. Хотелось бы, чтобы в эту деятельность вошли не только энтузиасты, но также и те, для кого она связана с основным бизнесом» [1].

С этой мыслью трудно не согласиться, но такая концепция, развернутая в Стратегию развития внутреннего и въездного туризма в Свердловской области на основе кластерного подхода, уже существует. Более того, губернатор Е. Куйвашев одобрил основные направления по развитию туризма с использованием кластеров (выделено 12 кластеров, охватывающих 40 муниципальных образований) [4]. Приоритет отдан муниципалитетам с наиболее слабым экономическим положением (Тавда, Алапаевск, Турьинск, Ирбит и др.), для которых туризм с его мультипликативной эффективностью может стать локомотивом экономического развития. Признан перспективным минералогический туризм. Интересно и то, что взят «в работу» проект развития узкоколейной железной дороги в Алапаевске, определенный вклад в новое видение которой был внесен и «со стороны» УрГУПС [5].

На наш взгляд, с учетом специфики транспортно-го туризма [6] и практической заинтересованности ОАО «РЖД» в организации регионального железнодорожного туризма как потенциально перспективного бизнес-процесса необходима концепция развития железнодорожного туризма в Свердловской области. Она может

войти в более широкую региональную стратегию развития туризма как составная часть, со своим, весьма особенным маршрутным и программно-тематическим наполнением, выполненным в синергетическом поле пересечения туристского, образовательного и профессионального пространств.

Чтобы осуществить все это, необходимо:

- разработать концепцию развития железнодорожного туризма в Свердловской области с привлечением специалистов СвЖД, УрГУПС, УрГАХА и др.;
- организовать работу по расширению реестра туристских маршрутов, связанных с железнодорожным туризмом;
- усилить взаимодействие с администрациями, на территории которых проходят туры, экскурсии;
- проводить мониторинг соблюдения нормативов деятельности и добровольную аккредитацию организаций;
- создать систему подготовки и переподготовки кадров, повышения квалификации для сферы железнодорожного туризма, системообразующим элементом которой должна стать новая кафедра транспортного туризма в УрГУПС;
- поддержать деятельность организаций, занимающихся подготовкой специалистов для сферы индустрии железнодорожного туризма;
- подготовить предложения по созданию системы поощрения разработки межрегиональных и внутрирегиональных туристских продуктов с использованием железнодорожного транспорта и мемориальным описанием в программах туров их транспортной составляющей;
- обеспечить НИР поддержкой (грантами) в целях обобщения практического опыта и теоретическо-

го осмысления состояния и тенденций развития индустрии железнодорожного туризма;

- ввести раздел «Железнодорожный туризм» в стратегический план развития СвЖД.

Кроме того, необходимо при СвЖД создать координационный совет по развитию железнодорожного туризма в составе уполномоченных представителей от СвЖД, НСЖ РФ, Министерства экономики и туризма, Министерства транспорта, Координационного совета по развитию въездного и внутреннего туризма администрации г. Екатеринбурга, администраций других муниципальных образований, прилегающих к трассе Транссиба; УрГУПС, УрГАХА и иных организаций, заинтересованных в развитии железнодорожного туризма.

В задачи координационного совета, кроме прочего, должны входить:

- организация финансирования инвестиционно привлекательных проектов развития железнодорожного транспорта туристского назначения;
- проведение маркетинговых исследований и формирование на их основе политики комплексного развития железнодорожных станций, вокзалов и их инфраструктуры;
- участие в решении проблем подготовки высококвалифицированных кадров для железнодорожного туризма;
- содействие инициативным группам ППС УрГУПС, УрГАХА и других организаций в осуществлении шагов по имиджированию и брэндингу Транссиба.

Убеждены, что более глубокое погружение наших студентов в этот процесс полностью отвечает требованиям новой культурологически ориентированной парадигмы образования, определяющей переход образования на проблемно-поисковую организацию содержания знания. **ИТ**

Список литературы

1. Первый съезд железнодорожников УрФО // Промышленный транспорт Урала. Специальный выпуск. — 2013. — Июль.
2. Зорин И. В. Теоретические основы профессионального туристского образования : монография. — М. : Советский спорт, 2001.
3. Романова Г. М., Апухтин А. В., Нубарян Г. Д. Формирование корпоративной образовательной среды как формы частно-государственного партнерства в гостиничном бизнесе : монография. — М. : ИНФРА-М., 2012.
4. Кочкин В. Арифметика въездного туризма // Областная газета. — 2013. — 2 июля.
5. Скоробогатова Н., Скоробогатова Л. Включение Алапаевской узкоколейной железной дороги в туристский кластер «Серебряное кольцо Урала» // Экономика железных дорог. — 2012. — № 9.
6. Бутко И. И. Туризм. Транспортные туры и круизы. — Ростов н/Д : Издательский центр «МарТ»; Феникс, 2010.

Итоги Первого Уральского регионального конкурса инновационных проектов молодежи «Технологии для модернизации транспортного комплекса России»

The results of the First Ural regional youth innovative projects competition “Technologies for modernization of Russian transport complex”

Всего поступило 62 работы: 35 — в категории «Школьники», 27 — «Студенты» (из них одна работа из Днепропетровска).

Все работы были рассмотрены областными конкурсными комиссиями.

В финал конкурса вышли 7 школьников и 5 студентов.

Финал состоялся 26 апреля в УрГУПС. После докладов финалистов конкурсная комиссия (5 экспертов) распределила призовые места:

Категория «Школьники»

I место: Осипов Владимир «Водородная теплоэнергетическая станция»
(г. Челябинск, МАОУ «Лицей № 97»).

II место: Алексеев Юрий «Схемотехника управления RGB светодиодами»
(Челябинская обл., г. Верхний Уфалей, МБОУ «Гимназия № 7 «Ступени»).

III место: Пасынков Артем «Устройство для модернизации штатной аварийной сигнализации ВА3 2104–2107»
(Свердловская обл., г. Качканар, МОУ «Лицей № 6»).

Категория «Студенты»

I место: Патракова Маргарита «Рельсовый автобус»
(г. Курган, КИЖТ УрГУПС).

II место: Лепеха Алена «Анализ работы локомотивного депо «Зауралье» 2003–2012 год»
(г. Курган, КИЖТ УрГУПС).

III место: Березина Марина «Компетентностный подход к оценке качества образования в филиалах железнодорожных вузов»
(г. Курган, КИЖТ УрГУПС).

Все победители и их научные руководители получили ценные подарки и грамоты, а все участники — дипломы.



**Борис Викторович
Рожкин**

Boris V. Rozhkin

Измеритель значений тягового тока и его асимметрии в обратной тяговой сети

An instrument for measuring traction current and its asymmetry in reverse traction network

Аннотация

В статье представлен измеритель значений тягового тока и его асимметрии. Проведены исследования точности измерений в лабораторных и полевых условиях. Приведены результаты измерений тягового тока и асимметрии при движении поезда по участку железной дороги.

Ключевые слова: асимметрия, постоянный тяговый ток, рельсовая линия, измерения, точность.

Abstract

The article presents the instrument for measuring traction current values and its asymmetry. The study of measurement precision in laboratory and field conditions is carried out. The results of measuring the traction current and asymmetry in motion of train on a railroad section are provided.

Keywords: asymmetry, constant traction current, rail line, measurements, accuracy.

Авторы Authors

Борис Викторович Рожкин, ассистент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: boris_r_v@mail.ru

Boris Viktorovich Rozhkin, Assistant Lecturer of Railway Automation, Telemechanics & Communication Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: boris_r_v@mail.ru

Железные дороги являются основным и наиболее безопасным видом грузового и пассажирского транспорта. Безопасность перевозок обеспечивается системами автоблокировки (АБ), электрических централизаций (ЭЦ), системами управления тормозами поезда и т. д. Большинство систем, обеспечивающих безопасность, используют в качестве первичного датчика свободности путевого участка рельсовую цепь. С развитием движения поездов повышенного веса и длины участились отказы рельсовой цепи по условию асимметрии обратного тягового тока. Это вызывает сбой в графике движения поездов. Так, в [1, 2] отмечено, что 65% отказов рельсовых цепей привели к задержкам поездов на 30 минут и более. При этом распределение отказов рельсовых цепей по системам ЭЦ и АБ составило соответственно 12,6% и 12,9% от общего числа отказов систем. Стоит отметить тот факт, что отказы перегонной рельсовой цепи требуют больше времени на устранение, что связано с доставкой персонала к месту повреждения. Также в [1, 2] причиной отказов рельсовых цепей в 30% случаев называется плохое содержание элементов рельсовой линии, приводящее к появлению ненормативной асимметрии.

В технологических картах по обслуживанию устройств сигнализации централизации и блокировки (СЦБ) [3] измерение тока асимметрии не носит систематического характера, а производится при поиске причин отказа рельсовых цепей. Также в технологии обслуживания устройств автоматики и телемеханики для элементов рельсовой линии предлагаются органолептические методы контроля. Такие методы обслуживания рельсовых цепей сложились исторически, но имеющиеся недостатки не позволяют избавиться от причин вышеназванных отказов. В Стратегии инновационного развития ОАО «РЖД» (п. п. 4.5) явно задекларирована необходи-

мость повышения надежности работы технических средств, к которым относится рельсовая цепь.

Согласно методическим рекомендациям ОАО «РЖД» [4], для измерения асимметрии рекомендуется применять переносные измерительные приборы, такие как ИСП-01 или А9–1, для которых необходим наблюдатель для регистрации и интерпретации измеренных значений. Развитие вычислительной техники позволяет создавать автоматические измерительные комплексы непрерывного действия на базе цифровой обработки сигналов, интегрирование которых в центры диагностики и мониторинга, создаваемые на сети дорог, позволит обеспечить непрерывный мониторинг работы рельсовой линии по различным параметрам.

Данная статья посвящена автоматическому измерительному комплексу, созданному в научно-исследовательской лаборатории «Компьютерные системы автоматики» (НИЛ КСА) при кафедре «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» УрГУПС. Комплекс предназначен для экспериментальных исследований зависимостей изменения тока в рельсовой линии при движении поездов, а также для разработки способов контроля асимметрии тягового тока с перспективой передачи данных в дорожные центры мо-

нитинга. Комплекс разработан для измерений на участках с электротягой постоянного тока.

Проблема асимметрии тягового тока заключается в том, что при разности токов в рельсовых нитях выше некоторого значения насыщается металл сердечника дроссель-трансформатора, снижается коэффициент трансформации и происходит отказ рельсовой цепи. Максимальные значения тока асимметрии для различных типов дроссель-трансформаторов приведены в табл. 1. На величину тока асимметрии оказывают влияние следующие факторы: величина обратного тягового тока, сопротивление тяговому току каждой рельсовой нити, сопротивление каждой рельсовой нити по отношению к земле и подключенным к рельсам устройствам.

Асимметрия обратного тягового тока характеризуется абсолютным значением и коэффициентом асимметрии. Абсолютное значение тока асимметрии вычисляется по формуле:

$$I_{\text{асимметрии}} = |I_1 - I_2|, \quad (1)$$

где I_1 — обратный тяговый ток в первой нитке рельсовой линии; I_2 — обратный тяговый ток во второй нитке рельсовой линии.

Коэффициент асимметрии вычисляется по формуле:

Таблица 1

Характеристики асимметрии для разных типов дроссель-трансформаторов

Род тяги	Тип дроссель-трансформатора	Максимальное абсолютное значение асимметрии, (А)	Максимальный коэффициент асимметрии, %
Электрическая тяга постоянного тока	ДТ-0,2 (0,6)-500	60	6
	ДТ-0,2 (0,6)-1000	120	
	ДТ-0,2 (0,4)-1500	180	
Электрическая тяга переменного тока	ДТ1–150	12	4
	ДТ1–300	24	
	ДТ-0,6–500 с	40	

$$K_{\text{асимметрии}} = \frac{|I_1 - I_2|}{|I_1 + I_2|} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Исследование причин появления ненормативной асимметрии предполагает измерения значений тягового тока и его асимметрии «под поездом», одновременно в нескольких точках обратной тяговой сети действующего участка железной дороги. Для таких измерений портативные приборы не подходят, поэтому необходим специализированный измерительный комплекс, удовлетворяющий следующим требованиям:

1. Автоматическая одновременная фиксация значений обратного тягового тока, его направления и асимметрии в рельсовых нитях.
2. Накопление измеренных данных с возможностью последующей обработки.
3. Отсутствие мешающего влияния на работу систем автоматики и ухудшения параметров надежности их функционирования.

Для обеспечения заданных требований была разработана двухуровневая структура измерительного комплекса:

- 1-й уровень. Измерительный модуль, непосредственно производящий измерения.
- 2-й уровень. Контроллер измерителя, накапливающий данные измерений и передающий их при установлении связи.

Методы измерений физических величин разделяют на непосредственное измерение и косвенное. Непосредственное измерение постоянного тягового тока в рельсовой линии требует включения амперметра в разрыве тяговых перемычек, что изменяет параметры функционирования рельсовой цепи и поэтому не соответствует требованиям на измерительный комплекс. Косвенным образом постоянный ток можно измерить на основе закона Ома, или используя токовые датчики на эффекте Холла или Фарадея.

Учитывая условие доступности на этапе научных изысканий по данной теме, решено было использо-

вать косвенный метод измерения тока на основе закона Ома. Этот способ измерения тока с учетом мешающих воздействий сигнального тока рельсовой цепи показан на рис. 1.

Вольтметрами U_1 и U_2 производятся измерения падения напряжений между выводами дроссель-трансформатора. Значение сопротивления токовой обмотки дроссель-трансформатора постоянному току — это нормируемый параметр, который приводится в справочниках по аппаратуре ЖАТ.

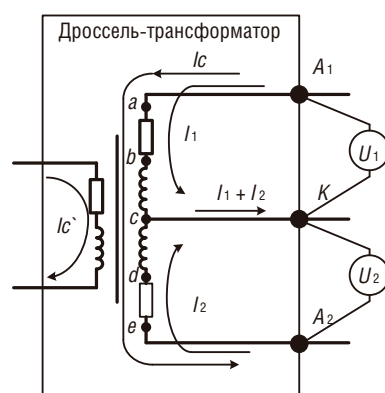


Рис. 1. Схема замещения и токи, протекающие в дроссель-трансформаторе:

I_1, I_2 — тяговые токи в рельсовых нитках; I_c, I_c' — сигнальные токи в токовой и сигнальной обмотках соответственно; U_1, U_2 — каналы измерения напряжения

Каждый измерительный канал измеряет падение напряжения на половине токовой обмотки дроссель-трансформатора, поэтому выражения для расчета значений токов в рельсовых нитях и параметров асимметрии тягового тока примут следующий вид:

$$I_1 = \frac{2U_1}{R_{\text{дт}}}, \quad (3)$$

$$I_2 = \frac{2U_2}{R_{\text{дт}}}, \quad (4)$$

$$I_{\text{тяги}} = I_1 + I_2 = 2 \frac{U_1 + U_2}{R_{\text{дт}}}. \quad (5)$$

Поставив I_1, I_2 в выражения 1 и 2 получим:

$$I_{\text{асимметрии}} = 2 \frac{|U_1 - U_2|}{R_{\text{дт}}}, \quad (6)$$

$$K_{\text{асимметрии}} = \frac{U_1 - U_2}{U_1 + U_2} \cdot 100\%. \quad (7)$$

$R_{\text{дт}}$ — сопротивление токовой обмотки дроссель-трансформатора на частоте тягового тока.

Постоянный тяговый ток, протекая через половины обмоток дроссель-трансформатора, обуславливает падение напряжения между точками $a — b$ и $d — e$. Переменный сигнальный ток обуславливает разность потенциалов точек $a — c, c — e$. Поэтому на входные цепи измерительных каналов будет воздействовать смесь постоянного и переменного напряжения. Следовательно, измеряемый сигнал можно рассматривать как сигнал сложной формы, и для обеспечения точности измерений необходимо применять специальные методы [5], обеспечивая селективность измерений.

Требованиям селективности измерений соответствует измерительный модуль УНС4и, из номенклатуры модулей системы диагностики и мониторинга СТД-МПК. Он предназначен для использования в составе систем непрерывного сбора данных и является средством измерения (свидетельство о регистрации RU.С.34.058 А № 45336) [6]. УНС4и представляет собой 4-канальный селективный измеритель на базе сигнального процессора. Подключая измерительный модуль УНС4и к системе сбора, хранения и передачи данных измерений на базе контроллера с процессором архитектуры ARM, получим измерительный комплекс, соответствующий заявленным требованиям.

На рис. 2 приведена фотография измерительного комплекса, подключенного к дроссель-трансформатору. Данные измерений по сети Ethernet передаются на ноутбук оператора. При необходимости связь по сети Ethernet может быть разорвана, тогда контроллер измерительного комплекса будет сохранять



Рис. 2. Измерение обратных тяговых токов на перегоне Исеть — Шувакиш

данные во встроенную память и передаст их при возобновлении связи.

Изначально УНС4и разрабатывался как прецизионный измеритель параметров рельсовых цепей, в этих условиях данный прибор подтвердил соответствие второму классу точности. В созданном измерительном комплексе он используется как измеритель падения напряжения постоянного тягового тока на полуобмотках дроссель-трансформатора. Причем постоянное напряжение может быть много меньше переменного напряжения сигнального тока, которое является помехой и для задачи определения асимметрии должно быть отфильтровано. Поэтому необходимо провести исследование метрологических характеристик УНС4и в новых условиях измерения. Для этого были поставлены два эксперимента: лабораторный и в полевых условиях, на действующем участке железной дороги.

Лабораторный эксперимент

Лабораторный эксперимент ставил следующие задачи:

1. Определить ожидаемое падение постоянного напряжения на половине токовой обмотки в зависимости от значений тягового тока.

2. Определить ожидаемое падение переменного напряжения на половине токовой обмотки в зависимости от режимов работы рельсовой цепи.

3. Измерить относительную погрешность измерительных каналов УНС4и в условиях, приближенных к реальным.

Ожидаемые уровни падения напряжения на половине токовой обмотки дроссель-трансформатора в зависимости от значений обратного тягового тока представлены в табл. 2. Данные получены для ДТ 0,6–1000, активное сопротивление токовой обмотки которого равно 1,1 мОм.

Значение переменного напряжения на полуобмотках было принято 1,5 В, исходя из режимов работы рельсовых цепей числовой кодовой автоблокировки.

В качестве источника измеряемого сигнала использовался функциональный генератор АНР-3122, управляемый с компьютера. По результатам эксперимента построен график (рис. 3).

Эксперимент показал, что 2-й, 3-й и 4-й измерительные каналы достигают погрешности в 3% на 50 мВ постоянного напряжения, что соответствует ~100 А тягового тока (табл. 2), и на 140 А дают погрешность в 2%. Первый измерительный канал испытуемого устройства имеет значительное смещение показаний измеряемой величины, в результате чего относительная погрешность измерения в 3% достигается при напряжении на входе 110 мВ, что соответствует току 210 А.

Обратные тяговые токи значительны при непосредственной близости локомотива к точке измерения. По мере удаления локомотива за счет растекания ток снижается и может составлять от 50 до 250 А, поэтому чувствительность и точность УНС4и достаточна для проведения соответствующих измерений.

Полевой эксперимент

Полевой эксперимент ставил своей задачей определение по-

Таблица 2

Испытательные значения постоянного напряжения

I (А)	U (мВ)	I (А)	U (мВ)	I (А)	U (мВ)	I (А)	U (мВ)
10	5,25	130	68,25	250	131,25	370	194,25
30	15,75	150	78,75	270	141,75	390	204,75
50	26,25	170	89,25	290	152,25	410	215,25
70	36,75	190	99,75	310	162,75	430	225,75
90	47,25	210	110,25	330	173,25	450	236,25
110	57,75	230	120,75	350	183,75	470	246,75

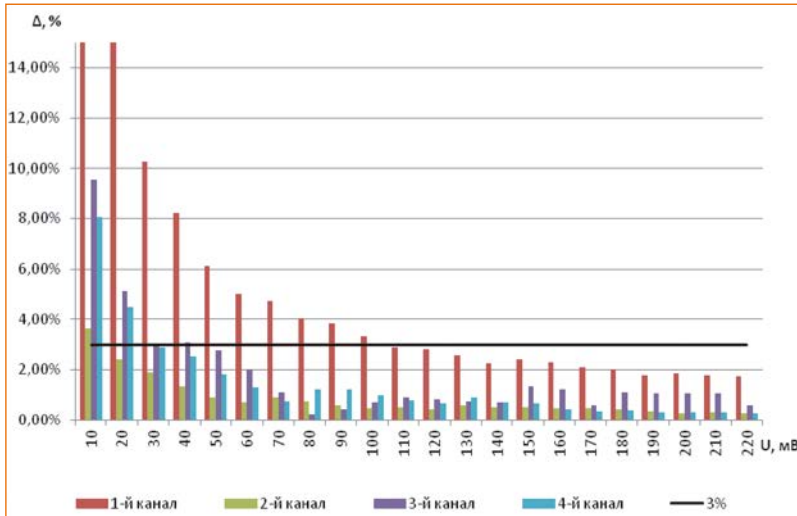


Рис. 3 Относительная погрешность измерительных каналов в зависимости от значения измеряемого сигнала



Рис. 4. Результаты измерений тока в обратной тяговой сети токовыми клещами и УНС4и

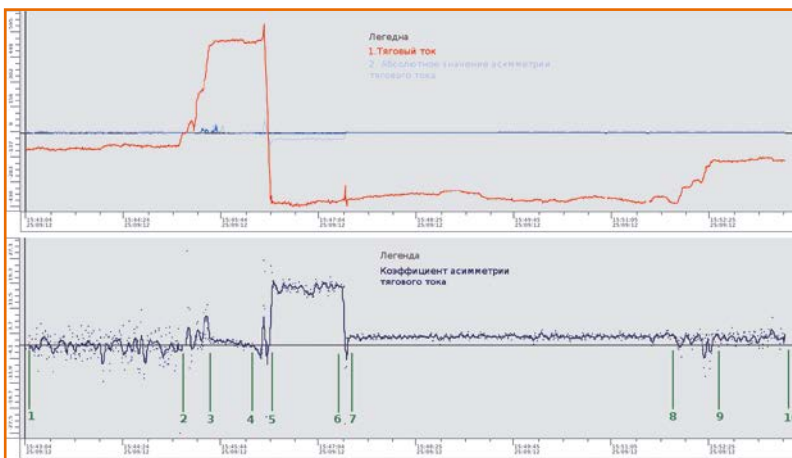


Рис. 5. Значения тягового тока и коэффициента асимметрии при движении поезда

грешности измерений тягового тока в реальных условиях эксплуатации на действующем участке железной дороги. В качестве эталонного прибора использовались клещи-адаптер АРРА-39т. Токковые клещи используют метод преобразования на основе эффекта Холла, и заявленная производителем точность $\pm (1,9\% + 7 A)$, на пределе измерения до 1000 А. Для обеспечения одновременной фиксации показаний с измерительных приборов токовые клещи подключались к свободному измерительному каналу УНС4и. При таком способе одновременность фиксации показаний обеспечивает контроллер измерительного комплекса. Данные измерений обрабатывались с помощью одного и того же программного обеспечения, что облегчило анализ данных. Результаты эксперимента представлены на рис. 5.

Математическое ожидание относительной погрешности $-6,5\%$ соответствует ожидаемой точности метода измерений с учетом характеристик применяемых приборов.

Использование разностного метода при расчете параметров асимметрии (6, 7) требует высокой стабильности измерительных каналов. Для определения стабильности измерительных каналов был измерен тяговый ток и его асимметрия при проходе поезда и был рассчитан коэффициент асимметрии (рис. 5). Для снижения влияния случайных факторов на результаты измерений график коэффициента асимметрии был сглажен с использованием скользящего среднего с окном усреднения 15.

На графике можно выделить характерные участки, где значение тягового тока примерно постоянно, и найти для этих участков статистические оценки коэффициента асимметрии. В силу большого числа измерений эти оценки покажут зависимость стабильности измерений от величины тягового тока.

В моменты времени, когда поезд находится за пределами рельсовой

Таблица 3

Оценки коэффициента асимметрии

Время	Участок графика	Средний тяговый ток	Коэффициент асимметрии, %	Среднеквадратическое отклонение, %
15:43:04–15:45:16	1–2	83 А	–0,64	10,4
15:47:31–15:51:46	5–6	384 А	2,51	0,33
15:52:34–15:53:26	3–4	160 А	2,36	1,24

цепи, на дроссель-трансформаторе которой проводятся измерения, коэффициент асимметрии полностью определяется сопротивлениями рельсов и дроссельных перемычек, поэтому не должен изменяться в зависимости от величины тягового тока. Однако измеренный коэффициент асимметрии, как показывает график (рис. 5), значительно зависит от значения тягового тока из-за погрешности измерения. В процессе резкого изменения значений тягового тока (участки на графике 2–3, 4–5, 6–7, 8–9) падает стабильность измерений коэффициента асимметрии. Участки 3–4 и 5–6 отражают изменение коэффициента асимметрии при движении поезда по рельсовой цепи, на которой производятся измерения, и не отражают состояние асимметрии самой рельсовой линии. Участки 1–2, 7–8, 9–10 характеризуются стабильными значениями тягового тока, по-

этому для этих участков рассчитаны статистические оценки и сведены в табл. 3. На участке 1–2 коэффициент асимметрии меняет знак, это объясняется несовершенством метода измерения и не позволяет сделать вывод о стабильности измерений. На участках 7–8 и 9–10 значения коэффициента асимметрии практически совпадают, несмотря на увеличение среднеквадратического отклонения при уменьшении тягового тока.

Проведенные исследования метрологических характеристик созданного измерительного комплекса подтверждают возможность его применения для измерения значений тягового тока при величине более 60 А и асимметрии тягового тока при величине тягового тока более 150 А. Однако точность и стабильность измерения значительно снижаются в моменты изменения (бросков) тягового тока, а также при снижении текущего значения тягового тока.

Список литературы

1. Анализ состояния безопасности движения поездов на ЮУЖД за 2012 г. — Челябинск, 2013. — 145 с.
2. Анализ состояния безопасности движения поездов на СвЖД за 2011 г. — Екатеринбург, 2012. — 136 с.
3. Устройства СЦБ, технология обслуживания. — М. : Транспорт, 1999. — 427 с.
4. Методические рекомендации по измерению асимметрии обратного тягового тока / МР ЦЭ-ЦЦ РЖД 004–2010.
5. Бушуев С. В., Попов А. Н. Исследование точности измерений среднеквадратических значений электрических сигналов на ограниченных интервалах времени // Транспорт Урала. — Екатеринбург : УрГУПС, 2011. — № 2 (29). — С. 46–50. — ISSN 1815–9400.
6. Гавзов Д. В., Бушуев С. В., Гундырев К. В. Комплекс технических средств распределенных измерений, контроля и управления // Проблемы разработки, внедрения и эксплуатации микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики : сборник научных трудов. — СПб. : ПГУПС, 2005. — С. 103–108.

Технические требования и рекомендации к оформлению статей

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

- а) УДК;
- б) Ф. И. О. автора (авторов) (на русском и английском языках);
- в) название статьи (на русском и английском языках);
- г) аннотация (на русском и английском языках);
- д) ключевые слова (на русском и английском языках);
- е) текст статьи;
- ж) библиографический список;
- з) сведения об авторе (авторах): место работы (учебы), ученая степень, ученое звание, должность, почтовый адрес, телефон, e-mail (на русском и английском языках);
- и) портретное фото автора (авторов), представленное в электронном виде отдельным файлом, цветное, высокого качества, в форматах *.jpg (от 200 Кб), *.tif (от 1 Мб).

2. Материалы подготавливаются в редакторе Microsoft Office Word 2003, 2007.

3. **Объем статьи** не более 15 страниц.

4. **Список литературы** помещается в конце статьи после подзаголовка и оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003, ГОСТ 7.0.5–2008. Ссылки на литературу в тексте статьи оформляются в квадратных скобках ([3], [3, 4], [3–7]).

5. **Требования к разметке и форматированию текста.** Поля страницы – по 2 см с каждого края. Страницы должны быть без нумерации. Текст статьи: шрифт Times New Roman, кегль 14; межстрочный интервал

полуторный; выравнивание по ширине; отступ первой строки 1,25 см; расстановка переносов автоматическая. Простые формулы и сочетания символов набираются в текстовом режиме, сложные – при помощи редактора формул Microsoft Equation или MathType и располагаются по центру страницы. Написание букв: русские и греческие буквы (а, б, в, А, Б, В; ε, ω, Ω, Σ), а также цифры и функции (1, 2, 3; I, V, XII; sin, lg, min и др.) пишутся только прямо; латинские буквы (*a, b, c, A, B, N* и пр.) – только курсивом.

6. Рисунки и таблицы. Таблицы должны быть снабжены заголовками, а рисунки — подписями. Расположение заголовков: слово «Таблица» — в правый край таблицы; название таблицы располагается по центру над таблицей. В рисунках (диаграммах и графиках) слово «Рис.», номер и название рисунка располагаются по центру набора под рисунком. Расположение таблиц и рисунков — после ссылки на них. Условные обозначения в рисунках и таблицах, если они есть, должны быть расшифрованы в подписи или в тексте статьи.

Рисунки. Цветные и черно-белые (если нет цветных) иллюстрации принимаются отдельными файлами в форматах *.jpg (от 300 Кб), *.tif, *.bmp (от 2 Мб). Недопустимо использование изображений, взятых из Интернета, размером 5–100 Кб, а также отсканированных версий плохого качества.

Диаграммы, схемы и таблицы могут быть представлены в форматах MS Excel, MS Visio, MS Word (сгруппированные). Отдается предпочтение исходным файлам, которые допускают редактирование рисунка. Допускаются изображения, конвертированные в форматы *.cdr, *.cmx, *.eps, *.ai, *.wmf, *.cgm, *.dwg.

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

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

ООО «Инновационный научный центр Академии транспорта» (ИНЦАТ)

Учредители: Уральский государственный университет путей сообщения,
Российская академия транспорта

Научно-исследовательская и внедренческая деятельность:

- оптимизация транспортной сети пассажирского комплекса;
- логистика в пассажирских перевозках;
- конструкторские расчеты и моделирование элементов и узлов железнодорожного подвижного состава.

Основные заказчики: Министерство транспорта и связи Свердловской области,
ОАО «Синара – Транспортные Машины»,
Свердловская железная дорога – филиал ОАО «РЖД».

Контактная информация:

Директор: Брусянин Дмитрий Алексеевич.

Адрес: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, корпус Б.

Тел.: +7 (906) 802-27-81. E-mail: DBrusyanin@mail.ru

**Российская академия транспорта
и Уральский государственный университет путей сообщения –
единство инновационных решений**



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ»

Основные направления работы

- Разработка проектов реконструкции и модернизации контактной сети железнодорожного транспорта.
- Сопровождение программного продукта «Автоматизированное рабочее место проектировщика контактной сети» АРМ КС.
- Проектирование внешнего электроснабжения до 1000 кВ включительно и внутреннего электроснабжения жилых, общественных и производственных зданий.
- Проведение электротехнической экспертизы оборудования.
- Расчет автоколебаний проводов контактной подвески и взаимодействия различных токоприемников с контактным проводом.
- Научно-исследовательские работы в области совершенствования системы токосъема железнодорожного транспорта.

Заведующий лабораторией: канд. техн. наук, доцент Ковалев Алексей Анатольевич.



Наш адрес: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, корпус Б, оф. 303.

Для переписки: 620042, г. Екатеринбург, а/я 180. Тел./факс: (343) 221-25-27, 8-950-63-77-440.

E-mail: saprks@mail.ru. Веб-сайт: www.sapr-ks.usurt.ru

