

ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

I N N O T R A N S

№ 4 (18)

декабрь 2015



Общественный транспорт в российских городах: проблемы и их решения

М. Р. Якимов, доктор технических наук, профессор,
директор Института транспортного планирования РАТ
С. 3

Оценка эффективности
транспортных процессов
в цепях поставок

От бизнес-стратегии
к ИТ-решениям
для транспортной логистики

Математическая модель
движения автомобиля



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

РИД



Министерство транспорта
и дорожного хозяйства
Волгоградской области



АЭРОФЛОТ

СКОРОСТНЫЕ
МАГИСТРАЛИ

Инновационный транспорт

Научно-публицистическое издание

№ 4 (18), 2015 г.

Издается с ноября 2011 г.

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

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

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

Редактирование и корректура — Елена Владимировна Чагина

Верстка и дизайн — Андрей Викторович Трубин

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

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

Свидетельство о регистрации средства массовой информации

Роскомнадзор ПИ № ФС 77-46984 от 14 октября 2011 г.

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

DOI: 10.20291/2311-164X.

Подписано в печать 30.12.2015. Печать офсетная.

Тираж 1000 экз.

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

© Общероссийская общественная организация «Российская академия транспорта», 2015

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

Денис Викторович Ломотко, доктор технических наук, академик Транспортной академии Украины, профессор Украинского государственного университета железнодорожного транспорта, Харьков (Украина).

Мargarita Булатовна Имандосова, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе Каспийского государственного университета технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау (Казахстан).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Сергей Алексеевич Румянцев, доктор физико-математических наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Высшая и прикладная математика» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург (Россия).

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

Игорь Александрович Тараторкин, доктор технических наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Гусеничные машины» Курганского государственного университета, заведующий Курганским отделом механики транспортных машин Института машиноведения УрО РАН, Курган (Россия).

Елена Николаевна Тимухина, доктор технических наук, профессор, действительный член РАТ, заведующая кафедрой «Управление эксплуатационной работой» Уральского государственного университета путей сообщения, Екатеринбург (Россия).

Innotrans

Scientific-and-nonfiction edition

№ 4 (18), 2015

Published since November 2011

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

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

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

Editing and proofreading — Elena V. Chagina

Layout and design — Andrey V. Trubin

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

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

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

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

Released for printing on 30.09.2015. Offset printing.

Circulation 1000 copies.

© FGBOU VO Ural State University of Railway Transport, 2015

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

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

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

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

Denis V. Lomotko, DSc in Engineering, Academician of the Transport Academy of Ukraine, professor of the Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkov (Ukraine)

Margarita B. Imandosova, DSc in Engineering, professor, vice-rector for academic affairs of the Caspian State University of Technologies and Engineering named after S. Yesenov, Aktau (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD

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

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

Sergey A. Rumyantsev, Doctor of Physico-mathematical Sciences, full member of the Russian Academy of Transport, Professor of "Higher and Applied Mathematics" at Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg (Russia).

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

Igor A. Taratorkin, Doctor of Technical Sciences, Professor of "Track Machines" Department at Kurgan State University, member of the Russian Academy of Transport, Institute of Mechanical Engineering Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Head of the Mechanics of transport vehicles office, Kurgan (Russia).

Elena N. Timukhina, Doctor of Technical Sciences, professor, member of Russian Academy of Transport, Head of "Field operation management" department of the Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, (Russia).

СОДЕРЖАНИЕ

Организация производства (транспорт)

Якимов М.Р.

Общественный транспорт в российских городах.
Общие проблемы, различные решения. 3

Пикалин Ю.А., Скоряева Е.А., Банных Ю.М.

Управление качеством на предприятиях —
производителях железнодорожной техники путем
применения современных технологий менеджмента,
заложенных в требованиях международного стандарта
железнодорожной промышленности IRIS 7

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

Покровская О.Д., Самуйлов В.М.

Организационно-технические решения
при проектировании грузовых терминалов
в составе международных транспортных коридоров 13

Колински А., Журавская М.А.

Метод оценки эффективности
транспортных процессов в цепях поставок. 25

Журавская М.А., Лемперт А.А., Маслов А.М., Гашкова Л.В.

Функционирование транспортно-логистических систем
с учетом оценки экологических последствий. 31

Фирстов С.В., Самуйлов В.М., Гашкова Л.В.

От бизнес-стратегии к ИТ-решениям
для транспортной логистики. 38

Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Глушко М.И., Антропов А.Н., Антропова Т.А.

Вагон и инновационная тележка 46

Владыкин А.В., Фролов Н.О.

Вибрация привода как внешний фактор
при реализации тягового усилия локомотива 50

Глушко М.И., Антропов А.Н., Антропова Т.А.

Вагоны. Возможности совершенствования 53

Аксенов Н.А.

Оценка возникновения риска
отказа участка контактной сети 57

Управление процессами перевозок

Колокольников В.С., Ковалев И.А.

Применение структурно-технологического исследования
при планировании развития транспортных систем
промышленных предприятий 62

Эксплуатация автомобильного транспорта

Еремина И.В.

Об отмене транспортного налога в России. 67

Радионых А.А., Чернышев А.Д.

Математическая модель движения автомобиля 69

Царииков А.А., Обухова Н.А., Мирзоев Н.З.

Эволюция системы заторов на улично-дорожной сети
города Екатеринбурга 74

CONTENTS

The organization of production (transport)

Mikhail R. Yakimov

Public transportation in Russian cities.
Common problems, different solutions 3

Yuri A. Pikalin, Elena A. Skoraeva, Julia M. Bannykh

Quality management in railway
equipment manufacturing enterprises through the application
of modern management techniques that are incorporated
in the requirements of the IRIS (international standard
for the railway industry) 7

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

Oksana D. Pokrovskaya, Valeriy M. Samuylov,

Management and technical solutions
in the design of cargo terminals as a part
of international transport corridors 13

Adam Kolinski, Marina A. Zhuravskaya

The evaluation method of transport processes efficiency
in supply chains 25

Marina A. Zhuravskaya, Anna A. Lempert,

Aleksandr M. Maslov, Lyudmila V. Gashkova
Operation of transport and logistics systems
with account to environmental impact assessment 31

Sergey V. Firstov, Valeriy M. Samuylov, Lyudmila V. Gashkova

From business strategy to IT solutions for transport logistics . . . 38

Rolling stock, hauling operation and electrification

Marat I. Glushko, Aleksandr N. Antropov, Tatiana A. Antropova

Railcar and innovative bogie 46

Aleksey V. Vladykin, Nikolay O. Frolov

Drive vibration as an external factor
in exercise of locomotive traction 50

Marat I. Glushko, Aleksandr N. Antropov, Tatiana A. Antropova

Railcar. Possibilities for improvement. 53

Nikita A. Aksyonov

Risk assessment of contact
network area failure 57

Management of transportation processes

Vitaliy S. Kolokolnikov, Igor A. Kovalyov

The use of structural and technological research
in the planning of industrial
transportation systems 62

Operation of motor transport

Irina V. Yeremina

Abolition of vehicle tax in Russia 67

Andrey A. Radionov, Aleksey D. Chernyshev

Mathematical model of vehicle motion 69

Aleksey A. Tsarikov, Natalya A. Obukhova, Nichad Z. Ogly Mirzoev

Evolution of congestion system
on the road network of Ekaterinburg 74



Михаил Ростиславович
Якимов
Mikhail R. Yakimov

Общественный транспорт в российских городах. Общие проблемы, различные решения

Public transportation in Russian cities. Common problems, different solutions

Аннотация

Представлена информация о транспортном обслуживании городским пассажирским транспортом общего пользования. Дана оценка эффективности услуги по перевозке населения городским пассажирским транспортом общего пользования. Представлены основные показатели эффективности функционирования городского пассажирского транспорта общего пользования в различных городах.

Ключевые слова: либерализация рынка пассажирских перевозок, двойственность услуги, эффективность услуги по перевозке населения.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-3-6

Summary

Information on urban public transport services is presented. Efficiency of urban public transport services is estimated. Main performance indicators of urban public transport services in various cities are given.

Keywords: liberalization of passenger transport services market, duality of service, efficiency of public transportation services.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-3-6

Авторы Authors

Михаил Ростиславович Якимов, д-р техн. наук, профессор Пермского национального исследовательского политехнического университета, директор Института транспортного планирования ОО «Российская академия транспорта», научный руководитель Агентства дорожной информации РАДАР, эксперт ООН.

Mikhail Rostislavovich Yakimov, DSc in Engineering, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Director of the Institute for Transport Planning, NGO "Russian Academy of Transport", Scientific Director of Radar Traffic Information Agency, UN expert.

К началу 2000-х годов область пассажирских автомобильных перевозок в большинстве городов страны оставалась одной из последних, которых не коснулись рыночные реформы. На территории городов зачастую действовало одно автобусное предприятие, которое управлялось директивно, при этом количество частных предпринимателей, занимающихся пассажирскими перевозками, было незначительно. На балансе каждого из таких предприятий находилось по одному, два, реже три автобуса. Крупные государственные автотранспортные предприятия постепенно передавались на уровень субъектов федерации и далее в собственность муниципалитетов, на которые возложили всю ответственность за транспортное обслуживание в городах. Нерыночные механизмы управления автотранспортными предприятиями вели к росту их убытков, снижению качества транспортного обслуживания населения городов, снижению уровня безопасности.

Позднее руководством регионов было принято решение о том, что перевозки являются услугой, которая должна находиться в условиях рыночной экономики, после чего стали предприниматься меры, направленные на создание условий для ведения бизнеса.

Так, например, в 2006 г. в Пермском крае был принят закон «Об основах организации транспортного обслуживания населения». Кроме этого, было принято управленческое решение об уходе от унитарных форм предприятий в данной сфере как самых неэффективных (данное решение до сих пор остается дискуссионным). Также был установлен заявительный принцип, что позволило минимизировать количество нелегальных перевозчиков. Впоследствии было полностью отменено регулирование тарифов на автобусных маршрутах междугородного сообщения, что не только не привело к росту стоимости услуг, а наоборот, спровоцировало их снижение на отдельных маршрутах и значительно снизило темпы роста на других. В результате этих действий существенно выросла конкуренция, которая привела к значительному обновлению подвижного состава и повышению качества услуги. Почти на всей территории края увеличился объем предоставления услуги: открылись новые маршруты, на существующих маршрутах увеличилось количество рейсов.

Весь объем перевозок на городском автомобильном транспорте общего пользования стали осуществлять частные перевозчики. В связи с этим затраты пассажира на перевозку (цена билета) стали наименьшими среди всех крупных муниципальных образований.

Либеральное отношение к системе государственного и муниципального управления позволяет создавать качественную систему транспортного обслуживания населения, в то время как муниципалитеты сталкиваются с нехваткой базовых федеральных законов об организации транспортного обслуживания населения. Дееспособность этой системы, применяемой, в частности, в городе Перми, может являться свидетельством и при-

мером положительной роли процессов либерализации отрасли пассажирских перевозок в городах.

Транспортное обслуживание населения городским пассажирским транспортом общего пользования предполагает оказание двух видов услуг: услуги по перевозке пассажира городским пассажирским транспортом общего пользования и услуги по предоставлению гарантии того, что первая услуга будет предоставлена (рис. 1).

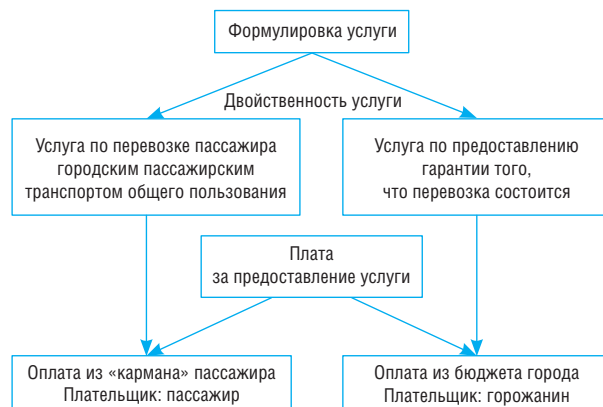


Рис. 1. Формулировка услуги транспортного обслуживания населения городским пассажирским транспортом общего пользования

Иными словами, кроме получения услуги, выраженной в транспортной работе непосредственно поставщиком транспортной услуги (владельцем транспортного средства, на котором осуществляется перевозка), потребителям услуги важно иметь гарантии того, что такая услуга будет оказана и транспортное средство приедет на остановку.

Сама перевозка регулируется федеральными законами, законами о защите прав потребителей, законами о безопасности движения. В то же время услуга по предоставлению гарантий того, что перевозка состоится, регулируется органами местного самоуправления согласно № 131-ФЗ «Об основных принципах организации местного самоуправления в РФ». Плата за предоставление услуги за перевозку пассажиров происходит из средств пассажира, и плательщиком является пассажир, а плата за предоставление гарантии того, что эта услуга состоится, производится из бюджета города, и плательщиками являются горожане (рис. 2).

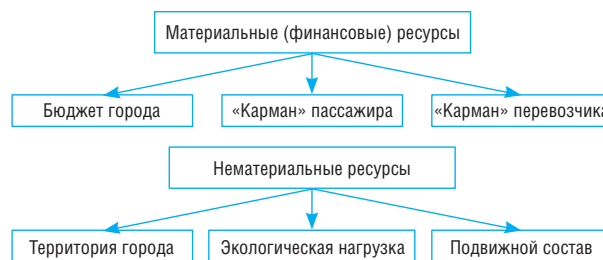


Рис. 2. Возможности и ресурсы для оказания услуги по перевозке населения городским пассажирским транспортом общего пользования

Следует сказать, что пользование общественным транспортом не есть благо, это необходимость эффективного использования общественных пространств, которые достигаются при помощи использования общественного транспорта. Индивидуальный транспорт реализует в себе две потребности человека: мобильную жизнь в экономике и личное пространство (рис. 3).

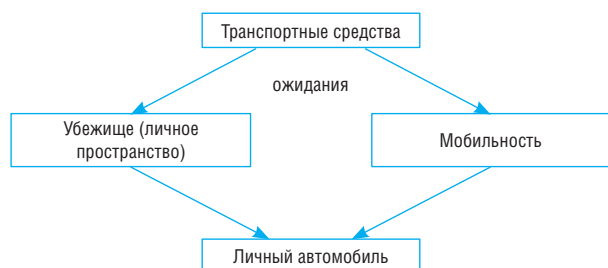


Рис. 3. Роль городского пассажирского транспорта общего пользования

Эффективность услуги по перевозке населения городским пассажирским транспортом общего пользования представляет собой отношение полезности, ко-

торая измеряется в сокращении времени реализации транспортных корреспонденций, к затраченным ресурсам (материальным, финансовым и нематериальным).

По сравнению с другими городами либеральный транспорт в городе Перми, где отсутствует муниципальный транспорт, по всем показателям является эффективным: по цене, а также по дальности поездки (табл. 1).

В табл. 1 представлены данные об основных показателях эффективности функционирования городского пассажирского транспорта общего пользования в различных городах. Следует обратить внимание на разную площадь территории: например, в Перми она составляет 800 км², в Красноярске — 359 км², в Улан-Удэ — 348 км². От площади города зависит средняя длина одной поездки на автобусе. Для Перми, по сравнению с представленными городами, она наибольшая — 7,2 км. В то же время длина поездки определяет себестоимость перевозки одного пассажира, т. е. чем больше пассажир едет на автобусе, тем больше он должен платить. Однако для Перми тариф составляет 16 рублей — один из самых низких тарифов. Это означает, что городской пассажирский транспорт общего пользования работает эффективно.

Таблица 1

Основные показатели эффективности функционирования городского пассажирского транспорта общего пользования в различных городах

Город	Население города, тыс. человек	Площадь города, кв. км	Кол-во систем транспорта	Средняя длина одной поездки на автобусе в городе, км	Кол-во транспортных корреспонденций всеми видами транспорта в сутки, ед.	Доля поездок, реализуемых на ОТ, %	Кол-во подвижного состава автобусов, ежедневно работающих на маршрутах, ед.	Годовой пассажиропоток, млн чел. в год	Стоимость разового проезда на автобусе, руб.
Пермь	1026	800	3	7,2	2 100 000	48,2	800	290	16
Соликамск	96	167	1	6,8	163 000	39,2	81	13	18
Улан-Удэ	421	348	2	4,5	800 000	37,7	1422	73	17
Курган	326	393	2	6,5	620 000	38,1	454	41	18
Самара	1172	541	4	5,8	3 145 000	47,3	300 муниц.	226	23
Екатеринбург	1428	491	4	5,2	2 750 000	47,3	535 муниц.	375	23
Томск	525	297	3	5,1	900 000	45,4	840	100	17
Красноярск	1036	359	3	4,7			1361	215	19
Рязань	533	224	2				86	47	16
Омск	1166	573	3				682	126	18
Киров	487	170	2	4,7			511 муниц.	108	19
Ижевск	637	315	3				402	у перевозчиков	17
Санкт-Петербург	5197	1439	4				2156	298	28
Москва	12184	2511	4					1652	29
Смоленск	330	166	3				130 муниц., 344 частн.	73	14
В. Новгород	222	90	2	3,8			198	53	20
Калининград	453	225	3	5,8			381	199	18

Кроме того, можно заметить, что количество подвижного состава автобусного транспорта в Перми составляет 800 автобусов. Для сравнения: в Улан-Удэ автобусный парк насчитывает 1400 автобусов. Однако 800 автобусов в Перми перевозят 290 млн пассажиров в год, в то время как 1400 автобусов в Улан-Удэ перевозят всего 73 млн пассажиров в год. Так же обстоит ситуация в Красноярске, где количество подвижного состава составляет 1361 автобус, пассажиропоток равен только 215 млн пассажиров в год. Это явно свидетельствует о низкой эффективности работы город-

ского пассажирского транспорта общего пользования в Красноярске и Улан-Удэ.

Данные показатели работы городского пассажирского транспорта общего пользования заставляют задуматься о том, что в первую очередь следует решать не технические вопросы функционирования отдельных систем транспорта, а вопросы менеджмента и эксплуатации общественного транспорта. Для этого необходимо сформировать эффективную систему управления транспортной системой города и задать четкие критерии эффективности ее работы. **ИТ**

УДК 656.2:658.56



**Юрий
Анатольевич
Пикалин**
Yuri A.
Pikalin



**Елена
Алексеевна
Скораева**
Elena A.
Skoraeva



**Юлия
Михайловна
Баных**
Julia M.
Bannykh

Управление качеством на предприятиях — производителях железнодорожной техники путем применения современных технологий менеджмента, заложенных в требованиях международного стандарта железнодорожной промышленности IRIS

Quality management in railway equipment manufacturing enterprises through the application of modern management techniques that are incorporated in the requirements of the IRIS (international standard for the railway industry)

Аннотация

В статье раскрывается назначение международного стандарта IRIS для производителей железнодорожной техники, технология его внедрения на примере научно-исследовательской лаборатории УрГУПС «Компьютерные системы автоматики».

Ключевые слова: система менеджмента для железнодорожного производства, управление качеством, международный стандарт, предотвращение потерь, надежность, безопасность, управление рисками в проекте, сертификация.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-7-12

Summary

The article reveals the purpose of the IRIS international standard for manufacturers of railway equipment, the technology of its implementation on the example of the research laboratory of USURT «Automation computer systems».

Keywords: management system for railway manufacturing, quality management, international standard, prevention of losses, reliability, safety, project risk management, certification.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-7-12

Авторы Authors

Юрий Анато́льевич Пикалин, д-р экон. наук, профессор кафедры «Экономика транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Елена Алексе́евна Скораева, помощник первого проректора по менеджменту качества УрГУПС, менеджер проекта «Разработка, внедрение и сертификация стандарта IRIS в УрГУПС», Екатеринбург | Юлия Михайловна Баных, главный специалист по маркетингу Учебного центра «Русский Регистр — Балтийская инспекция», эксперт по сертификации систем менеджмента качества Ассоциации по сертификации «Русский Регистр», Санкт-Петербург

Yuri Anatoliévich Pikalin, Doctor of Economics, Professor of the Transport Economics department, Ural state University of railway transport (USURT), Ekaterinburg | Elena Alekseevna Skoraeva, vice-rector's assistant for quality management at USURT, manager of the project «Development, implementation and certification of the IRIS standard in USURT», Ekaterinburg | Julia Mikhailovna Bannykh, chief marketing specialist of the Training center «Russian Register – Baltic inspection», expert on certification of quality management systems of the certification Association «Russian Register», St. Petersburg

Относительно недавно стандарт IRIS [1] встал на русские рельсы. Необходимость внедрения стандарта IRIS (International Railway Industrial Standard) на предприятиях железнодорожной промышленности России и стран СНГ указана в распоряжении ОАО «РЖД» от 17 марта 2009 г. № 1943р [2], которым утверждены основные направления политики ОАО «РЖД» в области стратегического управления качеством потребляемой продукции. В соответствии с данным документом, на предприятиях-поставщиках ОАО «РЖД» в период с 2012 по 2014 г. должен быть осуществлен переход на требования международного стандарта IRIS и проведена сертификация. Начиная с 2015 г. ОАО «РЖД» планирует закупать железнодорожную технику и компоненты к ней только у предприятий, сертифицированных на соответствие требованиям стандарта IRIS [3].

Какие цели ставит перед производителями стандарт IRIS? Железная дорога и подвижной состав — это источники повышенной опасности, которые требуют слаженных действий компетентной команды, высокого качества выполнения работы, большой ответственности не только руководителей, но и каждого работника в отдельности. Над решением вопроса безопасности в 2004 г. объединили усилия руководители нескольких предприятий — лидеров железнодорожной промышленности, такие, например, как Siemens и Bombardier. Совместная работа ведущих мировых производителей железнодорожной техники, таких как Alstom, AnsaldoBreda, Knorr-Bremse, Faiveley, GHH-Valdunes, Harting, VoithTurbo, а также других крупнейших железнодорожных операторов и национальных компаний железных дорог привела к разработке специальных требований к системам менеджмента предприятий железнодорожной промышленности. Стандарт IRIS основан на лучших практиках ведущих производителей железнодорожной техники и накопленном опыте отраслевых стандартов из других областей. Гарантом внедрения стандарта на зарубежных предприятиях выступил Европейский союз железнодорожной промышленности — UNIFE. В России активную роль по продвижению стандарта IRIS взяло на себя НП «ОПЖТ».

Цель данного стандарта — предотвращение и снижение числа дефектов в цепи поставок в железнодорожной промышленности, при этом он является залогом успешности трансфера передовых технологий на отечественные предприятия [4]. На сегодняшний день следует признать, что многими предприятиями стандарт IRIS воспринимается не иначе как внешнее требование со стороны ОАО «РЖД», которому нужно соответствовать. К сожалению, мало кто рассматривает IRIS как основу для повышения эффективности системы управления предприятием, несмотря на то что в этом стандарте собрана лучшая отраслевая практика. Следует понимать, что стандарт IRIS — это стратегический инструмент, который необходимо использовать, чтобы усовершенствовать практику управления предприятием

комплексно, с определением требований к поставщикам и развитию бизнеса. Стандарт направлен на взаимодействие всех заинтересованных сторон: производителей, эксплуатирующих организаций, поставщиков, потребителей (пассажиры), а также на повышение качества и надежности продукции для железной дороги.

Сертификат IRIS сегодня признан во всем мире как знак качества. После сертификации организаций в 23 странах на 5 континентах международное значение IRIS уже не требует иных свидетельств. По состоянию на 1 декабря 2015 г. в мире по стандарту IRIS сертифицировано 1217 предприятий, в том числе 95 предприятий в России [5].

В область сертификации IRIS входят 20 кодов, которые приведены в табл. 1, при условии ведения в организации деятельности по проектированию и разработке, и/или изготовлению, и/или техническому обслуживанию и ремонту (техническое обслуживание, диагностика и текущий, средний, капитальный ремонт) подвижного состава и его компонентов. В июне 2015 г. область сертификации IRIS была расширена на инфраструктуру и вошла в 19-й код, который ранее назывался «Сигнальные системы» [6]

Таблица 1

Коды IRIS

1. Кузов вагона	11. Система связи
2. Детали кузова вагона	12. Прокладывание кабелей, шкафы управления
3. Система управления (тележки и ходовая часть)	13. Дверная система
4. Система электропитания	14. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
5. Система тяги	15. Система отклонения
6. Вспомогательные системы	16. Освещение
7. Тормозная система	17. Сцепка
8. Оборудование салона	18. Подвижной состав
9. Бортовое управление поездом	19. Инфраструктура
10. Система информирования пассажиров	20. Отдельные компоненты ж. д.

В Уральском регионе сертифицированы такие предприятия, как Каменск-Уральский металлургический завод, НПО «Автоматика», производственное объединение «Октябрь», ОАО «Уральские локомотивы», НПО «САУТ», НПЦ «Промэлектроника», ЕВРАЗ НТМК, НПК «Уралвагонзавод», ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», ОАО «Уралкабель» и другие. Как видно из представленного перечня, флагманы уральской железнодорожной промышленности и транспортно-машиностроения уже прошли сертификацию по стандарту IRIS.

Цель железнодорожной системы — достичь определенного уровня железнодорожных перевозок в течение заданного времени безопасным образом за счет комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте [7]. Технология, приведенная на рис. 1, определенная в требованиях стандарта IRIS, показывает очевидное влияние на качество услуги, предоставляемой потребителю.

Технология разработки и внедрения требований стандарта железнодорожной промышленности IRIS в Уральском государственном университете путей сообщения (УрГУПС)

Среди работ, выполняемых по заказам от предприятий железнодорожного транспорта в УрГУПС, кодам сертификации стандарта IRIS в полной мере отвечает проектирование систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), которое проводится в научно-исследовательской лаборатории «Компьютерные системы автоматики» (НИЛ «КСА»). Сотрудники из числа руководства лаборатории составили рабочую группу по реализации проекта IRIS в УрГУПС. Был создан коллектив молодых людей, заинтересованных в совершенствовании процессов проектирования и увлеченных новыми решениями и технологиями в условиях конкуренции сре-

ди проектных организаций. После почти двух лет изучения системы менеджмента по стандарту IRIS на основе собственного опыта мы готовы предложить свои решения по внедрению системы.

В УрГУПС для выполнения проекта IRIS на начальном этапе утвержден ряд приказов и распоряжений по распределению зон ответственности и полномочий, принят к исполнению план-график разработки и внедрения системы, проведена ее диагностика на соответствие установленным требованиям.

При реализации проекта IRIS были поставлены следующие задачи:

1. Разработать и сертифицировать систему менеджмента по стандарту IRIS, обеспечить выполнение ее требований по минимизации рисков и предотвращению потерь, возникающих при проектировании систем СЦБ.

2. Создать систему управления проектами, обеспечивающую прослеживаемость выполнения требований заказчика на каждом этапе выполнения проекта системы СЦБ.

3. Использовать преимущества сертификации по стандарту IRIS при участии в конкурсах на выполнение работ по проектированию систем СЦБ для предприятий ОАО «РЖД», а также повысить имидж научно-исследовательской деятельности УрГУПС.

Наиболее эффективными инструментами в стандарте IRIS являются: портал IRIS (база данных о производителях железнодорожной техники), технологии экономической эффективности LCC и обеспечения безопасности RAMS, проектный менеджмент, риск-менеджмент.



Рис. 1. Основные компоненты комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте

Также существенным преимуществом стандарта IRIS является использование «гибких» измерителей KPI (key performance indicators), позволяющих контролировать степень достижения стратегических, оперативных и индивидуальных целей. Это и средство для оценки результативности и эффективности бизнес-процессов. Поэтому один и тот же показатель одновременно может служить как для оценки степени достижения цели (п. 5.6 IRIS), так и для мониторинга процесса (п. 8.2.3 IRIS) [8]. В лаборатории установлено более 20 ключевых показателей (KPI), по которым можно судить и отслеживать улучшения созданной системы.

На сегодняшний день можно сказать, что успех при реализации проекта был определен высокой исполнительской дисциплиной участников рабочей группы при выполнении мероприятий плана-графика, новыми конструкторскими решениями в области профессионального проектирования систем СЦБ. Разработка и внедрение системы менеджмента IRIS в НИЛ «КСА» проходила по следующим основным этапам:

1-й этап — диагностика существующих производственных процессов и процессов взаимодействия с заказчиком. Проведена оценка соответствия порядка выполнения проектной документации требованиям стандарта IRIS.

2-й этап — документирование процедур проектирования и разработки, систематизация справочников и технологий проектирования систем СЦБ.

3-й этап — отладка всех требований стандарта на основе лучших практик с учетом специфики выполняемых работ в лаборатории, создание прослеживаемой цепочки действий по выполнению проектной документации.

Особенностью сертификации системы менеджмента IRIS является то, что требования стандарта должны не просто выполняться, а должны быть представлены свидетельства управления процессами проектирования и разработки на каждом этапе выполнения проекта, при одобрении каждого этапа работ перед переходом к следующему. Для реализации такой задачи в НИЛ «КСА» создана система Redmine, с возможностями автоматизированного формирования текущих задач для сотрудников — проектировщиков контроля их исполнения. Выполнение каждого проекта можно наблюдать в режиме онлайн при сохранении всей истории проекта. Входными данными для проектирования и разработки в системе управления проектами Redmine являются:

- перечень типовых материалов и технических методик для проектирования и разработки, одобренный потребителем;
- сметный расчет, одобренный потребителем;
- условия договора и техническое задание на проектирование, т. е. заданные показатели качества проекта;
- принципиальные схемы исполнительной группы проектируемой централизации или иная техническая документация от потребителя;

- сроки и анализ объема выполняемых работ, оценка возможностей и компетенций инженеров НИЛ «КСА», вовлеченных в процессы проектирования;
- требования параметров безотказности, готовности, ремонтпригодности и безопасности, с учетом информации об отказах на спроектированных объектах;
- анализ рисков и возможностей по выполнению проекта.

На наш взгляд, сложности при внедрении стандарта IRIS одновременно стали возможностями для улучшения процессов проектирования в НИЛ «КСА» систем СЦБ, а именно:

- использование средств автоматизации при управлении проектами и их выполнении;
- интеграция систем менеджмента на базовой платформе требований международного стандарта ISO 9001:2008 и профессиональных требований, при управлении качеством для организаций железнодорожного транспорта;
- освоение новых технологий менеджмента с учетом специфики железнодорожного производства и управление цепями поставок;
- привлечены лучшие практики и опыт сотрудников университета в области формирования системы менеджмента качества, например, изложенные в монографии [9].

Безусловно, стандарт IRIS имеет ряд требований и процессов, ранее не применявшихся в НИЛ «КСА», необходимо было их освоить и научиться использовать, а при необходимости автоматизировать управление процессами. Прежде всего, речь идет о следующих технологиях, определяющих современное развитие профессионального менеджмента:

- менеджмент проектов;
- управление рисками в проекте;
- оценка проектов по критериям RAMS (безотказность, готовность, ремонтпригодность, безопасность), с учетом полученной информации об отказах и авариях на объектах проектирования СЦБ;
- менеджмент конфигурации, основанный на изменении типового конструктива с минимизацией процесса изменений.

Названные технологии — это не только требования стандарта IRIS, а скорее действенные рабочие методики при выполнении проектирования систем СЦБ, которые подлежат все большему использованию в проектных организациях. В настоящее время на вышеназванные технологии разработаны международные и/или национальные стандарты, а также стандарты ОАО «РЖД», которые подлежат изучению и исследованию научными работниками УрГУПС.

Обязательным требованием стандарта IRIS является выполнение требований стандартов Европейского комитета по стандартизации в области электротехники

(SENELEC) или их аналогов — европейских стандартов (EN) на проектную документацию систем СЦБ. Следует понимать, что в национальных стандартах требования к проектированию сигнальных систем несколько другие, они более адаптированы к российским требованиям проектирования, а порой и противоречивы к европейским. Для выполнения данного требования принято решение о составлении справочных таблиц соответствия международных и отечественных стандартов в области проектирования систем СЦБ.

17 апреля 2014 г. после устранения выявленных несоответствий при проведении сертификации процессов проектирования в НИЛ «КСА», по решению европейского центра IRIS УРГУПС выдан сертификат, подтверждающий внедрение и выполнение требований стандарта IRIS и высокое качество проектирования сигнальных систем. Эти данные занесены на международный портал IRIS производителей железнодорожной техники.

Технология «Управление рисками» в стандарте IRIS: как избежать потерь и расширить возможности

Остановимся на аспекте управления рисками. Следует понимать, что одна из основных идей стандарта IRIS — минимизация рисков по потере и при изменении данных в процессах разработки проектной документации. Требования стандарта IRIS формируют в целом риск-ориентированную систему менеджмента применительно к качеству, технической безопасности и бизнесу. Такая риск-система управления обязывает установить действия по предотвращению ошибок в бизнес-процессах, таких как анализ требований, относящихся к продукции, управление изменениями, предупреждающие действия на непредвиденные обстоятельства, управление несоответствующей продукцией, управление непредусмотренными и отложенными работами.

В настоящее время в российском менеджменте проходит первичное, начальное осмысление технологии управления рисками. Процессы проектирования наиболее характеризуются высокой неопределенностью по срокам его выполнения и достижению результата. Руководитель проекта видит риски яснее, чем кто-либо другой. Несомненно, риски сопутствуют каждому проекту и рассматриваются как объединяющий инструмент для управления результатами, графиками и бюджетами проектов. Управление рисками, в свою очередь, вплетено в технологию «менеджмент проектов» как его составляющая. В международном менеджменте проектный подход к реализации договоров/технических заданий применяется давно и успешно, но у нас он по-прежнему воспринимается настороженно, поскольку в нем усматривается скорее угроза существующим основам организацион-

ного устройства предприятий, нежели инструмент повышения эффективности.

Идентификация и количественная оценка рисков по проекту, планирование антирисковых мероприятий и мониторинг их выполнения осуществляются путем разработки плана по снижению и устранению рисков, а в дальнейшем проводится его переоценка и оценка эффективности. Ответственный за разработку плана по снижению рисков инициирует предложения от ведущих сотрудников и формирует план снижения и устранения рисков. В НИЛ «КСА» сегодня проводятся работы по созданию интеллектуальной системы формирования плана рисков и связанных с этим задач, учитывающие опыт по выполнению подобных проектов и требования потребителя к каждому отдельному проекту.

При анализе рисков следует учитывать и оценивать возможности возникновения причин несоответствий, а также информацию о выполнении проекта в отношении следующего:

- квалификации персонала и организации графика работы персонала, имеющегося опыта подобного проектирования;
- соблюдения сроков выполнения этапов проекта;
- применимости типовых нормативных документов при выполнении проектирования;
- технических возможностей применяемого в проектировании оборудования;
- новизны и особенности выполнения проекта;
- идентифицированных ранее рисков по другим проектам;
- выявленных несоответствий, претензий по аналогичным процессам от потребителей.

Каждая система менеджмента направлена на постоянное улучшение, поэтому работы по совершенствованию процессов управления и их автоматизации должны проводиться на регулярной основе. Сегодня сотрудники лаборатории готовятся к очередному внешнему аудиту на повышение результативности системы менеджмента по стандарту IRIS и ориентированы на достижение целей бизнеса.

Обозначения и сокращения

ОАО «РДЖ» — открытое акционерное общество «Российские железные дороги».

IRIS (International Railway Industry Standard) — Международный стандарт железнодорожной промышленности.

НП «ОПЖТ» — некоммерческое партнерство «Объединение производителей железнодорожной техники».

RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety) — безотказность (надежность), эксплуатационная готовность, ремонтпригодность и безопасность продукции.

LCC (Life Cycle Cost) — стоимость жизненного цикла.

KPI — (key performance indicators) — ключевые показатели деятельности. **ИТ**

Список литературы

1. IRIS. Международный стандарт железнодорожной промышленности. Русская версия 02.1 — Введ. 2012.09.01. — Брюссель : UNIFE, 2012. — 98 с.
2. Основные направления политики ОАО «РЖД» в области стратегического управления качеством продукции, потребляемой ОАО «РЖД»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 17 марта 2009 г. № 1943р.
3. Пресс-релиз ОАО «РЖД»: «С мая 2011 года при закупке железнодорожной техники ОАО «РЖД» будет отдавать приоритет поставщикам, сертифицированным на соответствие международному стандарту IRIS» [Электронный ресурс] // Сайт ОАО «Российские железные дороги». — URL: <http://press.rzd.ru>
4. СТО ОПЖТ 23-2012. Методические рекомендации по введению стандарта IRIS на предприятиях железнодорожной промышленности. — Введ. 2012–02–17. — М. : НП «ОПЖТ», 2012. — 39 с.
5. Реестр сертифицированных предприятий по стандарту IRIS [Электронный ресурс] // Портал IRIS. — URL: <http://iris-rail.org>
6. The view of Ekaterina Bochkareva on the new Assessment Sheet, compared to the previous questionnaire, 7th IRIS Newsletter. — Belgium, June 2015. — P. 8.
7. Концепция комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте : утв. ОАО «РЖД» от 31.07.2010 г.
8. Воробьев А., Обухова Е., Гурьянов С. Стандарт IRIS: переосмысление бизнеса // Техника железных дорог. — 2011. — № 4. — С. 10.
9. Рачек С. В. Методологические основы эффективного использования трудового потенциала. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2001.



Оксана Дмитриевна Покровская
Oksana D. Pokrovskaya



Валерий Михайлович Самуйлов
Valeriy M. Samuylov

Организационно-технические решения при проектировании грузовых терминалов в составе международных транспортных коридоров

Management and technical solutions in the design of cargo terminals as a part of international transport corridors

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы организационно-технического решения оборудования грузового терминала для сыпучих грузов. Дан обзор современных крупнейших балкерных терминалов России, проанализированы типовые технологические схемы, состав оборудования. Дан ряд рекомендаций по техническому проектированию грузовых терминалов.

Ключевые слова: грузовой терминал, сыпучие грузы, технологическое проектирование, погрузочно-разгрузочное оборудование, организационно-техническое решение, международные транспортные коридоры.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-13-24

Summary

The paper addresses the issues of management and technical solutions to equip a bulk cargo terminal. A review of modern Russia's largest dry bulk terminals is given; typical flow diagrams and equipment mix are analyzed. A number of recommendations on engineering design of cargo terminals are given.

Keywords: cargo terminal, bulk cargo, process design, material handling equipment, management and technical solutions, international transport corridors.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-13-24

Авторы Authors

Оксана Дмитриевна Покровская, канд. техн. наук, доцент кафедры «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав» Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС), Новосибирск; e-mail: insight1986@inbox.ru | Валерий Михайлович Самуйлов, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Oksana Dmitrievna Pokrovskaya, PhD in Engineering, Associate Professor of "Logistics, Commercial Operations and Rolling Stock" Department, FGBOU VPO "Siberian State University of Railway Transport", Novosibirsk | Valeriy Mikhaylovich Samuylov, DSc in Engineering, full member of RAT, Professor of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Об актуальности вопроса эффективности принятия технических решений при проектировании и организации работы грузовых терминалов для сыпучих грузов свидетельствует рост существенной доли сухих грузов в объемах грузопереработки российских терминалов. Так, например, грузовые терминалы портов обладают мощностью (по состоянию на 2013 г.):

- Северо-западный бассейн — 330–547 млн тонн, в том числе сухие грузы — 180–307 млн тонн;
- Южный — 340–535 млн тонн, в том числе сухие грузы — 190–330 млн тонн;
- Дальневосточный — 218–307 млн тонн, в том числе сухие грузы — 154–217 млн тонн;
- Северный — 79–116 млн тонн, в том числе сухие грузы — 36–51 млн тонн [3].

По итогам 2011 г. общий грузооборот портов вырос на 1,8% в сравнении с данными за 2010 г. Рост был обусловлен увеличением объемов перевалки угля, зерна и руды.

К портам Дальнего Востока имеют выходы широтные транспортные системы Транссибирской и Байкало-Амурской магистральных железных дорог, пересекающих Евразию. Вдоль дальневосточных берегов проходит Северный морской путь, и, если верить прогнозам о потеплении климата на планете, эта транспортная артерия становится все более привлекательной.

Транссиб — самая длинная железная дорога в мире (9288,2 км). Это ключевая часть транспортного коридора «Запад — Восток». В регионах, которые обслуживает магистраль, сосредоточено 80% промышленного потенциала России и основных природных ресурсов. И роль Транссиба в современном грузодвижении только возрастает [10].

Необходима реализация тех возможностей и преимуществ, которыми Россия обладает, в частности, обеспечение привлекательных для отечественных и зарубежных грузовладельцев транспортно-логистических условий грузодвижения [10].

Очевидно, что развитие терминально-логистической инфраструктуры международных транспортных коридоров отвечает как внешним, так и внутренним экономическим интересам России.

Под международным транспортным коридором (МТК) понимается совокупность наиболее технически оснащенных магистральных транспортных коммуникаций, различных видов транспорта, обеспечивающих перевозки пассажиров и грузов в международном сообществе на направлениях их наибольшей концентрации, связывающих различные страны [7, 8].

Согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта в России до 2030 года, Транссиб становится ключевым звеном системы российских железных дорог в обеспечении транспортных связей между Европой и Азией. В последние годы на магистрали значительно повышены качество транспортного обслужива-

ния и степень сохранности перевозимых грузов. Упрощены процедуры таможенного оформления грузов, введен упрощенный порядок декларирования перевозимых грузов в контейнерах. Новые информационные технологии позволяют осуществлять полный контроль за движением вагонов и контейнеров в реальном времени.

Сегодня ОАО «Российские железные дороги» рассматривает Транссибирскую магистраль как ключевой аспект модернизации и стратегического развития железнодорожного транспорта до 2030 года.

Так, Транссибирская магистраль уже осуществляет движение контейнерных поездов с укороченным временем оборота до Польши, Германии, Венгрии, Швейцарии со специальными раздвижными колесными парами для перехода с отечественной колеи (1520 мм) на европейскую (1435 мм) [8].

Реализация комплексных проектов общегосударственного значения в сфере транспорта осуществляется в рамках федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)». К таким проектам относятся проекты по развитию Транссибирской магистрали, в том числе формирование опорной сети логистических центров — терминальной сети, отвечающей требованиям высокой пропускной и грузопроводящей способности [10].

Сегодня Транссиб — это современная двухколейная полностью электрифицированная железная дорога. Ее технические возможности позволяют перевозить до 100 млн тонн грузов в год. Реализация мощнейшего потенциала магистрали позволит существенно увеличить грузооборот между Азией и Европой [11]. Поэтому первоочередной задачей является повышение конкурентоспособности сквозной транспортно-логистической услуги на всем транссибирском направлении. Реализовать данную задачу можно, развивая терминальную сеть по ходу Транссиба.

Сеть грузовых терминалов должна быть расположена в непосредственной близости к ходу крупнейшего транспортного коридора и реализовывать функционально-техническую сторону инфраструктуры международного и внутреннего грузодвижения.

В связи с этим технический аспект принятия решений по организации грузовых терминалов (в частности, по направлению Транссиба, главной широтной артерии страны) необходимо рассматривать как ключевое условие реализации Стратегии развития железнодорожного транспорта в России до 2030 года.

В состав международных транспортных коридоров (МТК) включаются транспортные магистрали и объекты, на которых концентрируются внешнеторговые и транзитные грузопотоки, а также звенья транспортной сети, имеющие благоприятные перспективы для привлечения на них указанных потоков.

Необходимо сформировать российскую часть инфраструктуры МТК таким образом, чтобы обеспечить

бесперебойную работу опорной сети региональных логистических центров на основе единого организационно-экономического, информационного, нормативно-правового, кадрового и финансового пространства. Работа логистических центров обеспечит выход к каждому грузоотправителю и грузополучателю, что повысит эффективность всей транспортно-логистической системы.

К основным задачам формирования и развития инфраструктуры МТК относятся:

- 1) согласованное развитие транспортной инфраструктуры с целью интеграции евроазиатских транспортных систем для беспрепятственного передвижения грузов;
- 2) рационализация взаимодействия между различными видами транспорта в интермодальной транспортной цепи;
- 3) оптимизация транспортного процесса с целью повышения качества перевозок и снижения транспортных издержек в конечной стоимости товаров;
- 4) повышение привлекательности инвестиционных проектов развития международных транспортных коридоров.

Один из способов рационального формирования инфраструктурно-сервисной составляющей МТК — реализация рациональных технических решений по созданию и развитию региональной терминальной сети, через которую будет осуществляться выход на МТК [9].

Целью данной работы является рассмотрение организационно-технической стороны проектирования и функционирования грузовых терминалов на примере российских терминалов по переработке сыпучих грузов.

Основные задачи работы:

- 1) рассмотреть типовые технологические схемы работы терминала по обслуживанию сыпучих грузов;
- 2) представить сравнительный обзор технических характеристик грузовых терминалов на примере крупных балкерных комплексов России;
- 3) разработать последовательность принятия технических решений при проектировании терминалов данного типа;
- 4) на основе проведенного анализа составить ряд рекомендаций по технико-технологическому проектированию грузовых терминалов.

Грузовой терминал — система территориально разобщенных объектов, технологически связанных между собой выполняемыми функциями по сбору груза, формированию и расформированию партий, перегрузке на другие виды транспорта, доставке груза конечным потребителям [6].

Балкерный терминал (от англ. bulker, bulk — «навалый груз, специализированное сухогрузное судно для перевозки грузов насыпью (навалом) (зерно, уголь, руда, цемент и др.)») — комплекс технически и технологически взаимосвязанных сооружений и устройств, предназначенных для организации приема-сдаточных, погрузочно-разгрузочных, сортировочных, коммерческих

и складских операций с сыпучими грузами при взаимодействии нескольких видов транспорта.

Техническое решение грузового терминала — это комплексный план организации технико-технологического функционирования терминала по обработке поступающих и отправляемых грузов несколькими видами транспорта, включая проектирование схем и компоновки грузовых фронтов, технологическое зонирование территории и площади терминала и др.

В данной работе рассматривается организационная сторона технического решения, связанная с выбором схемы, компоновки и оборудования грузовых фронтов по работе с сыпучим грузом.

На выбор грузового терминала и его оборудования влияют транспортная характеристика грузов, величина и характер грузопотока, срок и условия хранения грузов, вид подвижного состава, равномерность прибытия и отправления грузов, размеры прямой перегрузки, размеры инвестиций и эксплуатационных расходов, наличие подъездных путей, собственной инфраструктурной подготовки, складских площадей и др. Следовательно, учет и анализ всех перечисленных факторов усложняет принятие технических решений при организации грузовых терминалов [1, 4, 6].

Основной целью принятия рационального технического решения грузового терминала является (с позиций логистики) отыскание наиболее рациональных способов доставки грузов потребителям в нужное время, требуемого количества, необходимой номенклатуры и качества.

Для достижения данной цели принятия технического решения по механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ с грузом предлагается следующая последовательность:

1-й этап (подготовительный расчет): расчет параметров фронтов погрузки-разгрузки с учетом характеристик имеющегося или планируемого грузопотока (рода груза, способа транспортировки, неравномерности грузопотока и условий обеспечения производства работ всеми видами обслуживания и др.), применяемых транспортных и погрузочно-разгрузочных средств, минимальной емкости складских помещений и их состава.

2-й этап (технико-технологическое обоснование): расчет и рационализация характеристик используемых погрузочно-разгрузочных фронтов, складов, грузового оборудования и транспортных средств, уточнение размещения и схемы перемещения груза, транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов в технологическом процессе, определение необходимого количества средств механизации, их производительности и интервала подхода подвижного состава.

3-й этап (заключительный, экономическое обоснование): уточнение реализуемого набора транспортно-экспедиционных услуг и коммерческого сервиса, определение эффективности и мультипликативного эффекта работы грузового терминала, себестоимости и стоимости

выполнения операций с грузами и подвижным составом, эксплуатационных и иных расходов.

Рассмотрим работу терминалов по обработке навалочных и сыпучих грузов. В табл. 1 представлена

сравнительная техническая характеристика производственных мощностей и инфраструктуры крупнейших грузовых терминалов России по обработке сыпучих грузов.

Таблица 1

Сравнительная техническая характеристика крупных терминалов

№	Наименование, дислокация	Мощность, млн т/год	Собственная инфраструктура	Имеющееся технологическое оборудование
1	ОАО «Балтийский балкерный терминал», Санкт-Петербург	6,2	Два причала: 106-й — длина 265 м, глубина 11,5 м; 107-й — 205 м, глубина 11,5 м. Два крытых склада, вместимость каждого 120 000 т груза. Две ж.-д. станции, длина ж.-д. путей 12 км	2 ковшевых, 3 вилочных и 1 телескопический погрузчик, 2 бобкета, 2 судопогрузочные машины, 6 бункерных устройств, каждое объемом 70 м ³
2	ООО «Восточно-Уральский терминал», Находка	2,5	Крытый склад площадью 12 000 м ² и вместимостью 90 000 т. Три новых склада вместимостью 35 000 т каждый, две открытые площадки (всего — 250 000 мт угля). Причал длиной 215 м, глубиной 12 м	Вибраторы, мобильные перегружатели, 2 судопогрузочные машины, конвейерное оборудование с магнитными сепараторами, 6 колесных бульдозеров, 6 мобильных перегружателей Sennebogen, 2 гусеничных бульдозера, 2 дробильно-сортировочные машины
3	Зерновой терминал в порту Новороссийск, Новороссийск	5,0	Общая площадь — 7,2 га. Элеватор общей вместимостью силосов для накопления судовых партий зерна 120,0 тыс. т; протяженность ж.-д. путей 5 км, автодорог — 1,5 км	Устройство приема с автотранспорта на 3 проезда, устройство приема зерна с ж.-д. транспорта на 3 путях, галерея отгрузки зерна на морской транспорт, 2 судопогрузочные машины
4	Зерновой терминал в порту Туапсе, Туапсе	2,4	4 причала длиной от 191 до 303 м и глубиной 9,5–13,5 м, 4 склада общей вместимостью 17 617 м ²	10 порталных кранов «Альбатрос», 11 порталных кранов «Сокол», 1 порталный кран «Ганц», 4 HSK 170 «Готвальд», 7 бульдозеров, автопогрузчики вилочные: 32 т — 3 ед., 25 т — 3 ед., 12 т — 4 ед., 6 т — 6 ед., 1,5 т — 8 ед., ковшовые — 19 ед.
5	Угольный терминал ЗАО «Дальтрансуголь» (Ванинский балкерный терминал), бухта Мучка (порт Ванино)	12,0	Площадь терминала 102,23 га. Причал (двусторонний пирс) с причальным фронтом в 699 м. Общая длина конвейерных линий терминала около 10 км. Общая длина ж.-д. линий — 25 км	2 судопогрузочные машины поворотного типа, 2 технологические линии с 2 вагонопрокидывателями тандемного типа, к которым подведены подъездные пути для железнодорожных составов. Дробильная установка с магнитными сепараторами. Склад постоянного хранения на 1 млн тонн, 3 стакер-реклаймера, 2 размораживающих устройства
6	Зерновой терминал в порту Тамань, Тамань	8,7	Вблизи федеральной трассы М-25, таможенный пропускной пункт. 7 емкостей силосного типа общей емкостью 84 000 т; 2 причала глубиной 12 м. 2 автостоянки на 70 и 150 ед.	Устройство приема зерна из автотранспорта на два проезда. Линия отгрузки зерна на море с судопогрузочными машинами. Система крытых конвейеров для приема груза с автомашин круглогодично и всепогодно

Окончание табл. 1

№	Наименование, дислокация	Мощность, млн т/год	Собственная инфраструктура	Имеющееся технологическое оборудование
7	Терминал минеральных удобрений в порту Туапсе, Туапсе	2,3	Станция разгрузки вагонов, очистные сооружения, специализированный причал по перегрузке навалочных грузов, контрольно-пропускной пункт, емкость складов до 90 000 т одновременно, ж.-д. подъездные пути длиной 1,3 км, 1544 м — общая длина конвейера, 4 линии. Длина причала 245 м, глубина 13 м	Межобъектная связь: закрытые конвейерные галереи и пересыпные станции. Судопогрузочная машина, СРВ с 2 фронтами выгрузки. Груз через выгрузочные люки вагонов попадает в заглубленные бункеры и по конвейерной линии — на склад/ причал для погрузки на судно (прямой вариант). Линии обеспечивают доставку груза: СРВ — склад, склад — судно, СРВ — судно, склад — склад, с одновременной загрузкой склада и погрузкой судна
8	Компания «Содружество соя», Калининград	2,5	Длина причала 230 м, объем единовременного хранения 160 000 мт, 12 складов силосного хранения общей емкостью 90 000 мт, 3 склада напольного хранения общей емкостью 70 000 мт, длина собственных ж.-д. путей 26,5 км (4 пути), 3 локомотива, 4 ж.-д. лебедки	Погрузка зерна в вагоны-зерновозы и грузовые автомобили через погрузочные линии с взвешиванием зерна в потоке на весах «Хронос». Маневровые работы с вагонами осуществляются 5 стационарными лебедками. Разгрузка судов на элеваторах — порталными кранами. Элеваторы № 1 и № 3 могут одновременно работать на прием груза из вагонов-зерновозов, грузовых автомобилей и на погрузку теплохода. Элеватор № 3 — одновременная выгрузка теплохода и погрузка вагонов-зерновозов
9	ОАО «Портовый элеватор», Калининград	1,2	Площадь 1,9078 га. Общая емкость элеваторов составляет около 50 тыс. т зерна. 3 причала общей длиной 445 м и глубиной 9 м. Длина собственных ж.-д. путей 1551,8 пог. м	Портальные краны, мобильные и мостовые перегружатели
10	Угольный терминал Усть-Луга, Санкт-Петербург	12,0	Площадь перегрузочного комплекса: 53,2 га. 2 глубоководных причала общей длиной 540 м и глубиной у причалов 14 м	2 стакер-реклаймера, 1 реклаймер и 1 стакер TAKRAF, судопогрузочная машина. Складская система пылеподавления
11	Угольный терминал ППК-3, Восточный порт	17,0	Площадь комплекса составляет 44,5 га. 2 причала № 49 и 50 по обеим сторонам пирса. Длина каждого 381 м, глубина 16,5 м. Хранение до 600 000 т	4 реклаймера, 2 стакера, станция разгрузки вагонов с 2 тандемными вагоноопрокидывателями, система ленточных конвейеров по погрузке угля с вагонов на судно и на склад, 4 судопогрузочные машины, 4 вагоноразмораживающих устройства
12	Универсальный производственно-погрузочный комплекс ППК-1, Восточный порт	3,0	Площадь 18 га, с возможностью единовременного хранения 200 тыс. т угольной продукции, 4 причала общей длиной 800 м и глубиной до 13,0 м	Манипулятор Liebherr, 12 порталных кранов г/п 60 т, 7 мобильных перегружателей, 3 мостовых перегружателя г/п 16–20 т, колесные бульдозеры, седельные тягачи с трейлерами, автопогрузчики различной грузоподъемности

Проведенное исследование позволило сделать ряд выводов:

1. Необходимо симметричное развитие терминальных мощностей с провозными и пропускными способностями автомобильных и железнодорожных подходов к портам, согласованность сроков, объемов и направлений инвестиций, в том числе по программе развития ОАО «РЖД».

2. Сдерживающим фактором развития являются механизмы инвестиций в инфраструктуру: инвестиционное бремя переложено на частного инвестора.

3. Сложность заключается в процедурах работы государственных контролирующих органов в пунктах пропуска, в изменении нормативной базы в связи со вступлением России в ВТО, что влияет на таможенную стоимость товаров.

4. Влияние антимонопольного регулирования стивидорной деятельности (операторы морских терминалов находятся в Реестре субъектов естественных монополий).

5. Недостаточные мощности терминалов и пропускной способности железнодорожной инфраструктуры.

6. Транспортная инфраструктура не приспособлена под экспорт больших объемов зерна. Она создавалась в советские времена, когда страна массово импортировала зерно, поэтому зерновые портовые терминалы были приспособлены под выгрузку зерна, а элеваторы строились в крупных городах, куда оно и доставлялось, в то время как в сельскохозяйственных регионах крупных элеваторов, куда производители могли бы свозить свой товар и где могли бы формироваться маршрутные отправки в порты, очень мало.

7. Угольная продукция для конечного потребителя дорожает за счет высокой транспортной составляющей в конечной цене. Существующие мощные терминалы, как правило железнодорожно-водные, в силу их большой удаленности от мест производства не работают с региональными и мелкими поставками. Приближение ЛНРЦ к производителям обеспечит не только мультипликативный эффект, но и углубленную переработку в местах грузообразования, повышение потребительских свойств и снижение себестоимости для конечных потребителей.

8. Среди сыпучих грузов практически все зерно сейчас вывозится через южные терминалы, а уголь — через дальневосточные.

9. Перечисленные комплексы работают с мощными экспортными поставками. Как правило, инициаторами их организации выступают крупные промышленные компании угольной и агропромышленной отрасли в целях транспортно-логистического обеспечения собственных поставок. Терминалы организуются стихийно, их невозможно назвать сетью, не продумывается их дислокация. В регионах отсутствуют мелкие, распределенные по территории центры по политранспортному обслуживанию внутренней доставки и дистрибуции местных потоков сыпучих грузов, хотя их доля растет.

10. В целях обеспечения рационального развития терминальной инфраструктуры страны и получения синергического эффекта необходимо увязать имеющиеся территориальные проекты по созданию одиночных терминалов в единый проект создания транспортно-логистической системы.

11. Большинство грузовых терминалов уходят от узкой специализации, предоставляя клиентуре широкий набор транспортно-логистических услуг и возможность переработки смежных грузов (руда и рудный концентрат, уголь и угольная продукция и др.) [1, 5].

Технологический процесс погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ включает в себя, как правило, схемы механизации, в которых взаимосвязываются номенклатура, объем и транспортная характеристика перерабатываемых грузов, места его складирования и хранения, используемые грузозахватные устройства, погрузочно-разгрузочные и транспортные средства [4, 5].

Технологическая схема грузового терминала с указанием внутрискладских перемещений груза дана на рис. 1.

Существует несколько альтернативных вариантов выполнения погрузо-разгрузочных работ с грузом при передаче груза с транспорта прибытия $T_{\text{приб}}$ на транспорт отправления $T_{\text{отпр}}$:

- 1 — выгрузка на приемную площадку ПП;
- 2 — выгрузка в зону длительного хранения ЗХ;
- 3 — прямая перегрузка из транспорта $T_{\text{приб}}$ на транспорт $T_{\text{отпр}}$;
- 4 — перегрузка с приемной площадки в зону длительного хранения;
- 5 — выдача груза с приемной площадки на транспорт $T_{\text{отпр}}$;
- 6 — выдача груза из зоны длительного хранения на транспорт $T_{\text{отпр}}$.

Погрузка навалочных и сыпучих грузов в автомобили или открытые железнодорожные вагоны реализуется в схемах механизации сравнительно простыми вариантами с использованием бункеров, кранов с грейферными захватами при значительных единовременных объемах поступления, а также одноковшовых экскаваторов и погрузчиков при небольших объемах работ. Высокопроизводительные погрузочно-разгрузочные машины непрерывного действия (стационарные ленточные конвейеры) применяют при больших сосредоточенных объемах погрузки массовых грузов (угля, руды и др.).

Процесс разгрузки навалочных грузов, перевозимых автомобилями-самосвалами, полностью механизирован и не вызывает трудностей.

К настоящему времени разработано большое количество различных типовых схем механизации работы грузоперерабатывающих комплексов. Так, вопросам организации и расчета транспортно-грузовых систем посвящены работы Журавлева Н. П., Маликова О. Б. [1], Бойко Н. И., Чердиченко С. П.; вопросам механизации

ции погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте — Ботищева И. И. и Дегтярева Г. Н.; вопросам комплексной механизации работ — Гриневич Г. П., Зуева Ф. Г., Кривцова И. П.; вопросам внутреннего технологического проектирования грузовых терминалов и складов — Миротина Л. Б., Волгина В. В., Дыбской В. В., Гаджинского А. М., Ширяева С. А., Гудкова В. А. и др.

Рассмотрим типовые варианты организации грузовых фронтов на грузовых терминалах. Как показывает анализ работающих в России грузовых терминалов, самым распространенным технологическим оборудованием для переработки сыпучих грузов являются такие погрузо-разгрузочные механизмы, как козловые грейферные краны, автопогрузчики, вагонопрокидыватели, бункеры и конвейерные линии.

При массовой перегрузке навалочных грузов из вагонов в суда и из вагонов в автомобили (свыше 600 000 тонн) целесообразно применять вагонопрокидыватели, а при обычной — повышенные пути.

Выгрузку грузов из специализированных вагонов целесообразно производить на повышенном пути или эстакаде. На повышенном пути груз самотеком поступает в приемный бункер и далее конвейером подается в склад или автомобиль. На эстакадах груз самотеком поступает прямо в кузов автомобиля.

На рис. 2–6, приведенных ниже, даются типовые схемы грузовых фронтов с использованием указанной техники.

В соответствии с рис. 2, примерная продолжительность работ приведена в табл. 2.

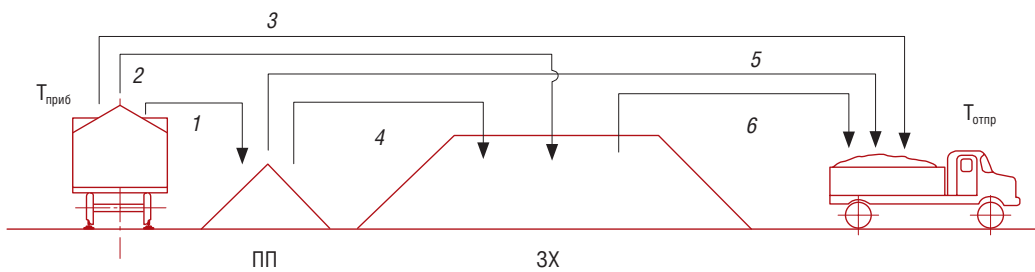


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема грузопереработки [1]

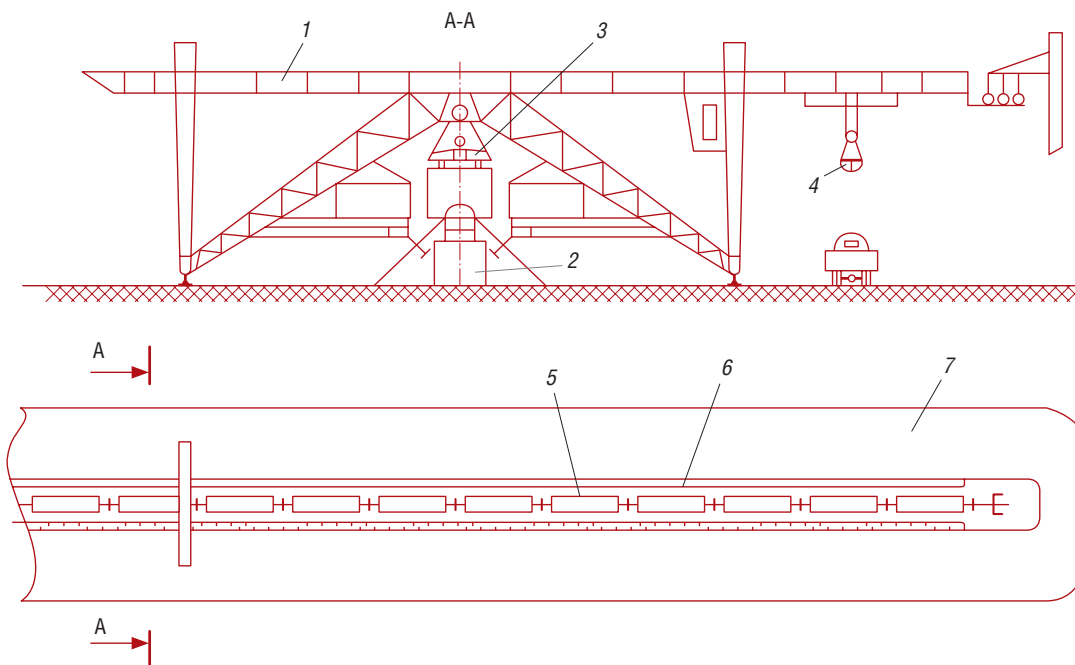


Рис. 2. Схема комплексной механизации переработки сыпучих грузов на повышенном пути, оснащенной козловым грейферным краном с вибратором и люкозакрывателями:
1 — козловой кран; 2 — повышенный путь; 3 — вибратор;
4 — грейфер; 5 — вагон; 6 — штабель груза; 7 — автодорога

Продолжительность выгрузки сыпучих грузов из 10 полувагонов на повышенном пути, оснащем козловым грейферным краном с вибратором и люкозакрывателями [2]

Наименование операции	Продолжительность операции, мин.
1. Подача группы вагонов на повышенный путь	5
2. Открывание люков одного вагона, выгрузка самотеком, передвижение крана вдоль одного вагона	2
3. То же для остальных вагонов группы	20
4. Опускание вибратора на кузов вагона (две постановки), передвижение крана к следующему вагону	5
5. То же для остальных вагонов группы	20
6. Закрывание люков, передвижение крана вдоль одного вагона	2,5
7. То же для остальных вагонов группы	25
8. Опускание вибратора на площадку	1
9. Замена вибратора на грейфер для загрузки автомобилей	2
10. Уборка группы вагонов с повышенного пути	5
Общее время, мин.:	87,5

Высота повышенного пути определяется как

$$H_{\text{пн}} = \sqrt{\frac{Kq}{l_{\text{в}} \text{ctg} \rho \nu \varphi}} - 0,5, \text{ м}, \quad (1)$$

где K — количество вагонов, выгружаемых на одном месте повышенного пути до уборки грузов из отвалов (обычно $K = 2$); q — техническая норма загрузки вагона, т; $l_{\text{в}}$ — длина вагона по осям автосцепок, м; φ — коэффициент заполнения отвалов (0,8–0,9); ρ — удельный вес сыпучего груза, т/м³; ν — объем груза, подлежащего хранению, м³.

Рассчитанные значения $H_{\text{пн}}$ округляются в большую сторону до значений: 2,0; 2,5; 3,0; 3,25 м.

Длина повышенного пути:

$$L_{\text{пн}} = l_{\text{в}} m_{\text{пн}} + (1 \dots 3) l_{\text{в}}, \text{ м}, \quad (2)$$

где $m_{\text{пн}}$ — число вагонов в одной подаче.

Длина въезда на повышенный путь:

$$L_{\text{вв}}^{\text{пн}} = \frac{H_{\text{пн}} 100}{i}, \text{ м}, \quad (3)$$

где i — уклон пути (15–20‰) [2].

Схема комплексной механизации переработки сыпучих грузов с использованием козлового грейферного крана и бункера дана на рис. 3.

При проектировании работы портовых терминалов необходимо так организовать подвод судов и вагонов к фронтам перевалки грузов, чтобы максимально обеспечить работу по прямому варианту: «вагон — судно» или «судно — вагон».

Требуется правильно распределить железнодорожные пути, которые должны подходить непосредственно к причальной линии, где осуществляется перевалка по прямому варианту, и пути, расположенные у тыловой стороны терминалов, где перерабатываются грузы с временным хранением в складах.

На рис. 4 показан фронт погрузки сыпучего груза на подвижной состав морского транспорта.

Общее количество перегрузочных путей составляет:

$$n_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{п}}^c l_{\text{в}}}{0,8 X_{\text{пн}} P_{\text{тех}} Z_{\text{пер}} L_{\text{пр}}}, \text{ ед.}, \quad (4)$$

где $l_{\text{в}}$ — длина вагона по осям автосцепок, м; 0,8 — коэффициент, учитывающий сокращение длины погрузочно-выгрузочного фронта вследствие наличия стрелочных переводов и съездов между путями; $X_{\text{пн}}$ — число подач-уборок вагонов к грузовому фронту в сутки; $P_{\text{тех}}$ — техническая норма загрузки вагона, т; $Z_{\text{пер}}$ — количество перестановок вагонов одной подачи у грузового фронта (если таких перестановок нет, то $Z_{\text{пер}} = 1$); $L_{\text{пр}}$ — длина причального фронта, м.

Число железнодорожных путей у причальной линии:

$$n_{\text{пн}} = n_{\text{п}} \alpha, \quad (5)$$

а у тыловой части складов:

$$n_{\text{тпн}} = n_{\text{п}} (1 - \alpha), \quad (6)$$

где α — коэффициент перевалки грузов по прямому варианту.

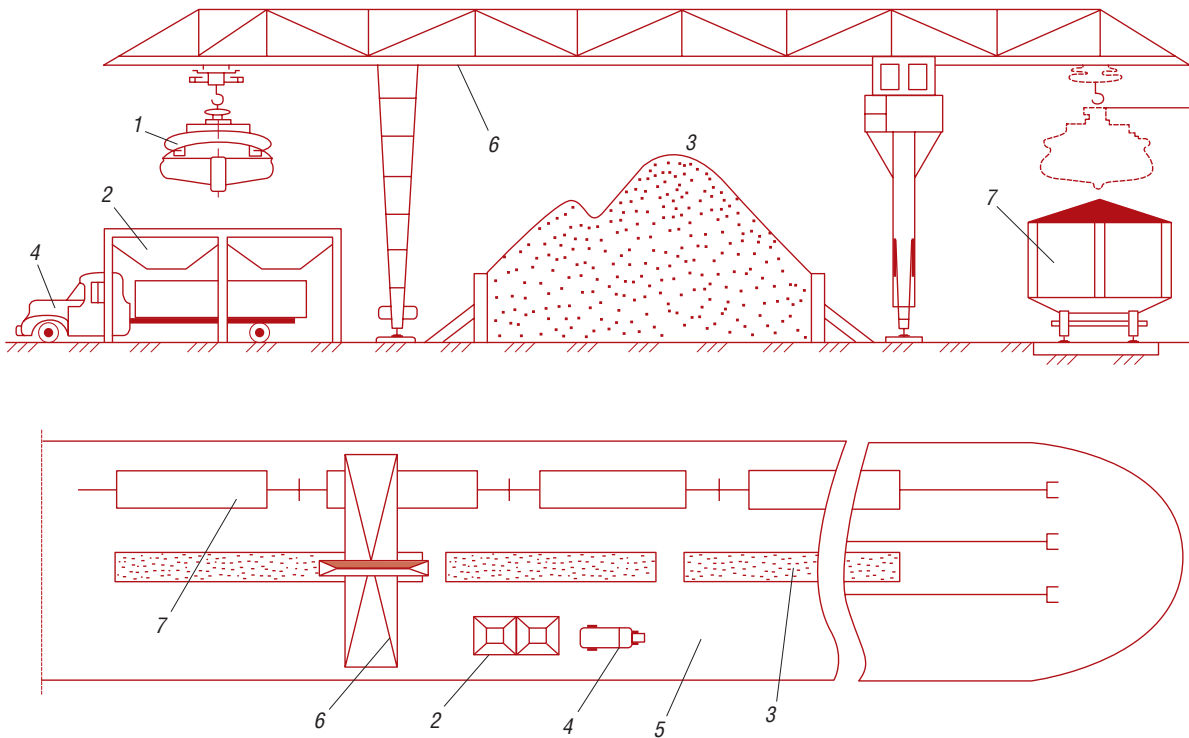


Рис. 3. Схема комплексной механизации переработки сыпучих грузов с использованием козловых грейферных кранов и бункера:
1 — грейфер; 2 — бункер; 3 — штабель; 4 — автомобиль; 5 — автодорога; 6 — козловой кран; 7 — вагон

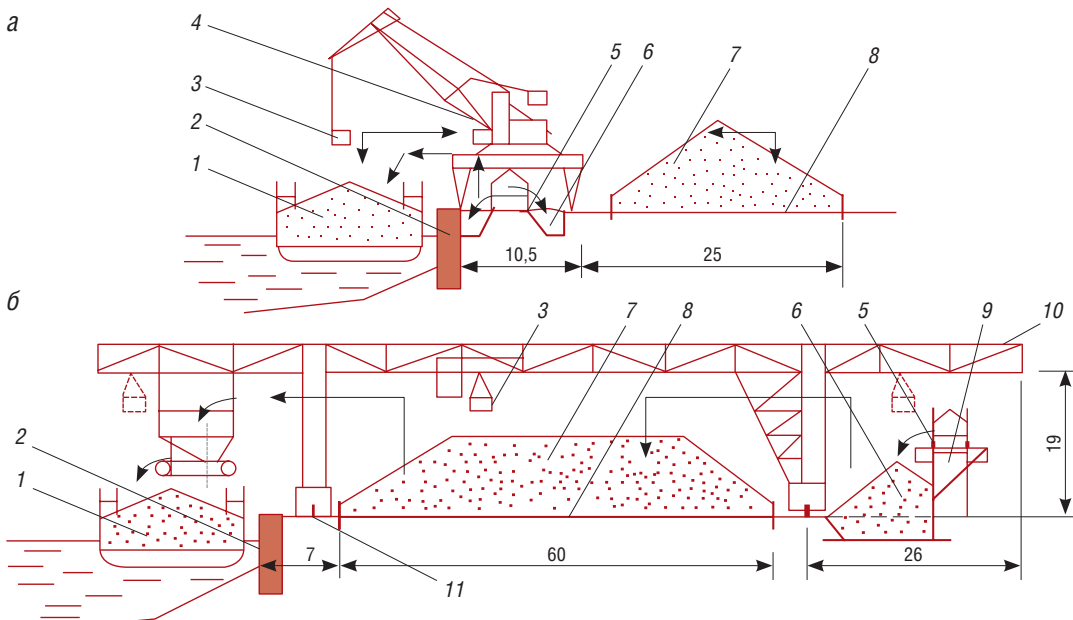


Рис. 4. Варианты перегрузки сыпучих грузов в портовых терминалах с применением
а) портального грейферного крана; б) мостового причального перегружателя (размеры — в метрах) [1]:
1 — загружаемое судно; 2 — причал; 3 — грейфер; 4 — портальный кран; 5 — ж.-д. путь;
6 — приемные траншеи; 7 — штабель груза; 8 — подштабельное покрытие;
9 — разгрузочная эстакада; 10 — мостовой грейферный перегружатель; 11 — подкрановые пути

Вариант технологической схемы обработки сыпучего груза в закрытом складе с закромами и грейферным краном показан на рис. 5.

Из универсальных крытых вагонов выгрузка производится в большинстве случаев самоходными разгрузочными машинами непрерывного действия, например с помощью ленточных конвейеров (рис. 6).

На крупных терминалах могут дополнительно работать тракторные погрузчики, экскаваторы для погрузки грузов из штабеля в автомобили, зачистки габаритов и отвалки грузов в штабеля.

При использовании стреловых кранов для установки вибратора на вагоны и тракторных погрузчиков для загрузки в автомобили и штабелирования груза применяются схемы типа изображенной на рис. 7.

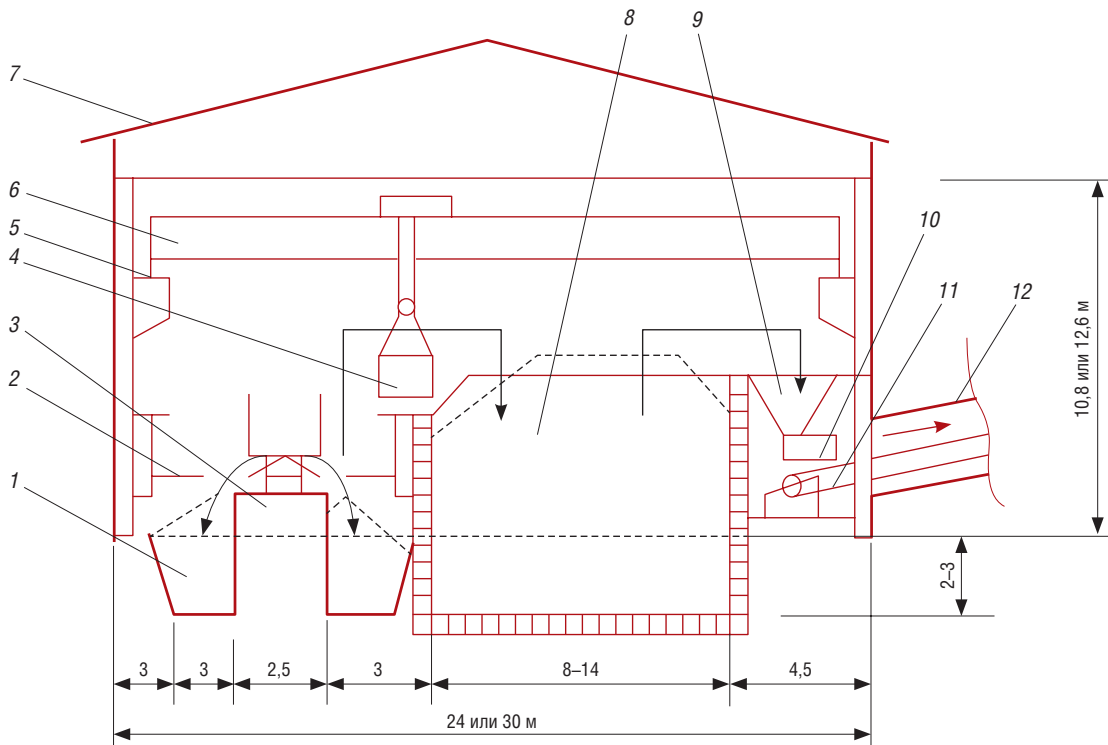


Рис. 5. Закрытый склад сыпучих грузов с закромами и грейферным краном [1]:
 1 — приемные траншеи; 2 — передвижные мосты для обслуживания вагонов; 3 — разгрузочный ж.-д. путь;
 4 — грейфер; 5 — подкрановые пути; 6 — мостовой кран; 7 — складское здание; 8 — закрома; 9 — перегрузочный бункер;
 10 — питатель; 11 — ленточный конвейер; 12 — конвейерная галерея

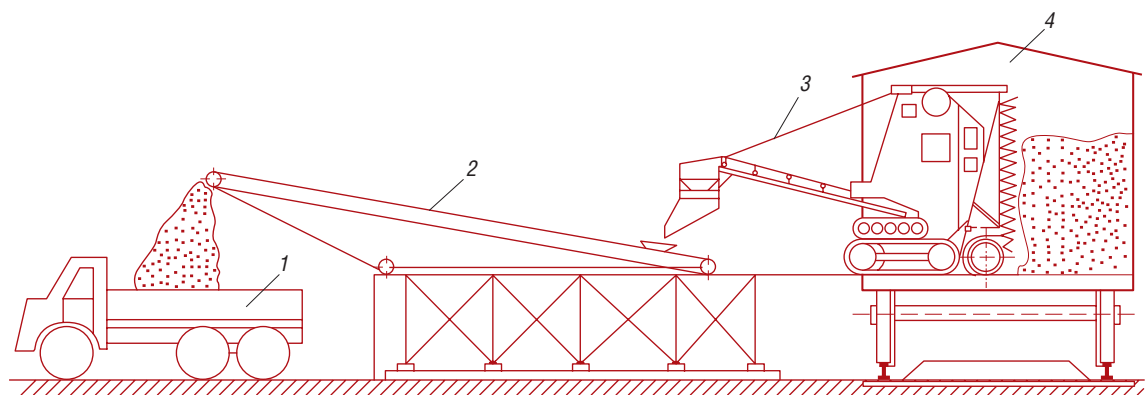


Рис. 6. Схема комплексной механизации выгрузки сыпучих грузов из крытых вагонов:
 1 — автомобиль; 2 — ленточный конвейер; 3 — механический разгрузчик; 4 — вагон

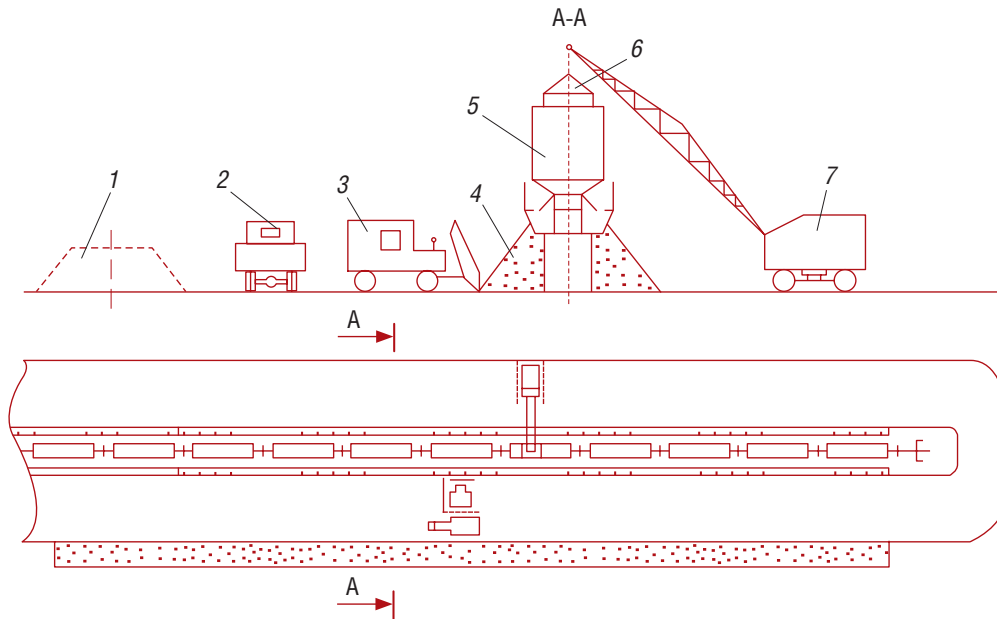


Рис. 7. Схема комплексной механизации переработки сыпучих грузов на эстакаде с использованием стрелового крана и автопогрузчика [2]:
1 — штабель; 2 — автомобиль; 3 — одноковшовый автопогрузчик;
4 — эстакада; 5 — вагон; 6 — вибратор; 7 — кран

К результатам данного исследования можно отнести формулировку укрупненных требований, предъявляемых к организационно-техническим решениям при проектировании грузовых терминалов:

1. Эффективность работы терминала зависит от выполнения технологических требований, предъявляемых к устройству и планированию складских помещений. Объемно-планировочные решения складских зданий терминала должны отвечать оптимальной технологии складских операций, а площади технологических зон должны соответствовать характеру и объему выполняемых операций.

2. Складские помещения необходимо планировать таким образом, чтобы внутрискладской технологический процесс был поточным, сквозным, прямооточным и непрерывным.

3. Грузы на складе следует размещать рационально: минимум складской площади и объема; сохранность количества и качества грузов, принятых на обработку и хранение; обеспечение удобного доступа к грузам (верный выбор и размещение основного складского оборудования и размеров технологических зон, проходов и проездов).

4. Место дислокации грузового терминала выбирается с учетом взаимного размещения путей сообщения и транспортных связей, удобства выполнения грузовых операций и возможности расширения терминала.

5. Основная цель выбора схем и параметров технических, технологических, объемно-планировочных и экономических решений терминалов — минимизация

потребностей в территории и приведенных затрат, связанных со строительством и последующей эксплуатацией грузовых терминалов, их инфраструктуры, оборудования.

6. Функционирование грузового терминала следует рассматривать как сложную систему, обладающую экономичностью, надежностью, гибкостью. Следовательно, выбор рационального варианта системы должен базироваться на технико-экономическом анализе альтернативных вариантов и комбинаций организационно-технических элементов (количество и дислокация терминалов в сети, вид и компоновка грузовых фронтов, особенности технологии взаимодействия видов транспорта и т.д.) [6].

7. Особое влияние на принятие технических решений по организации терминала оказывают:

- 1) вид обрабатываемых грузов — на технологические требования к типу погрузочно-разгрузочного, приемного и складского оборудования;
- 2) вид транспортных средств, доставляющих грузы и забирающих их с терминала, — на требования к транспортным коммуникациям, подъездным путям, размерам и компоновке грузовых фронтов;
- 3) параметры грузопотока (скорость, частота, ритмичность, интенсивность), объем поступления, размер единовременной партии — на технологическое зонирование площади терминала, его объемно-планировочные решения, производительность и количество погрузочно-разгрузочных механизмов [1, 6]. **ИТ**

Список литературы

1. Журавлев Н. П., Маликов О. Б. Транспортно-грузовые системы : учеб. для вузов ж.-д. транспорта. — М. : Маршрут, 2006. — 368 с. — ISBN 5-94069-009-2.
2. Механизация погрузочно-разгрузочных и складских операций на железнодорожном транспорте: пособие по курсовому и дипломному проектированию / Н. П. Берлин, Н. П. Негрей. — Гомель : УО «Бел-ГУТ», 2007. — 146 с.
3. Состояние и перспективы развития морских портов России [Электронный ресурс]. — URL: <http://transportinform.com/ports/197-morskie-porty-rossii.html> (дата обращения: 06.09.2015).
4. Транспортно-грузовые системы [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.tgs-jd.ru/14-transportno-gruzovye-kompleksy-v-punktax-perevalki/14-5-vyvody/> (дата обращения: 06.09.2015).
5. Ширяев С. А., Гудков В. А., Миротин Л. Б. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства : учебник для вузов. — М. : Горячая линия-Телеком, 2007. — 848 с.
6. Покровская О. Д. Формирование терминальной сети региона для организации перевозок грузов. — М. : Транс-Лит, 2012. — 192 с. — ISBN 978-5-94976-452.
7. Покровская О. Д., Самуйлов В. М., Невалина А. Д. Инфраструктура международных транспортных коридоров // Инновационный транспорт. — 2013. — № 3 (9). — С. 33–37. — ISSN 2311-164X.
8. Невалина А. Д., Самуйлов В. М. Проблема организации и управления в создании и функционировании международного транспортного коридора «Запад — Восток» // Инновационный транспорт. — 2012. — № 3 (4). — С. 53–56. — ISSN 2311-164X.
9. Коровяковский Е. К., Покровская О. Д. Содержательное описание логистического центра и его роли в системе МТК // Известия ПГУПС. — 2014. — № 3 (40). — С. 22–28.
10. Транссиб: через пространство и время [Электронный ресурс]. — URL: http://www.eastrussia.ru/material/transsib_cherez_prostranstvo_i_vremya/ (дата обращения: 06.09.2015).
11. Самуйлов В. М., Галкин А. Г., Бушуев С. В., Невалина А. Д. Транссибирская железнодорожная магистраль (Транссиб) — мост между Европой и Азией // Инновационный транспорт. — 2015. — № 1 (15). — С. 45–48. — ISSN 2311-164X.



Адам Колински
Adam Kolinski



Марина Аркадьевна Журавская
Marina A. Zhuravskaya

Метод оценки эффективности транспортных процессов в цепях поставок

The evaluation method of transport processes efficiency in supply chains

(Статья публикуется в авторской редакции)

Аннотация

Статья посвящена вопросам анализа и оценки эффективности транспортных процессов в цепях поставок. Сделан акцент на экологических угрозах от деятельности транспортной отрасли, которые появляются в условиях погони за наибольшей эффективностью. Выполнен литературный обзор и отмечено, что, несмотря на имеющиеся научные труды по этой теме, проблема оценки эффективности транспорта остается и является весьма актуальной. Авторами предложен метод оценки транспортной эффективности и изучены варианты ее повышения. Для каждого варианта повышения эффективности рекомендовано выбирать свою концепцию управления. Проведена классификация финансовых показателей с точки зрения различных участников логистических цепей поставок.

Ключевые слова: транспортная эффективность, цепь поставок, операционный контроль.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-25-30

Summary

The article discusses issues concerning the analysis and evaluation of the efficiency of transport processes. Emphasis is placed on environmental threats from the activities of the transport industry, which appear under the conditions of the pursuit of maximum efficiency. Completed literature review, and noted that despite the existing scientific papers on this topic, the problem of assessing the effectiveness of transport is still very relevant. The authors proposed a method for evaluation the efficiency of transport processes and to explore options to improve it. To improve the effectiveness of each option is recommended to choose their operating concept. The classification of financial performance was completed from the various points of view: various participants of the logistics supply chain.

Keywords: transport efficiency, supply chains, operational controlling.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-25-30

Авторы Authors

Адам Колински, канд. техн. наук, доцент кафедры «Логистика и информационные технологии», Высшая школа логистики; Познань, Польша, e-mail: adam.kolinski@wsl.com.pl | **Марина Аркадьевна Журавская**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС); Екатеринбург; e-mail: MZhuravskaya@usurt.ru

Adam Kolinski, PhD and Engineer in Management, Assistant Professor, Department of Logistics Information and Information Technology, Poznan School of Logistics, Poznan, Poland; e-mail: adam.kolinski@wsl.com.pl | **Marina Zhuravskaya**, PhD in Engineering, Associate Professor, "World Economy and Logistics" Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: MZhuravskaya@usurt.ru

Introduction

In the era of ongoing market competition, focusing on the level of customer service, order completion time and flexibility of deliveries, analysis of efficiency of logistic processes is gaining on significance. Transport processes are a key factor that ensures physical provision of materials to the entire supply chain. The article discusses issues concerning the analysis and evaluation of the efficiency of transport processes.

The analysis of efficiency in a supply chain is one of the fundamental elements of controlling analysis. Despite obligatory performance of extensive analyses in economic practice, the scope of their use is unsatisfactory. It results both from imprecise definition of problems related to the efficiency of logistic processes in reference books, and from the absence of comprehensive solutions supporting analyses in practice.

International organizations and individual countries propose the criteria and indicators of sustainable development, often containing quite complicated system of indicators. Working out indicators of sustainable development is often quite complex and expensive procedure that requires a large amount of information, which is difficult or sometimes just impossible to obtain [1].

In the paper [2] as indicators when assessing the cost-effectiveness of environmental projects by reference to time characteristics, the algorithm of calculation based on net present value, profitability index is proposed as the indicator.

Environmental efficiency of production in the paper [3] is evaluated by six indicators of man's impact on the environment. To get integral value E_3 the procedure of regulation of each type of impact on revenues or staff is used. Then for the whole complex of enterprises they were determined the average values of each impact out of the normalized ones, which are assumed as the norm of 100 %.

Accordingly, each of six types of impacts of any company can be expressed as a percentage to the level taken as 100, these six evaluations can be summarized and divided by six. The obtained ratio of environmental impact and economic potential (E_3/E_2) is essentially the inverse value of the eco-efficiency, which is calculated by the relevant conversion.

In the paper [4] there is an attempt to use together with the existing synthetic indicators the integral ones, which are calculated as geometric mean values in order to assess the effectiveness of innovative processes in rail transport.

Efficiency of transport process

Transport efficiency is a very important issue from the point of view of processes organised in a company and in a supply chain. Improving the efficiency of a transport pro-

cess is therefore a very important factor in controlling actions. Nevertheless, it needs to be remembered that aiming at maximising transport efficiency can entail numerous threats. The most dangerous traps of maximising efficiency are: lack of coordination in realisation of operational aims of individual departments with strategic aims of a company or a supply chain, discrepancy between strategic aims formulated by individual companies which are elements of a supply chain, discrepancy between operational aims of different departments of a company and, finally, threat of a negative influence on the surrounding environment [5].

Transport efficiency is a concept which is quite difficult to define. Generally efficiency can be defined as a measurement (usually expressed as a percentage) of the actual output to the standard output expected. Efficiency measures how well something is performing relative to existing standards; in contrast, productivity measures output relative to a specific input, e. g., tons/labor hour [6].

In the economic aspect, efficiency is the result of company's business activity, which is the ratio of the effect achieved to the spending incurred:

$$E = \frac{e}{s}, \quad (1)$$

where: E — efficiency; e — effects; s — spending

The resulting efficiency improvement can be achieved through a deliberate development of value-oriented processes, thus establishing the proper (standard) allocation of resources. The method for evaluating the resource allocation efficiency presented in this paper is consistent with the concept of Kaldor-Hicks efficiency, according to which the solution leads to increased efficiency when the proper allocation of resources enables improvement of efficiency ratio described by formula (1). In a situation where any change of a specific allocation of resources causes a decrease of efficiency ratio — the current allocation is the most effective [7–8].

Complexity of transport management is supported by a number of managing concepts which are implemented in order to improve efficiency. According to model (1) we can distinguish few methods of improving efficiency of actions:

- lowering spendings and keeping the level of effects at the same time,
- lowering spendings and raising the level of effects at the same time,
- keeping the level of spendings and raising the level of effects at the same time,
- raising the level of spendings and raising drastically the level of effects at the same time.

Figure 1 shows basic methods of improving transport efficiency and attributing them to chosen concepts of managing.

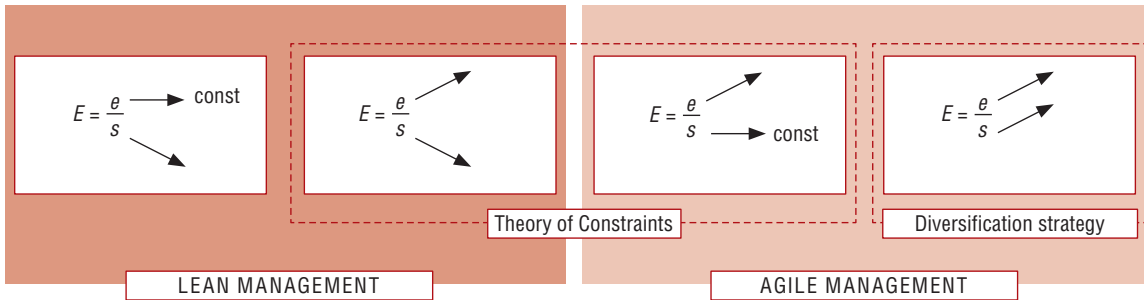


Fig. 1. Attributing methods of improving efficiency to chosen concepts of managing. Source: Own study

The basis of the above picture is conviction that Lean Management concept concentrates on lowering spendings by, among others, lowering the level of expenses. Agile Management concept, on the other hand, does not focus on expenses optimisation. Therefore, the methods of improving efficiency which did not concern lowering spendings were recognised as characteristic of Agile Management concept. Theory of Constraints concentrates on two methods of improving efficiency: improving effects and keeping spendings as well as improving process and lowering spendings (e. g. reducing the supply of work in progress). According to the definition of diversification strategy [9–10], raising effects is possible thanks to increasing spendings (e. g. introducing new services or entering new markets).

Evaluation of transport proces efficiency

An analysis of transport efficiency should be based not only on operational indicators, which are directly connected with transport process, but also on financial indicators. Aims and indicators used in an analysis of transport efficiency should result from a company’s vision and strategy. An analysis of transport efficiency can be named complete when it does not only refer to indicators which apply to past results but also when it allows to monitor what affects future results. The problem of complete transport efficiency assessment has still not been polished in the matter subject literature. The problem of transport efficiency assessment can be based on the assumptions of Balanced Scorecard developed by R. Kaplan and D. Norton. The authors proposed the analysis of efficiency from four perspectives: financial, customer, internal business process, and learning and growth. Many companies already have performance measurement systems that incorporate financial and nonfinancial measures. What is new about a call for a “balanced” set of measures? While virtually all organizations do indeed have financial and nonfinancial measures, many use their nonfinancial measures for local improvements, at their front-line and customer facing operations. Aggregate financial measures are used by senior managers as if these measures could summarize adequately the results of oper-

ations performed by their lower and mid-level employees. These organizations are using their financial and nonfinancial performance measures only for tactical feedback and control of logistics process in short-term [11].

Carrying out an analysis of transport efficiency in discussed four perspectives, we have developed a set of indicators [12–16; 1]; which take into account the basic characteristics of efficiency defined by model (1). Table 1 presents selected indicators of assessing transport efficiency in a financial perspective.

Table 1

Selected indicators of assessing transport efficiency in a financial perspective

No	name of indicator	formula	characteristic	unit
1.	Return on investment (ROI)		a — net profit	%
			b — investment*	
2.	Return on equity (ROE)		a — net income after tax	%
			b — shareholder equity	
3.	Return on assets (ROA)		a — net income	%
			b — mode of total assets	
4.	Return on sales (ROS)	$\frac{a}{b}$	a — net profit	%
			b — sales revenue	
5.	Indicator of complaints and returns		a — value/cost of complaints and returns	%
			b — value/cost of all deliveries	
6.	Indicator of the cost-transport fleet		a — mileage costs	PLN/vehicle
			b — number of vehicles	

*Investment, means the money which were spend for buying things which will be sold [17].

Source: Own study

The table shows only chosen financial indicators which, in author's opinion, are most often used when assessing transport efficiency in ecological aspect. There are many more indicators which can be useful in economic practice but it needs to be borne in mind that the more indicators, the bigger the threat of missing the main aim of carrying out an analysis.

Table 2 presents selected indicators of assessing transport efficiency in a customer's perspective.

Table 2

Selected indicators of assessing transport efficiency in a customer's perspective

No	name of indicator	formula	characteristic	unit
1.	Indicator of transportation timeliness	$\frac{a}{b}$	a — number of forward transportation	%
			b — total number of transportation	
2.	Indicator of cargo damage during transport		a — number of damaged transport units	%
			b — total number of transport units	
3.	Delivery reactivity	a — number of items delivered ahead of schedule	%	
		b — total number of elements		
4.	The share of incomplete deliveries to the customer	a — number of incomplete deliveries	%	
		b — total number of deliveries		

Source: Own study

Some of the aforementioned indicators very often come down to one indicator-OTIF (On Time and In Full delivery). This indicator should be seen as the level of customer's service from customer's perspective (commercial network) — "on-time, in-full" — full orders, delivered on time. In practice we can meet the term OTIF developed by "error-free" element. This element allows for mistakes in completion (quantity is ok but a different variant than ordered has been delivered). OTIF has become the key driver for process improvement initiatives across the organization. Planning orientation and organizational integration resulted in process optimization across the supply chain resulting in a higher service level with reduction in inventories [18]. Table 3 presents selected indicators of transport efficiency in the internal process perspective.

The aspect of transport process efficiency is most evident in the compilation of indicators in the company's internal business process perspective. This should not be surprising, as the operational processes that enable transportation of products have the greatest impact on the evaluation of the transport process efficiency. Table 4 shows the selected indicators of transport process efficiency in the learning and growth perspective.

Table 3

Selected indicators of assessing transport efficiency in the internal process perspective

No	name of indicator	formula	characteristic	unit
1.	Rate of transport fleet use	$\frac{a}{b}$	a — number of driven kilometers	km/vehicle
			b — number of vehicles	
2.	Indicator of vehicles utilization capacity		a — weight of transported cargo	kg/vehicle
			b — number of vehicles	
3.	Cargo predictability		a — transported cargo (weight or volume)	%
			b — transport fleet capacity	
4.	Indicator of transport intensity		a — transportation time	h/delivery
			b — total number of deliveries	

Source: Own study

Table 4

Selected indicators of assessing transport efficiency in the learning and growth perspective

No	name of indicator	formula	characteristic	unit
1.	The share of defective deliveries	$\frac{a}{b}$	a — number of defective deliveries	%
			b — total number of deliveries	
2.	Delivery flexibility		a — number of special deliveries	%
			b — total number of deliveries	
3.	Transport reliability	a — number of operations on time	%	
		b — total number of operations		
4.	Indicator of cargo damage during transport	a — number of damaged transport units	%	
		b — total number of transport units		

Source: Own study

The indicators of transport process efficiency evaluation in the learning and growth perspective are the most desirable form of evaluation, but are also the most difficult indicators to develop. The risks posed by learning and growth indicators may not only be contrary to the transport management objective, but also to the basic strategic objectives of the company or supply chain [19]. Analysis and development of measures for efficiency evaluation separately for each perspective can lead to effect opposite to the one expected — a set of indicators that are mutually exclusive or show divergence of objectives can be obtained.

Based on the analysis of literature analysis and taking into account the importance of each indicator in economic practice, an evaluation model was developed for the trans-

port process economic efficiency. Figure 2 shows an overall evaluation model for the transport process efficiency.

The algorithm for evaluation of the transport process efficiency shown in Figure 2 is based on the assumption that individual perspectives of the analysis are equivalents in terms of decision-making. Therefore, in the absence of a positive result of any of the perspectives, the analysed transport process state is deemed economically inefficient. It should be noted, however, that the efficiency analysis in individual perspectives does not have to generate all the results within the normative values. It is possible to use the analysis of economic benefits to establish that despite the presence of deviations the process situation can be considered effective or economically acceptable.

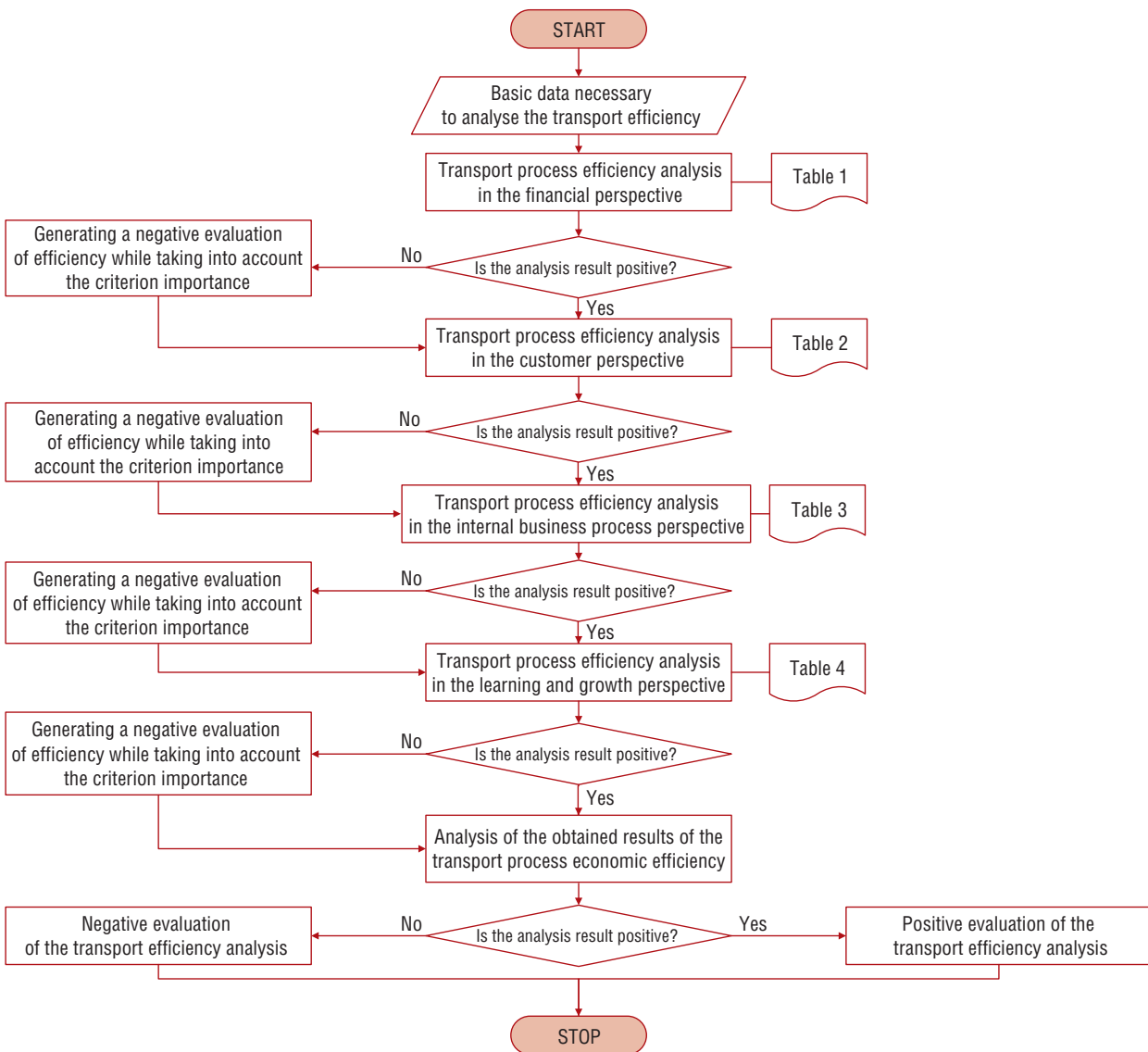


Fig. 2. Overall evaluation model for the transport process efficiency
Source: Own study

Conclusions and further research

So the basis of the assessment of transport environmental efficiency is the definition of its role in building a sustainable society. In order to determine the environmental efforts, it is necessary to accurately measure and evaluate the impact of the activities of the transport sector on the environment and the results of environmental activities. The task of improving the eco-efficiency of transport, is transformed into the problem of integrating different modes in a single system. And the creation of an economic platform GreenS, which will manage a transport complex not only by penalties (Green Straffes) but also by the awarding of every transport modes (Green Starts) for their contribution to saving the environment [1, 20].

The direction of future research and continuation of this work should be an analysis of conditions and system connections as part of evaluation of the logistics process efficiency in companies and supply chains. The efficiency analysis should compare the key indicators in companies within specific industries. Observations on benchmarking of analysis and evaluation of logistics process efficiency prove the need for managerial evaluation models and algorithms in business practice [21, 22]. Joint development of a set of indicators within the supply chain would enable a mutual comparison of the results obtained, which could have a direct impact on improving the efficiency of decisions — not only those affecting individual processes carried out within the company, but also throughout the supply chain. **IT**

Список литературы / References

1. Журавская М. А. «Зеленая» логистика — стратегия успеха в развитии современного транспорта // Вестник УрГУПС. — Екатеринбург, 2015. — № 1 (25). — С. 38–48. — ISSN 2079–0392.
2. Плотникова Л. В. Экологическое управление качеством городской среды на высокоурбанизированных территориях : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра экон. наук: 08.00.05. — М., 2008.
3. Мартынов А. С. Экологическая эффективность предприятий России и Казахстана: сравнительный анализ // Евразийская экономическая интеграция. — 2010. — № 3 (8). — С. 33–56.
4. Сураева М. О. Методические подходы к оценке эффективности инновационных процессов на железнодорожном транспорте // Вопросы экономики и права. — 2011. — № 3. — С. 189–192.
5. Kolinski A. The role of production efficiency regarding ecological aspects // EcoProduction and Logistics / Golinska P. (ed.). — Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 2013. — P. 93–102.
6. APICS Dictionary, 2004, 11th Edition, American Production and Inventory Control Society, Inc., Falls Church, VA
7. Kaldor N. Welfare Propositions in Economics and Interpersonal Comparisons of Utility // Economic Journal. — 1939. — № 49 (145). — P. 549–552.
8. Hicks J. R. The Foundations of Welfare Economics // Economic Journal. — 1939. — № 49 (196). — P. 696–712.
9. Kenny G. Diversification Strategy: How to grow a business by diversifying successfully. — London and Philadelphia: Kogan Page Limited, 2009.
10. Kolinski A. Diversification of production — innovative tool for controlling // Innovative and intelligent manufacturing systems / Fertsch M. (ed.). — Publishing House of Poznan University of Technology. — Poznan, 2010. — P. 241–250.
11. Kaplan R. S., Norton D. The balanced scorecard: translating strategy into action. — Harvard Business Press, 1996.
12. Corbett T. Throughput Accounting. — New York: North River Press, 1998.
13. Sliwczynski B. Operational controlling — a tool of translating strategy into action // LogForum. — 2011. — Vol. 7 (1). — P. 45–59.
14. Twarog J. Measuring and indicators of logistics. Publishing House of Institute of Logistics and Warehousing, Poznan, 2005.
15. Антропов В. А., Морозова Е. Н. Экологический менеджмент как научная отрасль современного знания // Вестник УрГУПС. — 2014. — № 4 (24). — С. 59–71. — ISSN 2079–0392.
16. Журавская М. А., Лемперт А. А., Смородинцева Е. Е. О математическом инструментарии для поддержки принятия решений в логистических системах различных уровней // Инновационный транспорт. — Екатеринбург, 2012. — № 5 (6). — С. 20–23. — ISSN 2311–164X.
17. Goldratt E. M., Cox J. The Goal: A Process of Ongoing Improvement. — Massachusetts: North River Press, 2004.
18. Sehgal S., Sahay B. S., Goyal S. K. Reengineering the supply chain in a paint company // International Journal of Productivity and Performance Management. — 2006. — № 55 (8). — P. 655–670.
19. Lichocik G., Sadowski A. Efficiency of supply chain management. strategic and operational approach // LogForum. — 2013. — Vol. 9 (2). — P. 119–125.
20. Журавская М. А., Смородинцева Е. Е., Морозова О. Ю., Уткина Г. В. Организация и развитие мультимодальных пассажирских перевозок — важная часть экологической стратегии ОАО «РЖД» // Инновационный транспорт. — Екатеринбург, 2015. — № 3 (17). — С. 18–22. — ISSN 2311–164X.
21. Kolinska K., Cudzilo M. Comparison of logistics indicators as a way of improving efficiency of supply chains // Research in Logistics & Production. — 2014. — № 4 (1). — P. 21–32.
22. Журавская М. А. Бенчмаркинг-технологии в решении транспортных проблем // Инновационный транспорт. — Екатеринбург, 2013. — № 3 (9). — С. 48–53. — ISSN 2311–164X.



**Марина
Аркадьевна
Журавская**

Marina A. Zhuravskaya



**Анна
Ананьевна
Лемперт**

Anna A. Lempert



**Александр
Михайлович
Маслов**

Aleksandr M. Maslov



**Людмила
Вячеславовна
Гашкова**

Lyudmila V. Gashkova

Функционирование транспортно-логистических систем с учетом оценки экологических последствий

Operation of transport and logistics systems with account to environmental impact assessment

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы проектирования и планирования работы современных транспортно-логистических систем с позиций «зеленой» логистики. Разработана классификационная схема экологических факторов, которые появляются в результате деятельности транспортного комплекса. Показано, что основой оценки экологической эффективности транспорта является определение его роли в строительстве стабильного общества. Поэтому для того, чтобы определить экологические усилия, необходимо точно измерить и оценить воздействие деятельности транспортной отрасли на окружающую среду и результаты природоохранных мероприятий. В этой связи авторами разработан подход к качественной и количественной оценкам экоэффективности транспорта. Предложен метод прогнозирования, основанный на преобразовании Гильберта — Хуанга. Разработана технология количественной оценки экологических последствий размещения логистических объектов на основе авторского метода конструирования функции среды, оптико-геометрического подхода и нестационарной модели Гаусса, позволяющая оценивать концентрацию загрязняющих веществ в различные моменты времени.

Ключевые слова: региональная логистическая система, расположение логистических объектов, транспортная сеть, экономико-математическое моделирование, оценка экологических последствий.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-31-37

Summary

The article deals with the issues of designing and planning of modern transport and logistics systems from the standpoint of “green” logistics. A scheme to categorize environmental factors generated by transport sector activities has been developed. It is shown that the basis for assessment of environmental efficiency of transport is the definition of its role in building a sustainable society. Therefore, in order to determine the environmental efforts, it is necessary to accurately measure and evaluate the impact of activities of the transport sector on the environment and results of environmental activities. In this regard, the authors have developed an approach to qualitative and quantitative assessment of environmental performance of transport. A forecasting method based on Hilbert-Huang transform is proposed. A technology for quantifying the environmental impact of logistics facilities has been developed using the author’s method of constructing an environment function, optical-geometric approach and non-stationary Gaussian model that allows to assess the concentration of pollutants at different times.

Keywords: regional logistics system, location of logistics facilities, transportation network, economic and mathematical modeling, environmental impact assessment.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-31-37

Авторы Authors

Марина Аркадьевна Журавская, канд. техн. наук, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС); e-mail: MZhuravskaya@usurt.ru | **Анна Ананьевна Лемперт**, канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией Института динамики систем и теории управления имени В. М. Матросова СО РАН (ИДСТУ СО РАН), Иркутск | **Александр Михайлович Маслов**, канд. техн. наук, научный сотрудник Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Гашкова Людмила Вячеславовна**, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Marina Arkadievna Zhuravskaya, PhD in Engineering, Associate Professor, “World Economy and Logistics” Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: MZhuravskaya@usurt.ru | **Anna Ananievna Lempert**, PhD in Physics and Mathematics, Head of the Laboratory of Matrosov Institute of System Dynamics and Control Theory, SB RAS (ISDCT SB RAS), Irkutsk | **Aleksandr Mikhailovich Maslov**, PhD in Engineering, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Lyudmila Vyacheslavovna Gashkova**, Associate Professor, World Economy and Logistics Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Введение

Роль транспортно-логистических систем в жизни современного общества огромна. Часто их сравнивают с кровеносной системой человека. И действительно, транспорт обеспечивает мобильность населения и географическую доступность грузов и пассажиров.

Однако наряду со всеми преимуществами современных видов транспорта он является одним из самых главных факторов негативного влияния на окружающую среду. Наиболее злободневные проблемы сегодня: загрязнение воздуха, воды, почвы, шумовые и вибрационные воздействия, накопление пыли и мусора. Эти явления могут быть опасными для человеческого здоровья и жизни и могут влиять на условия жизни будущих поколений. Согласно современным исследованиям, транспортным системам принадлежит 25% выбросов углекислого газа [1] и 23% общего потребления энергии [2], что предполагает большие финансовые затраты, уязвимость в связи с повышением цен на топливо, нанесение вреда окружающей среде из-за использования невозобновляемых ископаемых видов топлива (95%).

По данным Национальной академии наук США, автомобили в крупных городах являются причиной 20–25% заболеваний, ведь более 50% загрязнений городской атмосферы происходит от транспорта [3]. По мнению авторов работы [4], на долю автотранспорта приходится более 97% суммарного выделения пыли в атмосферу карьера и т. д.



Рис. 1. Негативное влияние автотранспорта на почву, воздух и воду

Как видно из рис. 1, вред окружающей среде наносится не только транспортными средствами, но и транспортными сооружениями, а строительство дорог, препятствует естественной миграции и перемещению биологических видов, населяющих природную среду. Поэтому в настоящее время строительство любого объекта транспортно-логистической инфраструктуры невозможно без учета его экологического воздействия на окружающую среду.

Классификация воздействий и подходы к экологической оценке

Поскольку целью данной работы является разработка оценки экологических последствий функционирования транспортных систем, рассмотрим ее более подробно. Анализ научной литературы [1, 2, 5–9] позволил авторам статьи разработать классификационную схему экологических факторов, которые появляются в результате деятельности транспортного комплекса. Прежде всего, все факторы подразделяются на две большие группы: 1) факторы, негативно влияющие на окружающую среду при строительстве транспортной инфраструктуры, и 2) негативные факторы, появляющиеся непосредственно в процессе эксплуатации транспортно-логистических систем. В свою очередь, каждая из этих групп подразделяется еще на три подгруппы (рис. 2): отходы, энергопотребление, физическое воздействие на биосферу.



Рис. 2. Классификация экологических последствий функционирования транспортных систем

Причем эти подгруппы факторов присутствуют как на этапе строительства, так и на этапе эксплуатации транспортных систем. Тогда комплексную оценку, которая интегрально будет учитывать экологические последствия от работы транспорта, рассчитаем как среднегеометрическую величину:

$$\varepsilon = \sqrt[3]{K_W K_{EC} K_{PhIm}},$$

где K_W — коэффициент, учитывающий работу вида транспорта с отходами; K_{EC} — коэффициент, учитывающий энергопотребление вида транспорта; K_{PhIm} — коэффициент, учитывающий физическое воздействие вида транспорта на биосферу (выбросы в атмосферу NO_x , SO_x , разливы нефти, сбросы в почву и водоемы, шум и др.).

Все перечисленные факторы обуславливают актуальность данного исследования. Назрела необходимость комплексной оценки экологических последствий от функционирования транспортно-логистических систем. Успешно решить такую задачу возможно, лишь опираясь на концепцию устойчивого развития, которая учитывает не только экономический и социальный факторы в системе показателей природопользователей, но также и экологический фактор. Концепция устойчивого развития и охрана окружающей среды принадлежат к тем темам, которые в наибольшей степени волнуют сегодня общество, экономику и, естественно, транспортную отрасль. Современные транспортные системы не являются устойчивыми. Зачастую они усугубляют экологические проблемы, негативно влияя на здоровье людей и природу, именно поэтому глобальные изменения окружающей среды становятся для транспорта серьезной проверкой. А ориентация на традиционные экономические показатели в ближайшей перспективе может иметь самые негативные последствия. Требуется экологическая корректировка показателей прогресса транспортной отрасли на основе концепции устойчивого развития.

Канадский ученый Т. Литман определяет задачи устойчивого развития современных транспортных систем, обобщив результаты более 150 исследований [10], а в [11] Дж. Эллингтон полагает, что интеграция интенсивно взаимосвязанных экономических, экологических и социальных аспектов устойчивости дает «тройной практический результат». Таким образом, фундаментом устойчивой транспортной политики является универсальная интеграция. Степень же поддержания требуемой устойчивости транспортной отрасли зависит не только от экономической и социальной оценки, но и от экологической оценки.

Анализ транспортных систем европейских стран показал, что в Европе накоплен положительный опыт по оценке воздействия транспортной отрасли на окружающую среду. Так, авторами был изучен опыт стран, входящих в Евросоюз, где разработан алгоритм оценки воздействия на окружающую среду, состоящий из 7 этапов [12]. На первом этапе готовится документация и затем передается экспертам для оценки. Далее, по требованию экспертов, предоставляется дополнительная документация, и выполняется непосредственно оценка воздействия на окружающую среду. На пятом этапе проводятся общественные слушания, после которых утверждается окончательный эксперт, и на заключительном этапе готовится финальный отчет.

Неэффективное строительство транспортных сетей приводит к увеличению интенсивности движения, а значит, к транспортным заторам. Перегруженность улично-дорожной сети способствует снижению скорости и регулярности доставки грузов и пассажиров, росту себестоимости перевозки, увеличению транспортной усталости

участников движения и потере времени, приводит к снижению безопасности движения и качества жизни людей в целом. Вопросам грамотного размещения транспортно-логистических объектов уделяли серьезное внимание как зарубежные, так и российские ученые. Однако 58% опрошенных руководителей муниципалитетов считают важным получать информацию о лучших международных и российских практиках в области устойчивого развития территорий, в том числе транспортных. Наиболее серьезным препятствием для реализации мероприятий в сфере устойчивого развития регионов они считают отсутствие релевантного опыта в области реализации «устойчивых» инициатив и недостаток соответствующей информации.

Вышесказанное подтверждает необходимость перехода на адекватный современным реалиям учет экоэффективности деятельности транспорта и его постепенного перевода на принципы «зеленой» логистики.

Экоэффективность

Международными организациями и отдельными странами предлагаются критерии и индикаторы устойчивого развития, содержащие нередко весьма сложную систему показателей. Разработка индикаторов устойчивого развития часто является комплексной и дорогостоящей процедурой, требующей большого количества информации, получить которую сложно или вообще невозможно.

С нашей точки зрения, классический расчет экоэффективности хорошо представлен в статье [13]. В другой статье в качестве показателей при оценке экономической эффективности экологических проектов с учетом временных характеристик предложен алгоритм расчета на основе чистого дисконтированного дохода, индекса доходности инвестиций [14].

Экологическая эффективность производства в работе [15] оценивается по шести индикаторам антропогенного воздействия на среду. Для получения интегрального значения \mathcal{E}_3 использована процедура нормирования каждого вида воздействий на выручку или персонал. Далее для всей совокупности предприятий определены средние значения каждого из нормированных воздействий, которые приняты за норму, равную 100%. Соответственно, каждое из шести типов воздействия любого предприятия можно выразить в процентах к уровню, принятому за 100, просуммировать шесть оценок и разделить на шесть. Полученное соотношение экологических воздействий и экономического потенциала ($\mathcal{E}_3/\mathcal{E}_2$), по сути, является обратной величиной к экологической эффективности, которая вычисляется путем соответствующего преобразования.

Говоря об экоэффективности, необходимо помнить, что она, согласно теории устойчивого развития, является

лишь частью эффективности на транспорте (табл. 1) и служит индикатором его деятельности. Понятие эффективности логистических систем подробно рассмотрено в статье [16], где отмечено, что для определения эффективности существует самая общая и универсальная формула расчета: эффективность E равна отношению полезных конечных результатов R к затраченным ресурсам (затратам — Z):

$$E = \frac{R}{Z}.$$

Согласимся с приведенной формулой эффективности и с учетом теории устойчивого развития обобщим ее:

$$E = f(C, T, \varepsilon),$$

где $C = (c_i)$ — вектор экономических факторов; $T = (t_i)$ — вектор социальных факторов; $\varepsilon = (e_i)$ — вектор экологических факторов.

Таблица 1

Расчет эффективности на транспорте на основе теории устойчивого развития

Эффективность на транспорте, E		
Экономическая	Социальная	Экологическая
Ценовая доступность транспорта	Мобильность	Экологическая безопасность
c_i — стоимостный фактор	t_i — временной фактор	e_i — экофактор

Построение экологической матрицы — это отдельная нетривиальная задача. Такой метод оценки экoeffективности процессов на транспорте на основе принципов «зеленой» логистики базируется на выявлении последовательности отдельных возможных показателей с оценкой вероятности каждого промежуточного показателя, с вычислением суммы вероятности конечного события.

Так, основой оценки экологической эффективности транспорта является определение его роли в строительстве стабильного общества. Для того, чтобы определить экологические усилия, необходимо точно измерить и оценить воздействие деятельности транспортной отрасли на окружающую среду и результаты природоохранных мероприятий.

Необходимо отметить, что в количественном отношении негативное влияние транспортной отрасли, в частности транспортных узлов и сетей, на окружающую среду прямо пропорционально проходящим через них материальным потокам. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка технологии их прогнозирования.

Прогнозирование материальных потоков с использованием преобразования Гильберта — Хуанга

Говоря о потоках в транспортных и логистических системах [17], прежде всего подразумевают потоки единиц транспортных средств и партий перевозимых грузов. Природа зарождения и поведения этих потоков носит смешанный детерминированно-стохастический характер. При этом нельзя полностью пренебречь ни первыми, ни вторыми факторами. Кроме того, характер исследуемых процессов не всегда позволяет построить модель прогнозирования с помощью уже известных законов распределения случайных величин, а работа с частными законами распределения связана с многими сложностями и зачастую не позволяет построить универсальную модель. В связи с указанными факторами для построения прогнозных моделей логистических потоков авторами предлагается использовать анализ временных рядов на основе преобразования Гильберта — Хуанга (НТТ) [18].

По мнению Н. Хуанга, НТТ позволяет преобразовать любую функцию или временной ряд (в том числе нестационарный) вне зависимости от наличия априорной информации и гипотез о них. При этом исходная информация разлагается на составляющие: монотонную функцию или константу (в нашем случае характеризуют детерминированные составляющие потоковых процессов), шум — гармонические функции (характеризуют вероятностные составляющие). Данный метод дает хорошие результаты для решения многих практических задач (например, он успешно применяется в области электроэнергетики [19]), но отсутствие строгой теоретической базы требует эвристического подхода к решению каждой отдельной задачи и дополнительных исследований, позволяющих подтвердить правомерность его применения.

Преобразование Гильберта — Хуанга включает в себя два основных этапа: эмпирическую модовую декомпозицию (Empirical Mode Decomposition — EMD) и Гильбертов спектральный анализ (HSA) [20].

EMD — метод разложения сигналов на функции, которые получили название «эмпирических мод». Эмпирическая мода, или внутреннее колебание (intrinsic mode functions, IMF), представляет собой колебательный режим, у которого амплитуды и частоты могут быть переменными, как функции времени. IMF обладает следующими свойствами:

1. Количество экстремумов функции (максимумов и минимумов) и количество пересечений нуля не должны отличаться более чем на единицу.
2. В любой точке функции среднее значение огибающих, определенных локальными максимумами и локальными минимумами, должно быть нулевым.

Опишем метод более подробно. Пусть имеется произвольный временной ряд $x(t)$. Для модовой декомпозиции исходного временного ряда последовательно вычисляются функции эмпирических мод — $b_j(t)$ и остатков — $r_j(t)$:

$$r_j(t) = r_{j-1}(t) - b_j(t),$$

где $j = 1, 2, 3, \dots, n$ при $r_0 = x(t)$.

Результатом разложения будет представление временного ряда в виде суммы модовых функций и конечного остатка:

$$x(t) = b_n(t) + r_n(t),$$

где n — количество эмпирических мод, которое устанавливается в ходе вычислений.

Ниже описана методика, по которой любую функцию и любой произвольный временной ряд можно разделить на семейство функций IMF.

Находим в сигнале $x(t)$ все локальные экстремумы процесса. Представляем верхнюю и нижнюю огибающие процесса в виде сплайна. Так как для построения сплайнов обычно используют полиномы нечетных степеней, а исследуемые в логистических системах данные — это, как правило, дискретные величины, то по локальным экстремумам допустимо строить интерполяционный сплайн первого порядка (этим задачи логистики отличаются от задач электротехники и электроэнергетики, в которых оперируют кубическими сплайнами или рядами Фурье). Соответственно, по максимумам U и минимумам L , огибающим функцию $x(t)$, определяем функцию средних значений $m_1(t)$. Разность между сигналом $x(t)$ и функцией $m_1(t)$ принимаем за первое приближение к первой функции IMF, компоненту операции отсеивания (Sifting) — функцию $h_1(t)$:

$$h_1(t) = x(t) - m_1(t).$$

Повторяем операции 1 и 2, принимая вместо $x(t)$ функцию $h_1(t)$, и находим второе приближение к функции IMF — компоненту отсеивания $h_2(t)$. И так далее — при всех k :

$$h_k(t) = h_{k-1}(t) - m_k(t).$$

В качестве критерия останова вычислений используем нормализованную квадратичную разность между двумя последовательными операциями отсеивания с останом по значению 0,001. Последнее значение $h_k(t)$ итераций принимается за наиболее высокочастотную функцию $b_1(t) = h_k(t)$ семейства IMFs, которая непосредственно входит в состав исходного сигнала $x(t)$. Это позволяет вычистить $C_1(t)$ из состава сигнала и оставить в нем более низкочастотные составляющие:

$$r_1(t) = x(t) - b_1(t).$$

Функция $r_1(t)$ обрабатывается как новые данные по аналогичной методике отсеивания с нахождением второй функции семейства IMF — $b_2(t)$, после чего процесс продолжается:

$$r_2(t) = r_1(t) - b_2(t).$$

В конечном итоге достигается декомпозиция данных:

$$x(t) = \sum_{k=1}^n b_k(t) + r_n(t).$$

Процесс может быть остановлен по следующим критериям:

1. Компонент $b_n(t)$ или остаток $r_n(t)$ во всем интервале задания сигнала становятся несущественными по своим значениям или мощности по сравнению с сигналом.
2. Остаток $r_n(t)$ становится монотонной функцией, из которой больше не может быть извлечено функций IMFs.

Поскольку, как ранее уже отмечалось, при описании материальных потоков в логистике чаще используются дискретные величины, то для характеристики детерминированной составляющей исследуемого процесса удобно использовать полученный на основании остатка тренд, а при отсутствии такового — среднее значение. В качестве иллюстрирующего примера рассмотрим временной ряд прибытия вагонов на грузовую станцию общего пользования (с соответствующей нормировкой), который рассматривался ранее в работах [21, 22].

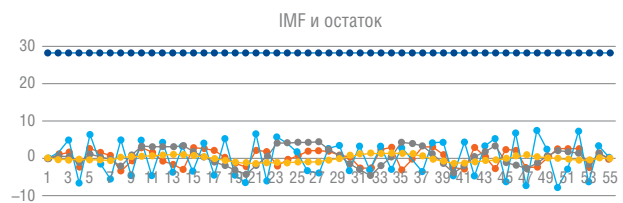


Рис. 3. Функции IMF временного ряда и среднее значение на основании остатка:
— c_1 ; — c_2 ; — c_3 ; — c_4 ; — среднее

Очевидно (рис. 3), что расчеты остановлены на четвертой итерации. Функция $r_n(t) = r_4(t)$ не является монотонной, однако ее влияние можно считать несущественным.

Гильбертов спектральный анализ (HSA) базируется на построении Гильбертова спектра (Hilbert Spectrum, HS):

$$H(\omega, t) = \text{Re} \sum_{k=1}^n a_k(t) \exp \left(i \int_0^t \omega_i(\tau) d\tau \right),$$

где Re — действительная часть комплексного числа, $a_k(t)$, $\omega_k(t)$ — амплитуда и мгновенная частота соответствующей компоненты. Отметим, что они являются функциями от времени. Комбинация EMD и HS была названа Н. Хуангом преобразованием Гильберта — Хуанга (ННТ).

Далее на основе методов искусственного интеллекта с использованием полученного спектрального разложения формируется компьютерная модель, которая обучается прогнозированию на заданный интервал времени. Подробное описание данной модели — предмет отдельного исследования.

Изложенный выше подход позволяет с высокой точностью прогнозировать материальные потоки в транспортно-логистических системах.

Оценка распространения загрязнений

На основе подхода, представленного в [23–26], авторы предлагают следующий способ количественной оценки загрязняющего влияния элементов транспортной сети на окружающую среду.

Пусть в рассматриваемой области имеются источники загрязнений A_i , уровни выбросов которых известны и прямо пропорциональны мощности проходящих через них материальных потоков. Также известна функция $\rho(x, y)$, характеризующая скорость распространения загрязнений в зависимости от географических факторов (например, рельефа местности, розы ветров, скорости рассеивания и т. д.).

Тогда, следуя [23], для каждой точки M области можно определить минимальное время достижения загрязняющих выбросов из каждого источника.

$$T_{MA_i} = \min_{\Gamma} \int_{\Gamma} \frac{d\Gamma}{\rho(x, y)},$$

где $\Gamma \in G(A_i, M)$ — множество всех непрерывных, соединяющих точки A_i и M .

Далее, зная величину T_{MA_i} , для оценки концентрации можно воспользоваться нестационарной Гауссовой моделью распространения примесей без учета отражения от поверхности Земли:

$$C_i(x, y, t) = \frac{Q_i}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y} e^{-\frac{(x-x_i-u_x t/T_{MA_i})^2}{2\sigma_x^2} - \frac{(y-y_i-u_y t/T_{MA_i})^2}{2\sigma_y^2}},$$

где $C_i(x, y, t)$ — концентрация загрязняющего вещества в точке с координатами в момент времени t ; Q_i — мощность непрерывного точечного источника загрязнения; $u_x = u_x(x, y)$, $u_y = u_y(x, y)$ — компоненты вектора скорости ветра; t — время; σ_x, σ_y — горизонтальные дисперсии, не зависящие от номера источника; x_i, y_i — координаты точечного источника загрязнения.

В этом случае суммарная концентрация загрязняющих веществ определяется как

$$C(x, y, t) = \sum_i C_i(x, y, t).$$

На рис. 4 представлен пример распределения загрязняющих веществ в местности с преобладающим северо-восточным ветром от точечного источника с координатами $(0, 0)$. Концентрация уменьшается от темного к светлому.

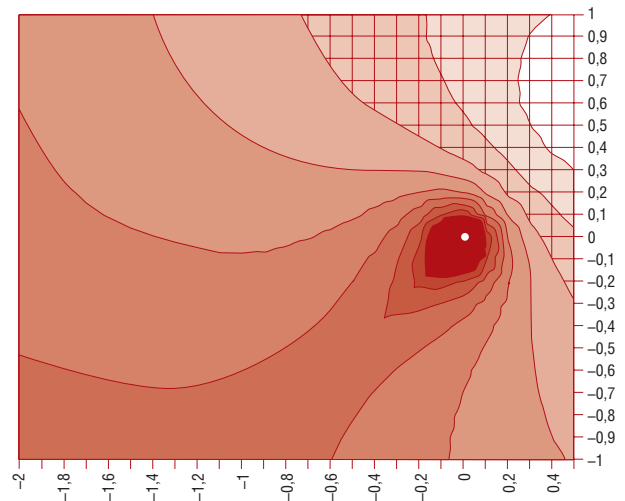


Рис. 4. Распределение концентрации загрязняющих веществ

Заключение

В настоящей статье на основе комплексного анализа теории и практики функционирования современных транспортно-логистических систем показана необходимость учета при их проектировании и эксплуатации принципов «зеленой» логистики.

Анализ научной литературы позволил авторам статьи разработать классификационную схему экологических факторов, которые появляются в результате деятельности транспортного комплекса, и предложить подход к качественной и количественной оценкам экоэффективности транспорта. В частности, отмечено, что негативное влияние транспортной отрасли на окружающую среду прямо пропорционально проходящим материальным потокам. В этой связи особую актуальность приобретает разработка технологии прогнозирования последних. Предложен метод прогнозирования материальных потоков по временным рядам, основанный на преобразовании Гильберта — Хуанга, поскольку данный подход позволяет учитывать как детерминированные, так и стохастические факторы, одновременное влияние которых характерно для изучаемых систем.

Разработана технология количественной оценки экологических последствий размещения логистических

объектов на основе авторского метода конструирования функции среды, оптико-геометрического подхода и нестационарной модели Гаусса, позволяющая оценивать концентрацию загрязняющих веществ в различные моменты времени. В дальнейшем предполагается

распространить предложенный подход на случай протяженных источников загрязнений. **ИТ**

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проекты № 14-07-00222, 13-06-00653.

Список литературы

1. Baumann H., Boons F., Bragd A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives // *Journal of Cleaner Production*. — 2002. — V. 10. — P. 409–425.
2. Abukhader S. M., Jönson G. Logistics and the environment: is it an established subject? // *International Journal of Logistics: Research and Applications*. — 2004. — V. 7. — P. 137–149.
3. Григорьев В. А., Огородников И. А. Экологическое домостроение: проблемы градостроительства в мире, России, Сибири // *Аналитический обзор. Сер. «Экология»*. — Вып. 63. — Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2001. — 152 с.
4. Кошкаров В. Е., Неволин Д. Г., Кошкаров Вас. Е. Разработка технологии обеспыливания карьерных автодорог на основе битумно-полимерных материалов // *Инновационный транспорт*. — 2015. — № 2 (16). — С. 65–71. — ISSN 2311–164X.
5. Zhuravskaya M., Tarasyan V. Forming of the regional core transport network taking into account the allocation of alternative energy sources based on artificial intelligence methods // *Transport problems*. — Vol. 9, I. 4. — 2014. — P. 121–130.
6. Environmental performance as an operations objective // *International Journal of Operations & Production Management*. — 2001. — V. 21. — P. 1553–1572.
7. Angheluta A., Costea C. Sustainable go-green logistics solutions for Istanbul metropolis // *Transport problems*. — 2011. — V. 6, Iss. 2. — P. 59–67.
8. Воронков А. Н., Точков А. Г., Вакуленко Р. Я. Направления применения «зеленых» технологий в логистике // *Вестник СамГУПС*. — 2012. — № 2. — С. 62–69.
9. Кизим А., Кабертай Д. Современные тренды «зеленой» логистики в условиях глобализации // *Логистика*. — 2013. — № 1. — С. 46–49.
10. Журавская М. А. «Зеленая» логистика — стратегия успеха в развитии современного транспорта // *Вестник УрГУПС*. — 2015. — № 1 (25). — С. 38–48.
11. Litman T. Well Measured: Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute. 2015 [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.vtpi.org/wellmeas.pdf> (дата обращения: 29.11.2015).
12. Elkington J. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone. Oxford, 1997. — 402 p.
13. Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment // *Official Journal of the European Union L 26*. 28 January 2012. — P. 1–21.
14. Koliński A. The role of production efficiency regarding ecological aspects // *Eco Production and Logistics / Golinska P. (ed.)*. — 2013. — Springer. — P. 93–102.
15. Плотникова Л. В. Особенности расчета экологического ущерба на высокоурбанизированных территориях // *Экономика природопользования*. — 2008. — № 4. — С. 61–78.
16. Мартынов А. С. Экологическая эффективность предприятий России и Казахстана: сравнительный анализ // *Евразийская экономическая интеграция*. — 2010. — № 3 (8). — С. 33–56.
17. Мифтяхетдинов И. Эффективность функционирования международных логистических систем // *Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция*. — 2010. — № 1. — С. 38–42.
18. Казаков А. Л., Петров М. Б., Маслов А. М. Особенности формирования грузо- и вагонопотоков в региональной транспортной системе // *Экономика региона*. — 2011. — № 3. — С. 184–193.
19. Huang N. E., Shen Z., Long S. R. et al. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis // *Proc. R. SOC. — London, Ser. A*, 1998. — No. 454. — P. 903–995.
20. Сидоров Д. Н. Методы анализа интегральных динамических моделей: теория и приложения. — Иркутск: Издательство ИГУ, 2013. — 293 с.
21. The Hilbert-Huang transform and its applications / Norden E. Huang, Samuel S. P. Shen. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 5 Toh Tuck. Link, Singapore 596224.
22. Казаков А. Л., Маслов А. М. Моделирование входящего транспортного потока на грузовую станцию с учетом его суточной неравномерности // *Транспорт Урала*. — 2008. — № 2. — С. 65–71. — ISSN 1815–9400.
23. Казаков А. Л., Маслов А. М. Построение модели неравномерного транспортного потока на примере железнодорожной грузовой станции // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. — 2009. — № 3. — С. 27–32.
24. Казаков А. Л., Лемперт А. А. Об одном подходе к решению задач оптимизации, возникающих в транспортной логистике // *Автоматика и телемеханика*. — 2011. — № 7. — С. 50–57.
25. Лемперт А. А., Казаков А. Л., Бухаров Д. С. Математическая модель и программная система для решения задачи размещения логистических объектов // *Управление большими системами: сборник трудов*. — 2013. — № 41. — С. 270–284.
26. Журавская М. А., Лемперт А. А., Смородинцева Е. Е. О математическом инструментарии для поддержки принятия решений в логистических системах различных уровней // *Инновационный транспорт*. — Екатеринбург, 2012. — № 5 (6). — С. 20–23. — ISSN 2311–164X.



Сергей Валерьевич Фирстов
Sergey V. Firstov



Валерий Михайлович Самуйлов
Valeriy M. Samuylov



Людмила Вячеславовна Гашкова
Lyudmila V. Gashkova

От бизнес-стратегии к ИТ-решениям для транспортной логистики

From business strategy to IT solutions for transport logistics

Аннотация

Статья посвящена развитию и использованию информационных технологий для решения проблем транспортной логистики. Транспортировка является ключевой логистической функцией, связанной с перемещением материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции в транспортных средствах по определенной технологии. Бизнес-стратегия развития объединенной транспортно-логистической компании (ОТЛК), как одного из самых перспективных проектов ОАО «РЖД» в области логистики, определяет настоящие и будущие виды деятельности, типы и объемы выпускаемой продукции, сегменты рынка, в которых работает компания, организационную и территориальную структуру компании и ИТ-стратегию как инструмент развития бизнеса компании.

Ключевые слова: транспортная логистика, бизнес-стратегия, транспортно-логистический центр, информационные технологии, мультимодальные перевозки, логистический сервис.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-38-45

Авторы Authors

Сергей Валерьевич Фирстов, канд. техн. наук, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), старший консультант First National Consulting Group, Екатеринбург | **Валерий Михайлович Самуйлов**, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **Людмила Вячеславовна Гашкова**, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Sergey Valeryevich Firstov, PhD in Engineering, Associate Professor, World Economy and Logistics Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Valeriy Mikhaylovich Samuylov**, DSc in Engineering, Full Member of the RAT, Professor, World Economy and Logistics Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | **Lyudmila Vyacheslavovna Gashkova**, Associate Professor, World Economy and Logistics Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Summary

The article is dedicated to the development and use of information technology to address transport logistics issues. Transportation is a key logistics functions associated with the transfer of material resources, work in progress, finished goods in vehicles using to a particular technology. Business development strategy of Integrated Transport and Logistics Company (OTLK), one of the most promising logistics projects of Russian Railways JSC, defines the present and future activities, the types and amounts of products, market segments in which the company operates, organizational and territorial structure of the company and IT strategy as a tool for business development.

Keywords: transport logistics, business strategy, transport and logistics center, information technologies, multimodal transport, logistics services.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-38-45

В настоящее время во всем мире все большую популярность приобретает новое научно-практическое направление — логистика. В связи со вступлением России в ВТО особым спросом будет пользоваться логистический сервис, призванный на качественно новом уровне решить проблему экономических и транспортных связей между производителями и потребителями продукции. На сегодняшний день бизнес ОАО «РЖД» сконцентрирован в большей степени на территории России и предлагает различные транспортно-логистические услуги. При этом основной процент выручки регулируется государством и формируется за счет услуги базовой перевозки. Это создает две проблемы. Во-первых, ограничивается доходность, а во-вторых, ухудшается понимание потребностей клиента.

В табл. 1 показан аналитический обзор объемов рынка транспортно-логистических услуг в России и за рубежом, проведенный компанией РБК.

Таблица 1

Показатели развития рынка логистических услуг*

Рынок	Размер транспортно-логистического рынка (в % от ВВП)	Доля логистического аутсорсинга в ВВП (%)	Доля логистического аутсорсинга в транспортно-логистическом рынке (%)	Доля логистических издержек в ВВП (%)
США	7,3	5,9	81,3	8,5
Европа	7,4	4,8	64,6	9,2
Китай	14,7	7,2	49,0	18,0
Россия**	15,3	4,9	32,4**	19,0
Мировая экономика	9,7	5,5	56,3	10,9

*Рассчитано по [1].

**Включены услуги по транспортированию нефти и газа по трубопроводам.

В России объем рынка транспортно-логистических услуг составляет 15,3% от ВВП, без транспортировки нефти и газа, его размер составит 3,1% от уровня ВВП. Доля логистического аутсорсинга в общем объеме услуг транспортно-логистического рынка — только 32,4%, следовательно, основная часть услуг в сфере логистики (67,6%) выполняется собственными силами компаний-товаропроизводителей, отсюда высокие логистические затраты, что, безусловно, сдерживает динамику экономического развития. Доля аутсорсинга в общей структуре логистических затрат составляет в России около 20%, в то время как средний показатель для стран с развитым логистическим рынком составляет 40–45% [1].

В табл. 2 показана выдержка из отчета Всемирного банка. Россия по уровню развития логистики находится на 95-й позиции в мире, и без решения транспортных проблем потенциал роста экономики страны по этой причине имеет значительные ограничения.

Таблица 2

Место России в мировом рейтинге транспортно-логистических услуг

Наименование показателя	Величина для РФ	Место в мировом рейтинге (из 155 рассмотренных стран)
Итоговый логистический индекс (LPI)	2,41	95
Системы прозрачности и контроля		79
Качество логистики и компетенций		92
Своевременность доставки		94
Инфраструктура		97
Международные отгрузки		107

В сравнении со странами БРИК Россия имеет высокий уровень логистических издержек — 19% от объема ВВП, в Бразилии — 11%, Индии — 13%, Китае — 18%.

С целью выхода из создавшегося положения была разработана бизнес-стратегия развития холдинга «РЖД» до 2030 года.

Бизнес-стратегия — это четкое определение областей бизнеса, в которых компания стремится достичь конкурентного преимущества, стать максимально привлекательной для клиентов и получить максимум прибыли.

Помимо определения целей бизнес-стратегия предполагает согласованные и взаимосвязанные принципы и методы функционирования и адаптации компании к среде, а также механизмы взаимодействия разных организационных элементов [2].

В «Стратегии развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года», утвержденной Правительством РФ от 17.06.2008 г. за № 877-р [3], заявлены три стратегических направления развития логистического бизнеса:

1. Формирование инфраструктурных возможностей для оказания комплекса логистических услуг высокого уровня качества, что потребует создания системы современных терминально-логистических комплексов по всей сети российских железных дорог.

2. Строительство новых и оптимизация существующих терминально-складских активов ОАО «РЖД», а также организация предоставления на их базе услуг, необходимых широкому кругу клиентов.

3. Создание дополнительного взаимодействия с пользователями транспортных услуг посредством развития контрактной логистики и выхода ОАО «РЖД» на рынок комплексных клиентоориентированных логистических услуг.

По логистическому бизнес-блоку требуется достичь к 2030 году следующих целей:

- войти в ТОП-5 компаний Европы по объему логистического бизнеса, увеличить долю транспортно-логистических услуг в портфеле бизнеса холдинга до 25 %;
- обеспечить эффективное обслуживание глобальных цепочек поставок крупнейших российских и международных клиентов, расширить логистический бизнес на евро-азиатском пространстве.

На сегодняшний день утверждена «Концепция создания терминально-логистических центров и развития контейнерных перевозок на территории РФ» [4], предусматривающая организацию сети объектов трех классов: железнодорожных портов, терминально-логистических центров и сателлитов в ключевых точках железнодорожной сети ОАО «РЖД».

Проекты по формированию сети терминально-логистических центров (ТЛЦ) и мультимодальных терминально-складских комплексов на территории России, направленные на работу с грузобагажом в центрах зарождения и распределения потоков (Новосибирск, Екатеринбург, Владивосток, Москва и др.), позволят снять существующие ограничения логистики мелких партий грузов.

В рамках концепции предполагается два этапа строительства объектов и их введения в эксплуатацию. В первую очередь планируется создать опорную сеть, состоящую из десяти системообразующих ТЛЦ, расположенных в точках зарождения и погашения грузопотоков на территории России, а также сформировать транспортную и информационную инфраструктуру, необходимую для функционирования будущей сети ТЛЦ. Это позволит оптимизировать затраты клиентов, уменьшив их на 20–30 %, а также создаст основу для оказания высокодоходных услуг по терминально-складскому обслуживанию (номенклатурная сортировка, упаковка, ответственное хранение и т. д.).

Часть проектов по расширению деятельности в дерегулируемых сегментах транспортно-логистического рынка уже реализована:

- в 2010 году создано дочернее ОАО «РЖД-Логистика» и терминально-логистический центр «Белый Раст»;
- в 2012 году приобретены 75 % акций одной из крупнейших логистических компаний Европы — GEFCO;
- в 2013 году создано совместное предприятие «Объединенная транспортно-логистическая компания» (ОТЛК).

Развитие железнодорожной инфраструктуры в Восточной Европе и Монголии, приобретение компании GEFCO с целью освоения передового опыта одной из крупных логистических компаний Европы позволит внедрять перспективные товаро-транспортные технологии доставки грузов от отправителя до потребителя в мультимодальном варианте, отвечающем лучшим мировым аналогам. Мировой опыт доказывает, что такие проекты обеспечивают снижение транспортных издержек грузовладельцев в 2,5 раза, простоев вагонов под грузовыми операциями в 4 раза, потерю и порчу грузов в 10 раз, себестоимость переработки грузов в 2,5 раза, а также повышение производительности автотранспортных средств и рабочих в 2 раза, что повышает рентабельность автотранспортных систем [5].

Создание ОТЛК является реальным бизнес-проектом в осуществлении процессов интеграции в ЕЭП, направленным на объединение инфраструктурных отраслей, дающим возможность создать платформу для внедрения других интеграционных проектов. В табл. 3 показан прогноз развития рынка контейнерных перевозок, выполненный компанией Boston Consulting Group.

Таблица 3

Прогноз рынка контейнерных перевозок

Прогнозные параметры к 2020 г.	Ед. измерения	Величина
Объем перевозок	TEU	4 млн
Рынок контейнерных перевозок Китай — ЕС	%	61
Транзит Китай — ЕС	%	22,8
Транзит Китай — Средняя Азия	%	15,5
Импорт	%	13,3
Экспорт	%	15,5
Внутренние перевозки	%	32,9
Выручка ОТЛК	млрд долларов	5,8
Чистая прибыль	млрд долларов	0,9

Сейчас 20 млн TEU идет между Европой и Азией, но только максимум 30 тысяч — по железной дороге из Китая в Европу и обратно. Здесь огромные перспективы для экспедиторских компаний в Китае, странах ЕЭП и Европы, которые получают новый инструмент доставки грузов с целым рядом преимуществ, таких как скорость,

ритмичность, сохранность, единая тарифная политика под контролем компании интегратора [5].

ОТЛК — это холдинговая структура, которая станет одним из операторов контейнерных сервисов международного уровня на транзите Европа — Китай. В проектном офисе ОТЛК разрабатывают операционную модель по всему маршруту Китай — Европа [6]. Планируется централизованно заниматься координацией деятельности с таможенными органами трех государств по принципу одного окна. Основной упор будет сделан на совершенствовании технологического взаимодействия с предварительным информированием и декларированием грузов, с широким применением перевозок по единой накладной ЦИМ–СМГС и других инструментов [7].

Проект создания ОТЛК решает задачу развития ОАО «РЖД» от компании перевозчика до 4PL-компания-интегратора. На рис. 1 предложены новые бизнес-модели железнодорожных перевозок, выполненные консалтинговой компанией FNC [15].

Термин 4PL был введен компанией Accenture (ранее Anderson Consulting) в 1990-х гг. В отличие от 3PL-провайдеров, имеющих большой спектр услуг тактической направленности, на уровне 4PL делается акцент на анализе и реинжиниринге бизнес-процессов в компаниях-клиентах и внедрении технологий в интересах всей цепи поставок. 4PL-решения носят стратегический характер, а услуги имеют возможности и технологии собственной организации и других предприятий для проектирования, создания и поддержки комплексных решений по управлению цепями поставок [10].

Проект ОТЛК — это не проект одного логистического маршрута, это основа создаваемого транспортного

коридора, в рамках которого будут действовать единые технологические стандарты, понятная система долгосрочного тарифообразования, стандартизированные таможенные процедуры и другие сервисы, связанные в единую IT-систему управления.

Бизнес-стратегия развития ОТЛК как одного из самых перспективных проектов ОАО «РЖД» в области логистики определяет настоящие и будущие виды деятельности, типы и объемы выпускаемой продукции, сегменты рынка, на которых работает компания, организационную и территориальную структуру компании и IT-стратегию как инструмент развития бизнеса компании.

Построение IT-стратегии ОТЛК и ее дальнейшая реализация с использованием бенчмаркинга или на основе аналитических исследований и прогнозных моделей с участием ГВЦ и других участников рынка должны строиться на основе синергетического подхода.

Если исходить из лучшего мирового опыта, то бизнес-процессы ОТЛК должны объединить представителей разных подразделений и компаний единой целью. Сделать это можно, внедрив матричную структуру управления и создав межфункциональные группы по управлению процессами. Следует обеспечить необходимое качество коммуникаций внутри компании для управления результативностью всех внутренних процессов и взаимодействия с внешней средой; организовать мощную информационную поддержку проекту, создав клиентский портал для участников ТЛЦ, например, с помощью программных продуктов компании TransLogix — модулей Integrated Sapphire Transport и Logistics Management Suite [13].

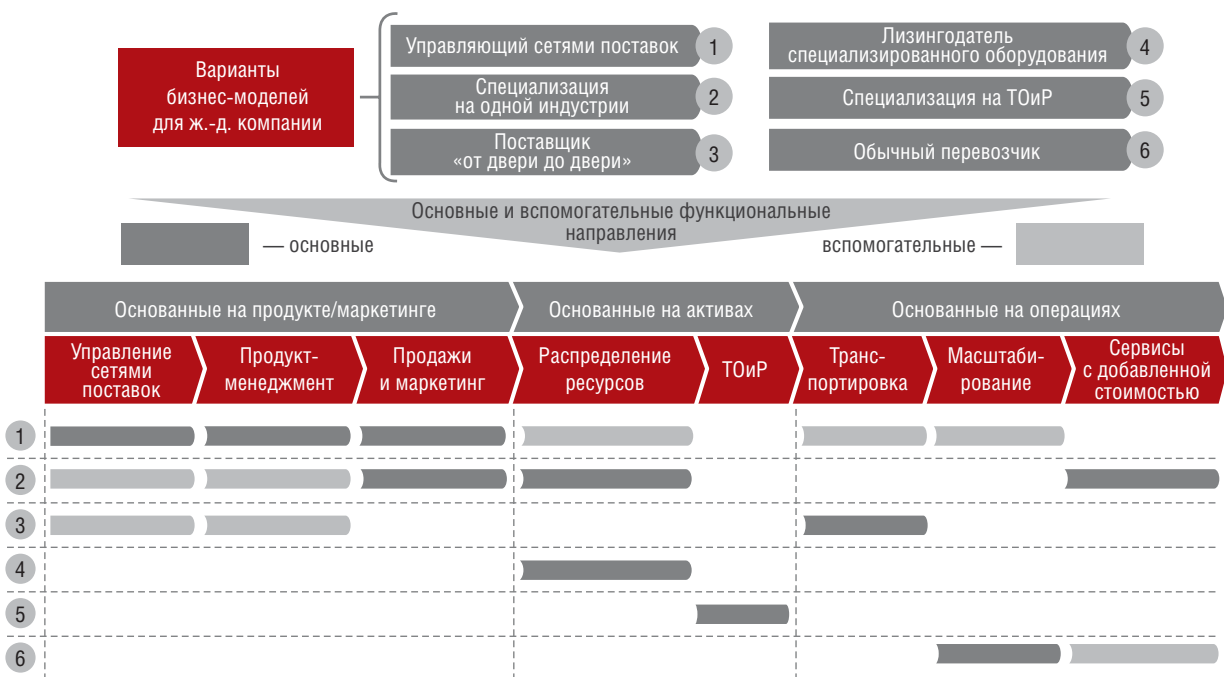


Рис. 1. Бизнес-модели железнодорожных перевозок

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

Модуль Sapphire Customer Web Portal предоставляет своим клиентам услугу по использованию клиентского web-портала, где клиенты могут самостоятельно просматривать котировки, доказательства поставки, накладные, отчеты; размещать заказы и информацию о вакансиях; отслеживать состояние заказов, уровень остатка на счетах, уровень запасов и их передвижение; распечатывать счета-фактуры, отчеты и другие документы.

Модуль Document Imaging можно использовать для упрощения документооборота там, где требуется избежать проблем, связанных с необходимостью обрабатывать огромное количество бумажной документации:

- все бумаги сканируются и переводятся в электронную форму;
- база данных автоматически сохраняет эти записи с соответствующей информацией о транзакции;
- как только изображение сохранено, оно проходит через информационные системы организации, обновляя все соответствующие модули, включая транспортные операции и счета;
- все сохраненные документы доступны клиентам для самостоятельного просмотра на web-портале, кроме того, их легко найти благодаря записи о совершенной транзакции [13].

Данная операция позволяет значительно сократить время реагирования на запросы клиентов и повысить качество обслуживания, а также снизить финансовые затраты (на содержание архивов и пересылку копий документов) и потери времени (при порче и утере бумаг и долгом поиске в архивах).

Аналогичные решения, основанные на электронном обмене данными (EDI), предлагаются в области транспортировки, складирования, составления расписаний, распределения топлива, работы со счетами, заказами, персоналом и т. д. [9].

Несмотря на кризисные явления в мировой экономике, наблюдается устойчивая тенденция увеличения спроса на услуги комплексной логистики, управленческой логистики, обеспечивающей сложные логистические взаимодействия. Этот спрос продуцируется на новые продукты, технологии, бизнесы и новые рынки, за счет чего формируется потенциал долгосрочного экономического роста.

Логистика становится технологией, которая интегрирует не только отдельные корпоративные функции по доставке продукта, но и объединяет целые корпорации в единый бизнес-процесс. За счет взаимодополнений и взаимозамещений отдельных звеньев логистические взаимодействия усложняются, их конфигурация становится динамичной, что предъявляет новые требования к стратегическому управлению и стратегическому взаимодействию между фирмами. В этой системе логистика не только глобальная цепочка поставок, но прежде всего — глобальная цепочка создания дополнительных ценностей [8].

Анализируя тенденции трансформации ведущих грузооператоров в Европе (рис. 2), можно сделать вывод, что железнодорожные компании консолидируют в свой бизнес большинство ведущих транспортно-логистических компаний [15].

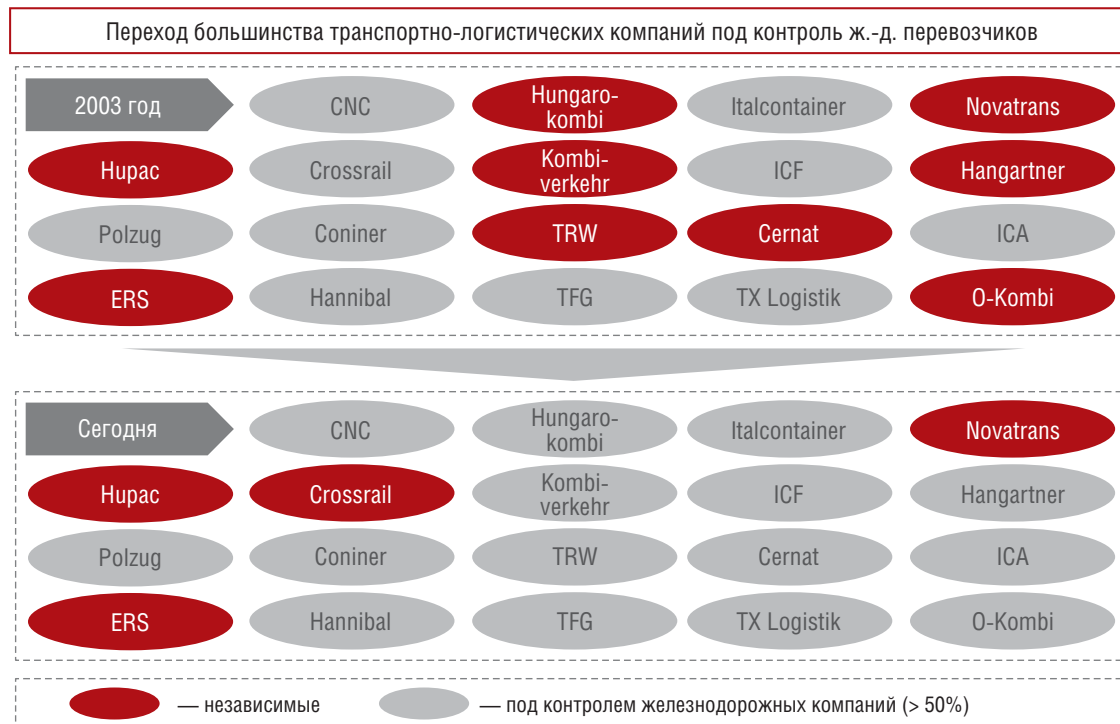


Рис. 2. Тенденции консолидации бизнеса грузооператоров в Европе

На волне консолидации рынка логистических услуг во всем мире происходит объединение крупнейших транспортных компаний ЕС, СНГ и ЕЭП за счет кооперации равноправных независимых участников транспортно-логистических цепочек (ТЛЦ) в транспортные альянсы, объединения международных 3PL-компаний путем слияний и поглощений, органического роста крупных российских 3PL-операторов, кооперации и партнерства предприятий малого и среднего бизнеса.

В результате объединения средних и малых экспедиторских и логистических компаний России и СНГ с международными экспедиторскими организациями формируются платформы, позволяющие участникам альянсов конкурировать с глобальными международными транспортными корпорациями в борьбе за клиентов [11].

Работа в рамках альянса обеспечивает дополнительные гарантии для ведения бизнеса:

- получение услуг по себестоимости, возможность участвовать в ценообразовании и регулировании цены для клиента самостоятельно;
- отсрочки платежа от участников альянса;
- система клиринга взаимных обязательств между членами альянса в России и других странах;
- двусторонние гарантии оплаты с помощью единого центра расчетов в Европе;
- страхование предпринимательских и финансовых рисков кооперации в международных страховых группах и др.

В результате логистические компании получают возможность прямого контакта непосредственно с исполнителем за рубежом; возможность работы с проверенными контрагентами, входящими в единую международную ассоциацию; возможность заключения с перевозчиками глобальных сервисных соглашений; нейтральность по отношению к клиентам участников альянса со стороны партнеров; использование единых стандартов работы.

Приведенный на рис. 3 анализ важности характеристик перевозок в зависимости от типа клиентов свидетельствует о том, что клиенту, помимо ценовых, сервисных, скоростных услуг, очень важен быстрый доступ к информации.

В перспективе появится межкорпоративная бизнес-модель, основным принципом которой будет «доступ к ресурсам, а не владение ими». Ключевыми характеристиками этой модели управления являются глобальные поставки, логистика и коммуникационные сети [11]. Благодаря интернет-технологиям границы участников ТЛЦ становятся прозрачными и динамичными: процессы разработки, планирования, прогнозирования продукции и множество других видов деятельности объединяются в разных по характеру компаниях, становятся межкорпоративными. Взаимодействие в режиме онлайн позволяет всем участникам этой кооперации обмениваться информацией, осуществлять действенный мониторинг процесса создания потребительской ценности.

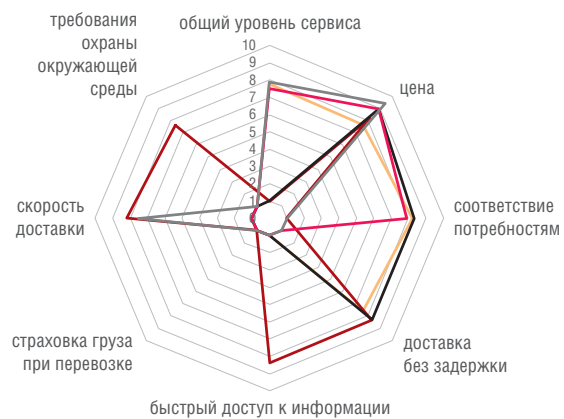


Рис. 3. Важность характеристик перевозок для клиентов:

- производитель;
- логистическая компания;
- порт/грузовой терминал;
- действующий клиент;
- не клиент

Современные технологии в области развития сетей передачи данных, СУБД и интеллектуального программного обеспечения в совокупности с развитием аутсорсинга и стратегических партнерств среди ведущих транснациональных компаний привели к появлению в середине 2000-х гг. нового уровня логистического аутсорсинга — 5PL (Fifth Party Logistics). Деятельность 5PL-провайдеров обеспечивается поддержкой современных сетевых компьютерных технологий и направлена на стратегическое управление цепями поставок в рамках единого информационного пространства участников ТЛЦ. Лидером такого подхода можно считать новозеландскую компанию Contract Warehousing New Zealand Limited, которая в своем бизнесе нацелена на крупные компании, чьи цепи поставок представляют большую сложность в управлении. 5PL-провайдер стремится превратить цепи поставок своих клиентов в ИТ-управляемые системы связи между поставщиками и покупателями.

В связи с планами ОАО «РЖД» по развитию транспортно-логистического бизнеса можно ожидать развития ИТ-систем в этом направлении, что потребует от ГВЦ ОАО «РЖД» новых услуг и соответствующих компетенций, так как пока использование современных информационно-логистических систем носит фрагментарный характер.

За годы реформ были созданы новые вертикали управления по всем хозяйствам холдинга ОАО «РЖД», при этом внедрены или значительно модернизированы в рамках всей сети железных дорог такие крупные информационные системы, как АСУФР, АСУТР, ЭТРАН, АСУГП, АСУПП, АСУТ, АСУВ, СИРИУС и др.

В настоящее время специалисты ГВЦ ОАО «РЖД» обслуживают более 700 различных автоматизированных информационных систем. В филиале работают более 10 000 сотрудников, территориальный охват простирается от Калининграда до Сахалина, его услугами

пользуются все структурные подразделения ОАО «РЖД», дочерние зависимые общества (далее ДЗО), партнеры и клиенты холдинга «РЖД», в общей сложности свыше 10 000 контрагентов. Сейчас каталог ИТ-услуг ГВЦ ОАО «РЖД» включает в себя 78 услуг, обеспечивающих автоматизацию основных бизнес-процессов компании.

ГВЦ ОАО «РЖД» преимущественно подвержен влиянию двух отраслей: транспортно-логистической и информационно-технологической. Именно изменения в данных отраслях формируют те вызовы, с которыми в первую очередь сталкивается филиал в процессе работы, они же создают возможности для реализации большего потенциала.

Развитие направления транспортной логистики в ОАО «РЖД» приведет к необходимости развития новых направлений в сфере ИТ-услуг ГВЦ ОАО «РЖД», что позволит получить новые компетенции, востребованные внешним рынком. Затягивание решения вопроса организации разработки и внедрения новых информационно-логистических услуг приведет к возникновению конкурентов для ГВЦ структур.

ИТ-стратегия ГВЦ ОАО «РЖД» конкретизирует положения общей стратегии развития компании, она содержит основные положения использования ИТ в бизнесе компании. Стратегический успех может быть достигнут за счет разных факторов, таких как ценовая конкуренция, диверсификация и специализация, лучшее качество, отличный сервис, инновации, лидерство, корпоративная культура и др.

Говоря о стратегии развития инфраструктуры ИТ в холдинге, можно выделить три ее основных типа, основанных на принятой системе управления: корпоративный, децентрализованный и централизованный. Есть множество аргументов как в пользу централизованной стратегии (управляемость, эффективность использования ПТК, оптимизация инвестиций, экономия эксплуатационных расходов, упрощенность администрирования, надежность, информационная безопасность), так и децентрализованной стратегии развития ИТ-инфраструктуры (обработка информации в месте получения, катастрофоустойчивость). Обычно в корпоративных системах для учетных операций используются распределенные системы, для анализа и управления — централизованные. Как правило, распределенные системы управления возникают стихийно, а централизованные — планомерно, с целью управления ИТ-ресурсами.

В ОАО «РЖД» созданы модели организационной структуры и целевой системы управления холдингом, которые учитывают требования рынка, государственных органов и необходимость решения социальных задач [16].

Процессы, происходящие в макроэкономике, диктуют свои условия развития, в том числе и российскому бизнесу. Глобализация мировой экономики, укрупнение большинства российских компаний и в то же время децентрализация бизнеса естественных монополий,

наблюдающиеся в последнее время, ведут к масштабной консолидации ИТ-инфраструктур.

В условиях рыночной конкуренции все предприятия, входящие в ОАО «РЖД», сталкиваются с необходимостью постоянного повышения эффективности собственного бизнеса. Большую роль в привлечении клиентов будет играть правильно построенная система ценообразования, с учетом оказания услуг 4PL-провайдера. На рис. 4 показана кривая конкурентоспособности железнодорожного транспорта в перспективных видах перевозки.

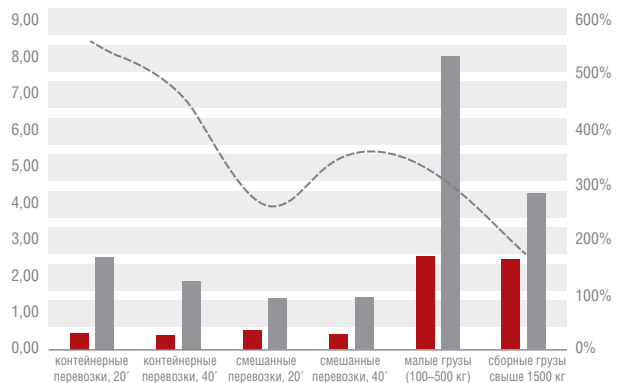


Рис. 4. Кривая конкурентоспособности железнодорожного транспорта:

■ — руб/км/т (ж/д); ■ — руб/км/т (авто); ---- инд. конк-ти

Расчет велся по формуле:

$$I_K = \frac{E_U}{E_U^*}$$

где E_U — конкурентоспособность предлагаемого варианта; E_U^* — показатель конкурентоспособности базового аналога.

Рассмотренные факторы ценообразования:

- Себестоимость железнодорожных перевозок ниже себестоимости автоперевозок.
- Жесткая тарификация для ОАО «РЖД».
- Рост спроса на сборные грузы.
- Рост цен на топливо приводит к большему повышению себестоимости автоперевозок по сравнению с железнодорожными перевозками.
- Себестоимость железнодорожных перевозок повышается для случаев смешанных перевозок (при осуществлении части перевозок другими видами транспорта).

Рассмотренные факторы качества сервиса:

- Время исполнения заказа.
- Точность исполнения заказа.
- Скорость оформления заказа.
- Гибкость графика погрузки-разгрузки.
- Время и стоимость формирования сборных грузов.
- Условия, требуемые для перевозки грузов 3-го класса.
- Возможность перевозки мелких грузов.

Согласно проведенным расчетам, индекс конкурентоспособности перевозки железнодорожным транспортом имеет достаточно большой диапазон и может варьироваться от 174 до 558 %, что позволяет построить адаптивную дифференцированную систему ценообразования транспортных услуг.

В настоящее время в Правительстве РФ рассматривается несколько вариантов создания целевой модели развития рынка транспортных услуг на железных дорогах страны, где учитываются вопросы дефицита инвестиционных ресурсов и конкуренции на транспорте. Основной целью создаваемых моделей должна стать возможность снижения совокупных транспортных издержек для экономики России [18].

С помощью специальных программных комплексов сценарного моделирования в НИАЦ ОАО «РЖД» регулярно проводится макроэкономический анализ долгосрочного развития страны, промышленности, транспортной системы, социально-экономический анализ России в целом, с тем чтобы выявить ситуации, приводящие к кризисам, и подготовить процедуры, связанные со снятием рисков в реализации проектов. Сценарные модели, оценивающие влияние макроэкономических факторов на развитие ОАО «РЖД», строятся для задач долгосрочного планирования с горизонтом 5, 10, 15 лет. Для этого все чаще используется системный подход в идентификации проблем бизнеса, поиске качественных решений при жестких финансовых и временных ограничениях. Преимущества системного подхода по сравнению с другими заключаются в возможности исследования динамического объекта как структурного образования. Какие же это преимущества?

1. Данные и информация при системном подходе собираются не случайным образом, а определяются системой моделей для принятия решений.

2. Вводится информационное описание системы с использованием синтеза знаний из различных источников.

3. Происходит переход от детерминированных моделей к использованию моделей с нечеткими целями и ограничениями (математический аппарат нечетких множеств).

4. Учитывается действие интегрального эффекта как основного свойства системы, что позволяет создавать высокоэффективные и экономичные проекты.

5. Определяются общие элементы в объектах и процессах различной природы.

Все вышеперечисленное создает объективную основу для исследования стратегических ориентиров развития бизнеса и на их основе — стратегий развития информационных технологий.

Выводы

1. Будущее логистического сервиса — за развитием информационных технологий. И это развитие подразумевает не просто технологическое усовершенствование существующих функций, а выработку на базе ИТ-решений принципиально новых видов услуг (автоматизация подбора маршрута, онлайн-отслеживание, клиентские блоки для интегрированных заказчиков и пр.).

2. Основные функции ИТ будут меняться от простого обеспечения работы единого информационного пространства компании к развитию ее сервисного уровня, что и станет основной функцией ИТ-секторов логистических провайдеров 4PL- и 5PL-уровней.

3. В динамично развивающейся компании, какой является ОАО «РЖД», процесс поддержки бизнеса со стороны ИТ-инфраструктуры носит эволюционный характер: от централизации информационных ресурсов, стандартизации их использования к децентрализации и снова к централизации в соответствии с жизненным циклом. **ИТ**

Список литературы

1. Аналитический обзор рынка транспортно-логистических услуг 2011–2012 гг. и прогноз до 2015 г. // RBK RES. — 7-е изд. — С. 32.
2. Зук К., Аллен Дж. Стратегии роста компании в эпоху нестабильности. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. — 192 с.
3. Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года: утв. Правительством РФ от 17.06.2008 г. № 877-р.
4. Концепция создания терминально-логистических центров и развития контейнерных перевозок на территории РФ.
5. REVIEW BCG RES. — 7-е изд. — 2013. — С. 9–15.
6. Доклад об итогах работы Федерального агентства железнодорожного транспорта в 2012 году [Электронный ресурс]. — URL: www.mintrans.ru/upload/iblock/be7/chepez.doc
7. Евразийский экономический союз. Вопросы и ответы. Цифры и факты. — М., 2014. — 216 с.
8. Мясникова Л. А. Логистика нового времени — СПб.: СПбГУЭФ, 2010. — 176 с.
9. Уотерс Дональд. Логистика. Управление цепью поставок. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 503 с.
10. Terminology in Logistics. Terms and Definitions // Glossary of Logistics Terms — European Logistics Association. — 2005.
11. Якунин В. И. Роль логистики в развитии железнодорожного транспорта России. Материалы презентации Центра международной логистики и управления цепями поставок в Санкт-Петербургском государственном университете (г. Санкт-Петербург, 17 марта 2010 года).
12. Унгвари Л., Гашкова Л. В., Самуйлов В. М. Модуль «Встроенное образование» на базе НОЦ «Транспортная логистика» // Инновационный транспорт. — 2014. — № 2 (12). — С. 74–78.
13. URL: <http://www.translogix.com.au>
14. URL: <http://www.pwc.ru/GlobalSupplyChainSurvey2013>
15. URL: <http://www.fnc-group.ru>
16. URL: <http://www.press.rzd>
17. URL: http://cargo.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5177
18. Системная интеграция: выход из тупика для российской логистики — ПМЭФ [Электронный ресурс]. — URL: m.forumspb.com/ru/2014/sections/30/materials/229/sessions/759



**Марат
Иванович
Глушко**
Marat I.
Glushko



**Александр
Николаевич
Антропов**
Aleksandr N.
Antropov



**Татьяна
Анатолевна
Антропова**
Tatiana A.
Antropova

Вагон и инновационная тележка

Railcar and innovative bogie

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы взаимодействия элементов рессорного комплекта и проведен анализ особенностей трехэлементной тележки. Приводятся инновационные предложения, направленные на совершенствование конструкции тележки с целью снижения изнашиваемости фрикционных поверхностей.

Ключевые слова: фрикционный клин, расчетная схема, надрессорная балка, узлы трения, гаситель колебаний.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-46-49

Summary

The article deals with the interaction of spring kit elements and analyses specific features of a three-piece bogie. Innovative proposals are offered aimed at improving the bogie design in order to reduce the wear of friction surfaces.

Keywords: friction wedge, structural design, bolster, friction units, damper.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-46-49

Авторы Authors

Марат Иванович Глушко, д-р техн. наук, Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: pto-v@bk.ru | **Александр Николаевич Антропов**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник Уральского отделения ВНИИЖТ, Екатеринбург; e-mail: antropovan@mail.ru | **Татьяна Анатольевна Антропова**, старший преподаватель кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: t-anthropova@mail.ru

Marat Ivanovich Glushko, DSc in Engineering, Professor, Electric Traction Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: pto-v@bk.ru | **Aleksandr Nikolaevich Antropov**, PhD in Engineering, Senior Researcher at VNIIZhT Ural Branch, Ekaterinburg; e-mail: antropovan@mail.ru | **Tatiana Anatolievna Antropova**, Senior Lecturer, Design and Operation of Automobiles Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: t-anthropova@mail.ru

При разработке типажа грузовых вагонов нового поколения значительное внимание уделяется разработке тележки улучшенной конструкции с усовершенствованной системой рессорного подвешивания с использованием безремонтных конструкций естественных пар трения в течение пробега до капитального ремонта, обеспечивающих увеличение межремонтных сроков службы трущихся деталей с 400–500 тыс. км до 1 млн км. Приведенные требования вполне логичны, поскольку, по словам вице-президента ОАО «РЖД», за основную часть нарушений безопасности движения ответственность лежит на вагонном комплексе, его доля в общем количестве составляет 85% [4].

Курс на совершенствование

Одна из важных задач состоит в том, чтобы уменьшить работу на износ основной фрикционной пары «колесо — рельс». Безусловно, активатором износа являются ходовые части подвижного состава, поэтому актуальной задачей является совершенствование ходовых частей, в первую очередь тележки грузового вагона. Отсюда определяются принципиальные требования к трехэлементной тележке — обеспечение всеми ее узлами межремонтного пробега не менее 1 млн км.

На основе трех элементов и предъявленных критериев был разработан типажный ряд инновационных тележек с повышенной осевой нагрузкой 25 тс (тележка модели 18-9800, тележка «Барбер» модели 18-9855) и 27 тс (тележка модели 18-9828). Ранее была разработана также тележка модели 18-578, инновационным элементом которой стали удивительные скользуны с несимметричным расположением упругой и катковой опор на наддрессорной балке. Невозможно найти объяснение такой конструкции при общей симметрии тележки. Также нет единого названия клинового узла — в источниках он называется по-разному: клиновый амортизатор [1], фрикционный гаситель колебаний [2], клиновый гаситель колебаний [3], фрикционный демпфер [5].

По уровню динамического воздействия вагоны нового поколения не должны превосходить значений, установленных для вагонов эксплуатируемого парка. Выполнение этого требования стало рекламным брендом тележки модели 18-9800. По мнению разработчиков, за счет радиальной установки колесных пар в кривых участках пути получено снижение бокового воздействия вагона на 20–30% относительно вагона на тележках модели 18-100. Данное утверждение требует пояснения, ведь боковое воздействие определяется только центробежной силой, действующей в кривых пропорционально массе вагона.

Внимание фрикционным узлам

К основным фрикционным узлам, от которых требуется увеличение межремонтных сроков, в первую очередь следует отнести фрикционный гаситель колебаний, пятник — подпятник, колесные пары.

Как свидетельствуют результаты исследований [7], величина и нестабильность сил трения в рессорном подвешивании оказывают существенное влияние на плавность хода вагона. Уменьшение на 40% реализуемой в гасителях колебаний силы трения из-за износа трущихся поверхностей почти не сказывается на ускорении кузова при движении вагона со скоростью до 70 км/ч. При увеличении скорости происходит значительное увеличение амплитуды ускорения кузова, и колебания приобретают характер биений. При скорости движения 100 км/ч уменьшение коэффициента относительного трения с 8 до 5% приводит к повышению ускорения кузова с 0,44 g до 0,64 g.

Уровень динамического воздействия определяется статическим и динамическим прогибом пружинного комплекта тележки с учетом соответствующего выбора фрикционных узлов гашения вертикальных и горизонтальных колебаний. Для анализа работы фрикционного узла тележки требуется системный подход, с помощью которого рассматривается взаимодействие составляющих деталей: наддрессорной балки, клиньев и фрикционных планок боковых рам тележки (рис. 1). Каждая тележка содержит два фрикционных гасителя колебаний, а каждый гаситель — четыре пары плоских фрикционных поверхностей.

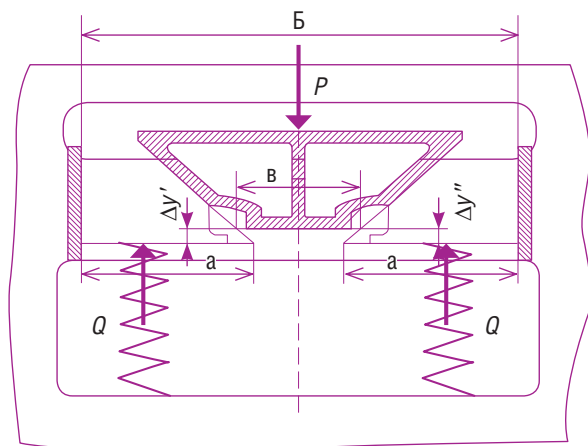


Рис. 1. Взаимное расположение наддрессорной балки и клиньев: a — длина основания (полнота) фрикционного клина; B — расстояние между фрикционными планками; b — размер базовый для определения износа наклонных плоскостей; $\Delta y'$ — занижение левого клина; $\Delta y''$ — занижение правого клина; Q — усилия пружин; P — нагрузка от кузова вагона, приходящаяся на один гаситель колебаний

Отклонение сборочных размеров вследствие допусков для одной боковины приводит к нарушению параллельности контактных поверхностей, что усугубляется монтажом фрикционного узла второй боковины. Правильный выбор должен быть основан на результатах ранее проведенных исследований применяемых клиновых гасителей колебаний. Базой исследований ранее принимали расчетную схему клина по И. И. Челнокову [3], представленную на рис. 2.

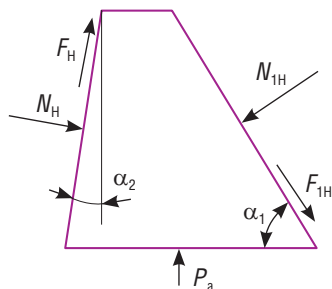


Рис. 2. Расчетная схема клина:
 N_H, N_{1H} — воздействие нормальных давлений на поверхности клина; P_a — сила реакции подклиновой пружины;
 F_H и F_{1H} — силы трения между трущимися поверхностями;
 α_1, α_2 — угол наклона поверхности трения

Применяемые расчетные схемы не учитывают условия взаимодействия контактных поверхностей и возможные места приложения сил (принято прилагать силы посередине площадок). В эксплуатации наблюдается неравномерный износ фрикционных поверхностей гасителя колебаний тележки модели 18-100, и с помощью применяемой упрощенной схемы с упорядоченным приложением сил этого не объяснить. Зачастую при анализе фрикционного взаимодействия деталей вагона данный контактный узел (фрикционный клин — фрикционная планка — наклонная поверхность наддрессорной балки) рассматривают изолированно от других деталей центрального рессорного подвешивания, с которыми он связан и которые непосредственным образом влияют на характер его работы. Боковина защищена от износа накладной фрикционной планкой, а принятая расчетная конфигурация клина приводит к износу наклонных контактных поверхностей наддрессорной балки и клина.

Примером последствия от подобного приема выбора расчетной схемы фрикционного взаимодействия может служить разработка ошибочной теории, которая за причину схода подвижного состава принимала вкатывание гребня колеса на головку рельса.

Фрикционный гаситель колебаний

В общем случае необходимо исходить из того, что при сборке гасителя колебаний контакт обычно происходит отдельными гранями клина, как это представлено в расчетной схеме фрикционного узла на рис. 3, а. Кроме того, анализ проводится при условии, что износ

наклонной поверхности наддрессорной балки недопустим, а это достигается параллельной установкой фрикционных планок и изменением конфигурации клина ($\alpha_2 = 0$). На рис. 3, б представлены также результаты расчетов усилий при кромочном взаимодействии стандартного клина в зависимости от величины усилия пружины клина Q , определяемой прогибом наддрессорной балки. Возможные различия контакта деталей клинового гасителя колебаний приводят к соответствующему варианту их силового взаимодействия. Таким образом, относительное расположение деталей клинового гасителя колебаний определяет кромочный контакт клина и характер неравномерного износа фрикционной планки и клина. Различие в относительном расположении рассматриваемых деталей вызывает также изменение расположения наддрессорной балки, вызванное дополнительной деформацией под действием нагрузки от кузова.

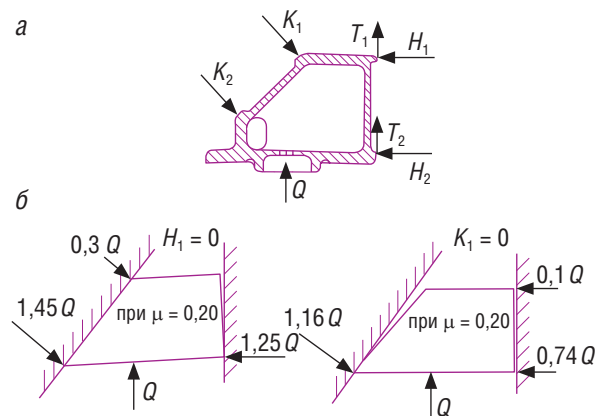


Рис. 3. Схемы клина:
 а — применяемая расчетная; б — силового взаимодействия;
 H_1, H_2 — силы взаимодействия фрикционного клина с фрикционной планкой; K_1, K_2 — силы взаимодействия фрикционного клина с наддрессорной балкой; T_1, T_2 — силы трения между вертикальной поверхностью клина и фрикционной планкой; μ — коэффициент трения; Q — сила взаимодействия фрикционного клина с пружинным комплектом

Для равномерного износа деталей фрикционного гасителя колебаний требуется обеспечить приблизительное равенство усилий, передающихся на фрикционную планку от кромок клина. Это возможно выполнить передачей усилия от наклонной поверхности наддрессорной балки на контактную поверхность клина, выполненную в виде специальной опорной грани, и установкой накладной фрикционной планки. Конструктивное исполнение такого клина представлено на рис. 4. Расстояние h приложения усилия K от наддрессорной балки на клин с принятым углом наклона контактных поверхностей 45° определяется расчетами: для обычного клина расстояние $h = 60$ мм; для клина с удлиненной вертикальной поверхностью $h = 80$ мм. В представленном виде при пересечении действующих усилий в одной точке клиновой гаситель колебаний обеспечит равномерное

распределение давления на фрикционную планку боковины и сменную накладную планку клина, а значит, равномерный износ контактных поверхностей.

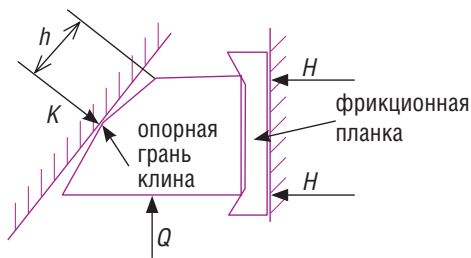


Рис. 4. Предлагаемая конструкция клина

Введение кромочного контакта при расчетах позволяет выявить действительную нагрузку рассматриваемого фрикционного узла и определить характер распределения удельной нагрузки на поверхность контакта по величине кромочных усилий. Введение контакта надрессорной балки на специальную упорную грань клина не вызовет дополнительного износа, ведь такой контакт фактически реализуется при сборке тележки.

При ремонте тележки требуется производить подбор фрикционных клиньев по размеру «а» (полнота клина) в зависимости от размера «Б» (расстояние между фрикционными планками боковой рамы) и размера «в» надрессорной балки (рис. 1). После сборки и подкатки под вагон тележек модели 18-100 при деповском ремонте завышение хотя бы одного фрикционного клина относительно нижней опорной поверхности надрессорной балки не допускается, а занижение должно составлять не более 12 мм. При капитальном ремонте фрикционные клинья одного рессорного подвешивания должны быть занижены относительно нижней опорной поверхности надрессорной балки на 4–12 мм. Размер определяется как средняя величина измерений уровней правого и левого клиньев рессорного комплекта относительно опорной плоскости надрессорной балки. Клин должен прилегать к надрессорной балке по всей наклонной поверхности. Очевидно, что каждый плановый ремонт вагона должен обеспечивать нормальные условия для работы клинового гасителя колебаний [6].

Способ монтажа гасителя колебаний

Отсюда следует однозначный вывод: для плановых видов ремонта вагонов должны быть установлены единые нормативы по расположению клиньев в гасителе колебаний, а проверка расположения клиньев должна производиться до подкатки тележки под вагон следующим образом: в середину рессорного проема боковых рам устанавливаются только опорные стойки, соответствующие по высоте контрольной пружине; на стойках располагаются поперечные направляющие для подвижной линейки, с помощью которой определяются расстояния от наклонных поверхностей надрессорной балки до поверхности фрикционных планок. По среднему значению измеренных расстояний подбирают клинья одинаковой полноты или толщину фрикционной прокладки, что исключает необходимость контроля «завышения» и «занижения» клиньев после подкатки под вагон. У собранной тележки проверяют относительное расположение деталей и в случае соответствия установленным нормативам завершают сборку вагона. При этом контроль тележки должен быть дополнен проверкой относительного расположения верхней поверхности клиньев и верхней кромки фрикционной планки. Такая операция необходима для нормальной работы авторежима и правильной установки грузового режима торможения. Предлагаемое усовершенствование клинового гасителя колебаний тележки грузового вагона и способ проверки сборки клинового гасителя колебаний решают поставленную задачу повышения межремонтного срока службы изнашивающихся деталей.

Аналогичные результаты могут быть получены в отношении фрикционного поглощающего аппарата, действие которого также определяют идеализированной расчетной формулой с назначенным распределением действующих сил и полным взаимодействием фрикционных поверхностей, которого не добиться в применяемой конструкции [1]. Нормальную работу и равномерный износ деталей фрикционного поглощающего аппарата можно достичь только при воздействии на каждый клин отдельной пружины. **ИТ**

Список литературы

1. Вагоны / М. В. Винокуров, Л. А. Шагур, П. Г. Проскурнев и др. ; под ред. М. В. Винокурова. — 2-е изд. — М. : Трансжелдориздат, 1953. — 704 с.
2. Вагоны : учебник для техникумов железнодорожного транспорта / Пастухов И. Ф. и др. ; под ред. В. В. Лукина. — М. : Транспорт, 1988. — 280 с.
3. Вагоны: конструкция, теория, расчет : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / под ред. Л. А. Шагура. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Транспорт, 1980. — 439 с.
4. Когда урок не идет впрок // Гудок. — Вып. № 124 (25793). — 2015. — 21 июля.
5. Лазарян В. А. Динамика вагонов. — М. : Транспорт, 1964. — 256 с.
6. РД 32 ЦВ 052–2009. Ремонт тележек грузовых вагонов с бесконтактными скользунами. — URL: http://www.ldz.lv/sites/default/files/05_KV_Padome_52_1%20p_p.p.%2031_A.pdf.
7. Соколов М. М., Третьяков А. В., Морчиладзе И. Г. Контроль динамики железнодорожного подвижного состава. — М., 2007. — 358 с.



**Алексей Владимирович
Владыкин**

Aleksey V. Vladykin



**Николай Олегович
Фролов**

Nikolay O. Frolov

Вибрация привода как внешний фактор при реализации тягового усилия локомотива

Drive vibration as an external factor in exercise of locomotive traction

Аннотация

Тенденции, обусловленные ежегодным увеличением в эксплуатационном парке доли локомотивов с асинхронным тяговым приводом, заставляют более ответственно относиться к качеству реализации тягового усилия, на которое влияет ряд внутренних и внешних факторов, в том числе вибрация привода. В данной статье раскрываются аспекты совершенствования управления асинхронным тяговым приводом за счет реализации системы фиксирования колебаний, возникающих в приводе под воздействием внешних факторов.

Ключевые слова: электроподвижной состав, асинхронный тяговый привод, реализация силы тяги, вибрация.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-50-52

Summary

Trends driven by annual increase in the share of locomotives with asynchronous traction drive in locomotive stock set higher requirements to the quality of exercise of traction, which is affected by a number of internal and external factors, including vibration of actuator. This article describes aspects of improving asynchronous traction drive control through a system fixing vibrations in the drive caused by external factors.

Keywords: electric stock, asynchronous traction drive, exercise of traction, vibration.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-50-52

Авторы Authors

Алексей Владимирович Владыкин, аспирант Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: alecs.usurt@mail.ru | **Николай Олегович Фролов**, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: nfrolov@usurt.ru

Aleksey Vladimirovich Vladykin, Postgraduate Student, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: alecs.usurt@mail.ru | **Nikolay Olegovich Frolov**, PhD in Engineering, Associate Professor, Head of «Electric Traction» Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: nfrolov@usurt.ru

Вопросу реализации тягового усилия в предельных условиях эксплуатации с точки зрения влияния внешних и внутренних факторов, а также повышения его эффективности уделялось немало внимания. К примеру, одним из направлений этой деятельности является совершенствование алгоритмов управления [1]. Широкое внедрение асинхронного тягового привода с регулируемым преобразователем частоты и развитой системой самодиагностики, способного реализовывать высокие значения силы тяги и осуществлять высокую степень защиты от факторов воздействия, таких как повреждения электрических систем и аппаратов (в дальнейшем будем называть их внутренними), вызывает высокий интерес со стороны ОАО «РЖД» и научных институтов. Такое положение дел позволяет поставить вопрос качества реализации тягового усилия на приоритетный уровень.

Стоит отметить, что на реализацию тягового усилия привода оказывает отрицательное влияние набор внутренних факторов, характер появления которых определяется последствиями, порожденными исключительно внутренними процессами привода. Один из внутренних факторов — влияние гармонического ряда напряжения питания на величину реализуемого момента привода. На рис. 1 приведена часть моментной характеристики одного из колес колесной пары при гармоническом питании привода.

Основываясь на рис. 1, можно выделить динамическую зависимость момента при конкретном уровне напряжения питания и частоты. Динамический уровень момента будет проходить по вершинам амплитудного значения измеренного момента. Кроме того, среднее значение реализуемого момента можно определить как статический уровень, который является полезной реализуемой величиной.

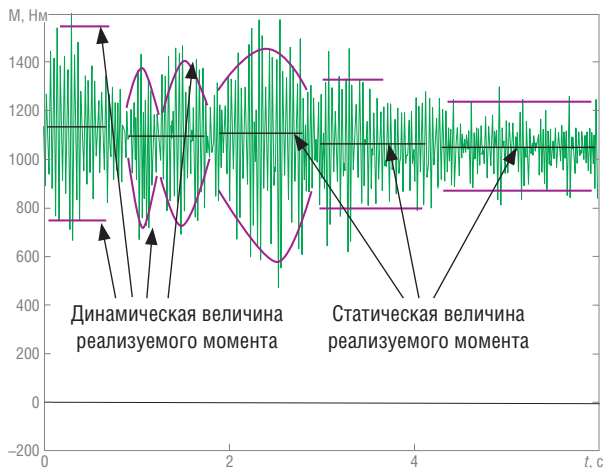


Рис. 1. Пример расчетного значения момента привода

Необходимо отметить, что на рис. 1 учитывается лишь влияние гармонического состава напряжения на выходное значение момента привода и берется во внимание следующий ряд допущений, таких как:

- ненасыщаемость магнитной системы;
- синусоидальность потока в воздушном зазоре;
- независимость магнитных полей друг от друга;
- плоскопараллельность магнитных полей;
- пренебрежение гистерезиса;
- пренебрежение ступенями подвешивания подвижной единицы;
- пренебрежение внутренними потерями редуктора.

Можно предположить, что влияние внутренних факторов на качество реализованной силы тяги еще существенней и требует ее полной оценки [2].

Таким образом, учет влияния всех внутренних факторов должен быть оценен в различных режимах и условиях работы привода с обязательной последующей оптимизацией. Эффективный синтез, позволяющий снизить потери в работе системы «двигатель — частотный преобразователь», достигим, к примеру, за счет оптимизации по критерию минимума тока статора с учетом потерь преобразователя при широтно-импульсной модуляции.

Помимо влияния внутренних факторов на реализацию тягового усилия повсеместно оказывают влияние внешние факторы. К внешним факторам следует относить влияние изменений заложенных характеристик узлов и агрегатов с учетом физического износа на работу подвижной единицы. Что касается привода, то, как правило, время воздействия этих факторов по сравнению с внутренними ограничено и вызвано условиями эксплуатации (повреждения и износ поверхности катания колес колесной пары, рельсовых плетей, системы подвешивания подвижной единицы, подшипников и т. д.).

Наличие внешних факторов может оказывать намного большее влияние на реализацию тягового усилия, приводя к более обширным скачкам момента и поднимая уровень динамической величины момента до недопустимого значения. Поскольку разница между статическим и динамическим уровнями момента увеличивается, то это приводит к растущей величине знакопеременных напряжений в пятне контакта колеса и рельса [3]. Наблюдается пульсирующее поведение колесной пары, что с высокой долей вероятности приводит к более частому срыву сцепления и в конечном итоге снижает заявленные тяговые свойства локомотива, особенно в предельных условиях эксплуатации.

С учетом того, что параметры электрической энергии, подающейся на двигатель, и параметры частоты вращения привода фиксируются системой самодиагностики, появляется возможность реализовать систему автоматического определения динамического момента и математически высчитать ее среднее значение. Расчет уровней момента позволяет проводить анализ реализованных значений и непрерывно сравнивать с уровнем, предварительно рассчитанным по имитационной модели, для выявления влияния внешних факторов на реализацию тягового усилия.

Для расчета используется уравнение баланса электрической и механической мощности:

$$U \cdot I = M \cdot \omega + \Delta, \quad (1)$$

где U — величина напряжения питания; I — величина потребляемого тока системой; ω — частота вращения привода; Δ — мощность потерь привода при определенной частоте вращения.

Тем самым, выполняя непрерывное косвенное измерение момента с помощью высокочувствительных датчиков измерения тока, напряжения и частоты вращения, представляется возможным реализовать систему фик-

сирования колебаний, возникающих в приводе под воздействием внешних факторов. Указанная система позволит определить последствия эксплуатационного износа, а также заблаговременно выявить неисправности, оказывающие влияние на реализацию тягового усилия.

Внедрение системы определения уровня вибрации без использования дополнительных датчиков позволяет повысить ее эффективность без изменения начальной стоимости привода, а также существенно понизить стоимость жизненного цикла продукта, поскольку отсутствие дополнительных разъемных соединений повысит надежность системы и одновременно коэффициент готовности машины. **ИТ**

Список литературы

1. Мамедов З. А. Оптимальное управление асинхронным тяговым приводом электровоза в режимах пуска и торможения // Вестник РГУПС. — 2009. — № 4 — С. 22–27. — ISSN 0201–727X.
2. Владыкин А. В., Фролов Н. О. Математическое моделирование асинхронного тягового привода в системе Matlab/Simulink // Транспорт Урала. — 2015. — № 2 (45). — С. 82–86. — ISSN 1815–9400.
3. Владыкин А. В., Фролов Н. О. К вопросу о математическом моделировании влияния импульсного инвертора на процессы боксования колесной пары в предельных условиях эксплуатации // Инновационный транспорт. — 2015. — № 2 (16) — С. 36–37. — ISSN 2311–164X



**Марат
Иванович
Глушко**
Marat I.
Glushko



**Александр
Николаевич
Антропов**
Aleksandr N.
Antropov



**Татьяна
Анатольевна
Антропова**
Tatiana A.
Antropova

Вагоны. Возможности совершенствования

Railcar. Possibilities for improvement

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы взаимодействия узлов опирания кузова вагона на ходовые части и проведен анализ особенностей трехэлементной тележки. Разработаны рекомендации по сборке тележки и вагона.

Ключевые слова: фрикционные поверхности, вагон, устойчивость, узлы трения, скользун.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-53-56

Summary

The article deals with the interaction of car body supporting units resting on running gear; specifics of a three-piece bogie are analyzed. Recommendations for the assembly of bogie and car are given.

Keywords: friction surfaces, train, resistance, friction units, bearer.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-53-56

Авторы Authors

Марат Иванович Глушко, д-р техн. наук, Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: pto-v@bk.ru | **Александр Николаевич Антропов**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник Уральского отделения ВНИИЖТ, Екатеринбург; e-mail: antropovan@mail.ru | **Татьяна Анатольевна Антропова**, старший преподаватель кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: t-an-antropova@mail.ru

Marat Ivanovich Glushko, DSc in Engineering, Professor, Electric Traction Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: pto-v@bk.ru | **Aleksandr Nikolaevich Antropov**, PhD in Engineering, Senior Researcher at VNIIZhT Ural Branch, Ekaterinburg; e-mail: antropovan@mail.ru | **Tatiana Anatolievna Antropova**, Senior Lecturer, Design and Operation of Automobiles Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: t-an-antropova@mail.ru

Метод сборки тележки

В эксплуатации обычно наблюдается повышенный износ гребня одного колеса колесной пары тележки, что является свидетельством ее перекоса. Для выяснения и устранения причин повышенного износа гребней следует перейти от принятой хаотичной сборки к монтажу инновационных тележек на кондукторе с предварительным размещением колес соответственно базе тележки. Правильность монтажа необходимо подтвердить специальной контрольной меткой расположения колесных пар относительно рамы тележки. Контроль расположения колесных пар в тележке позволит судить о характере влияния динамических факторов в эксплуатации.

Сборка вагона

Кромочное взаимодействие плоских фрикционных поверхностей обычной тележки может проявиться при сборке вагона. Принцип неопределенности расположения надрессорной балки дополняется проявлением такого же принципа относительно расположения плоских опорных поверхностей пятников кузова вагона. Если перекося плоских поверхностей узлов «пятник – подпятник» на вагоне в поперечном направлении компенсируется пружинными комплектами тележек, то несовпадение поверхностей в продольной плоскости приводит пятник и подпятник в состояние кромочного контакта. Такое взаимодействие провоцирует появление повышенных динамических колебаний кузова вагона относительно пути. Применение опорной грани на контактной поверхности клина позволит избежать перекоса в узле «пятник – подпятник» и устранить всякую возможность проявления «отрицательной» динамики.

Полное прилегание контактных поверхностей узла «пятник – подпятник» старались обеспечить с помощью поверхностей особой конфигурации («сферический пятник» [1]), однако требуемое при монтаже совпадение осей пятника и подпятника не позволило достигнуть ожидаемого результата [2].

Скользуну

Действие предлагаемой конструкции в качестве компенсатора для требуемой сборки кузова вагона и тележек устраняет необходимость применения боковых опор (скользуну). Переход контакта кузова на скользуну свидетельствует о недостаточной способности узла «пятник – подпятник» воспринимать опрокидывающий момент от действия центробежной силы. Для выяснения роли боковых опор кузова важно рассмотреть поперечную устойчивость экипажа в целом. На рис. 1 представлена расчетная схема экипажа, в которой ку-

зов 1 вагона опирается пятником 2 на тележку 3 вагона, а тележка колесами располагается на рельсовом основании 4. По вертикали на пятники тележек действует вес кузова вагона Q_K , на рельсы действует вес вагона Q_B [3].

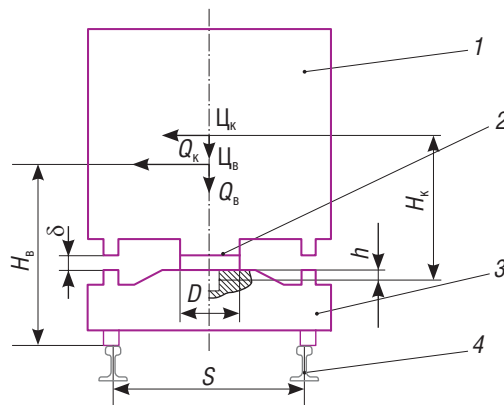


Рис. 1. Схема проверки устойчивости экипажа

При движении вагона в кривых участках пути на кузов действует опрокидывающий момент от действия

центробежной силы $\frac{Q_K V^2}{g R} H_K$.

Условие устойчивости кузова от опрокидывания относительно пятника:

$$\frac{Q_K V^2}{g R} H_K \leq Q_B \frac{D}{2}. \quad (1)$$

Аналогичное условие устойчивости вагона от опрокидывания в рельсовой колее:

$$\frac{Q_B V^2}{g R} H_B \leq Q_B \frac{S}{2}. \quad (2)$$

Если исходить из граничного равновесия, то одинаковые условия устойчивости кузова и вагона будут определяться простым соотношением

$$\frac{H_B}{H_K} = \frac{S}{D}. \quad (3)$$

После подстановки конкретных значений ($S = 1520$ мм, $D = 300$ мм) получим выражение $H_B/H_K = 5$, из которого следует, что потеря устойчивости всегда начинается с кузова. Поэтому под кузов вагона подставляют скользуну, обрекая узел «пятник – подпятник» на кромочный контакт и повышенный износ.

Между тем боковой опоре кузова уделяется необъяснимое внимание. Согласно нормативным документам по ремонту тележек грузовых вагонов [4], требуется, чтобы при проверке суммарный зазор δ между скользуну тележки и рамой вагона в сумме, с обеих

сторон каждого конца вагона, был не менее 6 мм и не более 16 мм для всех типов четырехосных вагонов, кроме цистерн, вагонов-хопперов для зерна, цемента, минеральных удобрений, окатышей, хопперов-дозаторов ЦНИИ-ДВЗ, зазоры у которых при плановых видах ремонтов должны быть в пределах 4–10 мм, а у хопперов других типов и думпкаров зазор между скользунами должен быть в пределах 6–12 мм.

Отсутствие зазоров между скользунами, расположенными по диагонали, не допускается. Величина суммарного зазора по диагонали должна быть не менее 6 мм.

Для регулирования зазоров применяют регулировочные прокладки из листовой стали толщиной 1,5–5,0 мм в количестве не более четырех.

Затем были изобретены *упруго-фрикционные* скользуну и упругие скользуну с *антифрикционными* фторопластовыми накладками. Такие упругие узлы уже не подвластны нормативным зазорам РД.

Применяемые нормативы и конструкция не соответствуют реалиям. Поскольку в конечном итоге опрокидывающий момент воспринимается пружинно-рессорным комплектом, то передачу момента можно поручить узлу «пятник — подпятник» и таким способом избавиться от боковых опор. Рис. 1 поясняет также принципиальную конструкцию предлагаемого узла «пятник — подпятник». Сущность конструкции узла состоит в увеличенной глубине h подпятника, при которой извлечение пятника диаметром D из посадочного места возможно только после его вертикального перемещения. Надежность выбранного соединения определяется соотношением глубины h подпятника и зазора $\acute{\epsilon}$ между цилиндрическими поверхностями пятника и подпятника. Условие назначения зазора для реализации надежного соединения:

$$\acute{\epsilon} \leq \sqrt{D^2 + h^2} - D. \quad (4)$$

При выборе минимального зазора устойчивость тележки без скользуну определяется только поперечной устойчивостью всего вагона, а кольцевое пространство между цилиндрическими поверхностями пятника и подпятника, определяемое зазором, будет служить резервуаром смазки для фрикционных поверхностей.

Средство от износа гребня

Поперечная сила возникает при движении экипажа в кривой, и причиной является центробежная сила [5]. Для компенсации ее действия в кривых устраивают возвышение наружного рельса h_p с учетом радиуса R кривой и назначенной среднестатистической скорости движения V_p . При такой скорости движение считается равновесным, особенность его состоит в отсутствии поперечной силы между гребнем колеса и боковой поверх-

ностью головки рельса, что исключает изнашивание гребня колеса и головки рельса. Чтобы снизить износ профиля катания колес, инновационная тележка должна двигаться в кривой с установленной скоростью V_p , величина которой определяется по формуле

$$V_p = 0,28\sqrt{Rh_p}. \quad (5)$$

Полностью соблюдать равновесное движение практически невозможно, поэтому для кривой устанавливается некоторый коридор реализуемой скорости движения.

Направление совершенствования

Эта трехэлементная тележка порождает немало сомнений. Возможно, стоит отказаться от ведомственного клонирования тележки 18-100 вагоностроительными предприятиями и приступить к разработке реальной инновационной модели на основе реальных инновационных предложений с учетом накопленного печального опыта разработок и эксплуатации. Ведь очевидно, что колеса не могут соблюдать одинаковое качение, располагаясь на одной оси, которая сковывает их самостоятельность. Нужно предоставить им некоторую свободу за счет независимого качения, устранив диктат оси, принуждающей их к проскальзыванию при движении в кривых. Такое решение вполне возможно, и оно придаст тележке целый пакет положительных свойств: отсутствие буксового соединения и размещение подшипников в ступице колеса; внутреннее расположение боковин с опорой на оси, которые несут силовую нагрузку, не подвергаясь вращению; повышение усталостной прочности оси за счет устранения знакопеременной нагрузки; доступность тормозных колодок при их наружном расположении; уменьшение веса и габарита самой тележки.

Но практически такие планы невыполнимы на общем фоне состояния вагонного хозяйства по следующим причинам:

- вагоны разрабатывают и изготавливают вагоностроительные заводы; откуда у них может появиться интерес к инновационным предложениям, если выставляют на продажу готовую продукцию и ее покупают частные владельцы без интереса к конструктивным особенностям;
- приобретают вагоны частные предприниматели (операторы); покупатели покупают вагоны по выгодной цене, а инновационные решения стоят слишком дорого;
- техническое обслуживание и эксплуатацию реализует перевозчик — ОАО «РЖД»; перевозчику важна надежность вагона, при которой снижаются эксплуатационные расходы, однако вагоны им не принадлежат, приходится вводить ограничения на допуск к инфраструктуре.

На Центральную дирекцию инфраструктуры (ЦДИ) приходится 87% от общего объема текущего отцепочно-ремонтного (ТОР) грузовых вагонов, за качество которого и безопасность дальнейшего движения несет ответственность ОАО «РЖД». Управление вагонного хозяйства ЦДИ решило применить системный подход к ремонту в рамках реализации пилотного проекта «Технический аудит вагоноремонтных предприятий». На выполнение ТОР широко практикуется заключение централизованных договоров между ЦДИ и владельцами подвижного

состава при 100%-ной предоплате. Прорабатываются механизмы выставления дополнительных счетов в середине месяца, если первоначальной суммы аванса не хватило на объем ремонтируемых вагонов. Между тем в результате ряда проверок выясняется, что в ремонт отцепляются вагоны, состояние которых не требует выполнения ТОР. И никого из перечисленных игроков транспортного рынка не сможет заинтересовать такой товар с непостижимыми результатами, как инновационные предложения. Не те компетенции на руках у игроков. **ИТ**

Список литературы

1. Вагоны: конструкция, теория, расчет : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / под ред. Л. А. Шадура. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Транспорт, 1980. — 439 с.
2. Глушко М. И., Фетисова Н. Г. Теорема тележки // Инновационный транспорт. — 2014. — № 3. — С. 13–15. — ISSN 2311–164X.
3. Лазарян В. А. Динамика вагонов. — М. : Транспорт, 1964. — 256 с.
4. РД 32 ЦВ 052–2009. Ремонт тележек грузовых вагонов с бесконтактными скользунками. — URL: http://www.ldz.lv/sites/default/files/05_KV_Padome_52_1%20p_p.p.%2031_A.pdf.
5. Соколов М. М., Третьяков А. В., Морчиладзе И. Г. Контроль динамики железнодорожного подвижного состава. — М., 2007. — 358 с.



Никита Андреевич
Аксенов

Nikita A. Aksyonov

Оценка возникновения риска отказа участка контактной сети

Risk assessment of contact network area failure

Аннотация

Опоры контактной сети выступают в качестве поддерживающих конструкций и в значительной степени влияют на разрегулировку подвески. Это приводит к ухудшению токосяема, ускорению износа полозов токоприемников, контактного провода, длительным задержкам и простоем поездов, нарушает движение. Процессы разрегулировок опор и закономерности планирования управляющих воздействий для предотвращения этого требуют совершенствования. В связи с этим необходима разработка портативных приборов для быстрого и точного определения угла наклона опор, а также методов, позволяющих выполнить оценку риска отказа участка контактной сети из-за разрегулировки и спланировать сроки проведения управляющих воздействий.

Ключевые слова: опора, контактная сеть, разрегулировка, подвеска, контактный провод, риск, угол наклона, прибор, габарит, исследование, параметры, статистика, зигзаг, износ.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-57-61

Summary

Contact-line supports act as a supporting structure and greatly affect disadjustment of a hanger. This leads to a degradation of current transfer, accelerates wear of pantograph slides and of a contact wire, disrupts train movement and causes long delays and downtime of trains. Patterns of planning control actions to prevent the process of disadjustment of supports need to be improved. In this regard, it is necessary to develop portable devices for rapid and accurate determination of a support angle, as well as methods to perform risk assessment of contact network area failure because of disadjustment and to plan the timing of control actions.

Keywords: supports, contact network, disadjustment, hanger, contact wire, risk, angle, device, dimension, research, parameters, statistics, stagger, wear.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-57-61

Авторы Authors

Никита Андреевич Аксенов, аспирант кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Nikita Andreevich Aksyonov, postgraduate student of the Transport Power Supply subdepartment of the Ural state University of railway transport (USURT), Yekaterinburg

С увеличением срока службы число опор, отклонившихся от нормы, увеличивается. Угол наклона опоры с течением времени может превысить допустимый и будет способствовать процессу разрегулировок проводов контактной подвески, увеличивая их износ и повышая риск отказа.

Исследования показывают, что изменение угла отклонения опоры на 2° от вертикального габарита приводит к смещению контактного провода на 1,2 см от оси пути, а на 3° — к смещению уже на 12,0 см [1]. Значения при больших изменениях угла наклона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Смещение контактного провода $a_{\text{разр}}$ от оси пути при различных углах наклона опор контактной сети

$\varphi, ^\circ$	2	3	4	5
$a_{\text{разр}}, \text{см}$	1,2	12,0	22,0	33,0

Таким образом, при наклоне опоры контактной сети на угол более чем 3° при максимально допустимом значении зигзага в ± 40 см возможен риск схода контактного провода с полоза токоприемника с последующим разрушением либо токоприемника, либо контактной подвески, либо того и другого.

Отклонение параметров контактной подвески от норматива в эксплуатации учитывается штрафными баллами. При наклоне опоры контактной сети более 3° и отклонении контактного провода в точке фиксации на 16–20 см — району контактной сети устанавливают 50 штрафных баллов. При больших значениях углов применяют прогрессивную шкалу. Поэтому важно предотвратить это опасное событие.

Проведем анализ состояния опорного парка контактной сети. На Свердловской железной дороге, по состоянию на 2015 г., в эксплуатации находятся следующие виды опор (рис. 1).

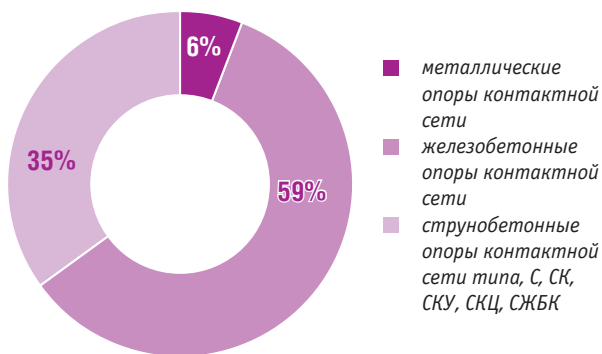


Рис. 1. Статистический анализ опор, находившихся в эксплуатации по всем дистанциям электроснабжения Свердловской железной дороги

Отказы опор распределяются следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

Данные о состоянии опор на 1.03.2015 г. по всем дистанциям электроснабжения

Состояние опор	Количество, шт.
Электрокоррозионные, из них:	22 083
● низкоомные	19 791
● с током утечки	2 343
Дефектные	4 980
Глухозаземленные (с $R < 10$ кОм)	24
С недопустимым углом наклона	527
Анкерные с «нулевой» изоляцией	307
Новые опоры (с начала года)	23
Замененные (перевод нагрузки), в том числе:	28
● остродефектные	0
● дефектные	15
● со сроком службы более 40 лет	13
● негабаритные	0
● ЭКО	12
Демонтированные нерабочие опоры с начала года	17
Остались недемонтированными	652

Общий парк опор контактной сети составляет 127 446 шт. Из них металлических — 12 789 и железобетонных опор — 114 657. Процентное соотношение по сроку службы этих опор приведено на рис. 2, 3.

Характер диаграмм свидетельствует, что с увеличением срока службы число опор, вышедших из строя, растет, а средняя продолжительность жизни опоры составляет 40 лет. На энергоучастках рассматриваемой дороги количество опор с непереустановленной нагрузкой по статистическим данным составляет 2056 шт., из них:

- всего стоящих под замену остродефектных опор — 4 шт.;
- всего стоящих под замену дефектных опор — 975 шт.

С недопустимым наклоном — 489 шт. опор, из них выправлено 233 шт.

В связи с этим требуется проведение оценки рисков отказов участков контактной сети из-за разрегулировки. Анализ уровней фактических рисков отказов опор и их сравнение с уровнями допустимых рисков дают возможность обоснованно, с использованием количественных показателей принимать решения о допустимости или, наоборот, недопустимости реализации тех или иных проектов контактной сети, о направлении их доработок и корректировок, ведущих к снижению рисков [2].

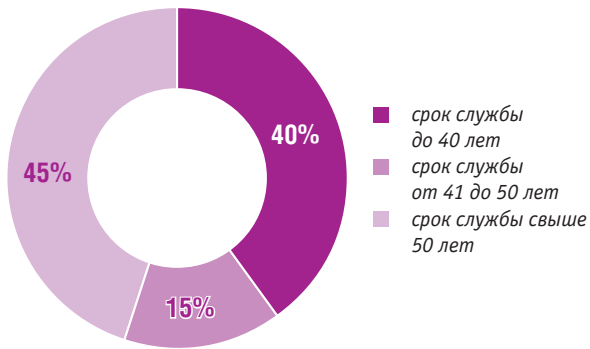


Рис. 2. Анализ металлических опор

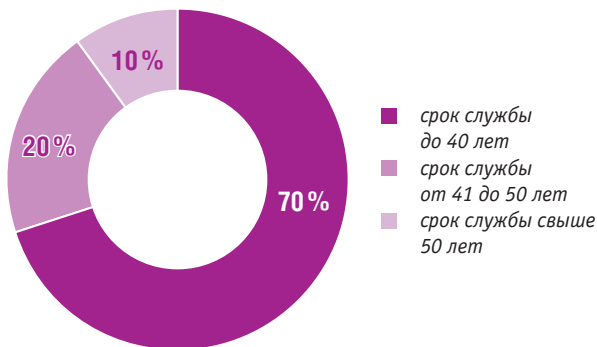


Рис. 3. Анализ железобетонных опор

К достоинствам подхода, базирующегося на использовании матриц риска, следует отнести простоту, наглядность и возможность использования широким кругом специалистов различных направлений в области оценки риска. Матрицы риска позволяют получить целостную систему оценки и документирования рисков, сформулировать предварительные рекомендации по определению приоритетности мер, направленных на обработку различных рисков.

Обеспечение защищенности объектов контактной сети (например, опоры) должно базироваться на управлении рисками, связанными с созданием и эксплуатацией указанных объектов, и предусматривает действия по снижению факторов риска [3].

Понятие риска включает сочетание двух составляющих:

- вероятности возникновения события или сочетания событий, ведущих к опасности, или частоты возникновения таких событий;
- последствий возникновения (ущерба) данных событий.

Анализ риска, включая анализ частот и последствий, а также определение уровня риска, проводится специалистами.

Заключительным этапом в оценке риска является построение матрицы рисков, которое проводится на основе результатов анализа риска.

С контактной сетью может быть связано возникновение следующих рисков:

- поражение одного или нескольких человек электрическим током;
- возникновение загорания или пожара;
- повреждение токоприемников или других частей подвижного состава вследствие провисания провода;
- повреждение подвижного состава и/или верхнего строения пути вследствие падения опоры;
- нарушение безопасности движения;
- задержка поездов.

Риск отказа опоры возникает при следующих необходимых и достаточных условиях:

- наличие источника риска (интенсивность движения, условия работы);
- подверженность (чувствительность) контактной сети к воздействиям источника риска (климатические факторы).

Безопасность функционирования контактной сети как сложной технической системы зависит от показателей безопасности составляющих ее составных частей.

Произведем оценку риска задержки поездов из-за разрегулировки контактной подвески, связанной с недопустимым углом наклона опоры контактной сети [4].

Исходные данные для расчета:

- интервал наблюдения — 3 года;
- тип проекта анкерных участков — КС-120, постоянный ток;
- количество эталонных объектов (перегонных анкерных участков) — 70;
- количество отказов контактной сети на участке — 3 первой категории и 2 третьей категории;
- продолжительность устранения отказов до возобновления движения — 2,35 час.;
- ущерб, соответствующий рассматриваемому риску, — задержка поездов, час.;
- допустимый уровень риска — задержка поездов на перегоне.

Интенсивность отказов 1-й категории для рассматриваемого участка определяется по выражению:

$$\lambda = \frac{r}{T_{\text{наб}}}, \quad (1)$$

где: λ — интенсивность отказов; r — количество отказов 1-й категории; $T_{\text{наб}}$ — интервал наблюдения, год.

Интенсивность отказов для заданного события (разрегулировки контактной подвески):

$$\lambda_1 = \lambda \times k. \quad (2)$$

Эталонная интенсивность отказов (на 1 эталонный объект) для заданного события:

$$\lambda_1^{\text{э}} = \frac{\lambda_1}{n_A} \times k^k \times k^c, \quad (3)$$

где: k^k — справочный коэффициент; n_A — количество эталонных анкерных участков.

Величина ущерба на один отказ:

$$C = \frac{C_{\Sigma}}{r}, \quad (4)$$

где: r — количество отказов 1-й категории; C_{Σ} — продолжительность устранения отказов до возобновления движения.

Уровень риска на один эталонный объект определяется как

$$R = f \times C = \lambda_1^3 \times C \quad (5)$$

и составляет $R = 0,0085$ часа.

Данный риск означает, что на рассматриваемом участке один эталонный объект может привести к задержке поездов на время 0,0085 часа в год.

Уровень риска для участка в целом равен 0,171 часа.

Выполним оценивание риска. Так как величина допустимого риска известна, проведем сравнение рассчитанного значения с допустимым.

Исходя из полученных значений, получаем: $R_{уч} = 0,171$, а $R_{доп} = 0,1$ и $R_{уч} > R_{доп}$, следовательно, риск возникновения разрегулировки для рассматриваемого участка является недопустимым.

Построим матрицу рисков для разрегулированной контактной подвески. Для этого зададим ось частот. Поскольку отсутствует необходимое количество статистических данных, выберем шаг шкалы частот, равный 2,5, и примем, что частота рассматриваемого события находится в середине области «вероятное» шкалы частот. При этом нижняя (верхняя) граница области «вероятное» будет меньше (больше) интенсивности на половину шага, или в 2,5 раза, а границы областей будут отличаться на один шаг, то есть в 2,5 раза.

В результате получим следующие значения, соответствующие шести уровням шкалы частот:

- частое:

$$0,35 \text{ год} < f \leq 2,5 \times 0,35 \text{ год} \rightarrow 0,35 \text{ год} < f \leq 0,88 \text{ год};$$

- вероятное:

$$\frac{0,22}{\sqrt{2,5}} < f \leq 0,22 \times \sqrt{2,5} \rightarrow 0,14 \text{ год} < f \leq 0,88 \text{ год};$$

- случайное:

$$\frac{0,14}{2,5} \text{ год} < f \leq 0,14 \text{ год} \rightarrow 0,056 \text{ год} < f \leq 0,14 \text{ год};$$

- редкое:

$$\frac{0,056}{2,5} \text{ год} < f \leq 0,056 \text{ год} \rightarrow 0,022 \text{ год} < f \leq 0,056 \text{ год};$$

- крайне редкое:

$$\frac{0,022}{2,5} \text{ год} < f \leq 0,022 \text{ год} \rightarrow 0,0088 \text{ год} < f \leq 0,022 \text{ год};$$

- маловероятное:

$$\frac{0,0088}{2,5} \text{ год} < f \leq 0,0088 \text{ год} \rightarrow 0,0035 \text{ год} < f \leq 0,0088 \text{ год}.$$

Зададим шкалу последствий. Определим шаг шкалы последствий, равный 4, и примем, что ущерб, равный 1 часу, соответствует границе уровней тяжести последствий «критический» и «катастрофический».

Получаем следующие значения, соответствующие четырем уровням шкалы последствий:

- катастрофический: 1 час $< C \leq 4$ час;
- критический: 0,25 час $< C \leq 1$ час;
- несущественный: 0,063 час $< C \leq 0,25$ час;
- незначительный: 0,016 час $< C \leq 0,063$ час.

Перемножив шаги шкал частот и последствий, получим шаг уровней рисков, равный 10. Определим границы, соответствующие 4 категориям риска:

- недопустимый:

$$R_{доп} < R \leq 10 \times R_{доп} \leq 0,1 \text{ час} < R \leq 1 \text{ час};$$

- нежелательный:

$$0,1 \times R_{доп} < R \leq R_{доп} \rightarrow 0,01 \text{ час} < R \leq 0,1 \text{ час};$$

- допустимый:

$$0,01 \times R_{доп} < R \leq 0,1 \times R_{доп} \rightarrow 0,001 \text{ час} < R \leq 0,01 \text{ час};$$

- не принимаемый в расчет:

$$0,001 \times R_{доп} < R \leq 0,01 \times R_{доп} \rightarrow 0,0001 \text{ час} < R \leq 0,001 \text{ час}.$$

Построим матрицу рисков, соответствующую данным критериям (рис. 4).

0,88	Частое	0,0055	0,22	0,88	3,52
0,35	Вероятное	0,022	0,088	0,35	1,4
0,14	Случайное	0,0088	0,035	0,14	0,56
0,056	Редкое	0,0035	0,014	0,056	0,22
0,022	Крайне редкое	0,0014	0,0056	0,022	0,088
0,0088	Маловероятное	0,00056	0,022	0,0088	0,035
0,0035					
		Незначительный	Несущественный	Критический	Катастрофический
		0,016 час	0,063 час	0,25 час	1 час

Рис. 4. Матрица рисков задержки поездов вследствие разрегулировки контактной подвески

Поскольку полученная матрица содержит ячейки со всеми четырьмя возможными уровнями риска, то она удовлетворяет условию совместности. Если полученная матрица не удовлетворяла бы данному условию, то тогда требуется корректировка шкал частот и последствий и повторение ранжировки ячеек.

Определим ячейку матрицы, в которую попадает рассчитанный выше риск. Имеем частоту 0,22 года и тяжесть последствий 0,78 час. Отложим на соответствующих осях эти числовые значения. Пересечение этих значений находится в выделенной ячейке на рис. 4. Поскольку полученный уровень риска $R_{\text{уч}} = 0,171$ больше допустимого уровня $R_{\text{доп}} = 0,1$, то риск является недопустимым, и в соответствии с таблицей требуется принятие решения по исключению риска и необходимости его обработки.

Проведенные исследования позволяют определить следующие основные результаты и сделать выводы:

1. Несмотря на постепенное проведение капитального ремонта участков контактной сети, большое количество существующих опор находятся в недопустимом по надежности состоянии и влияют на разрегулировку контактной подвески.

2. Для повышения надежности работы контактной сети требуется проведение оценки рисков отказов участков из-за разрегулировки и планирование определенных управляющих решений по исключению риска.

3. Требуется разработка приборов по автоматическому контролю установочных параметров опор контактной сети. **ИТ**

Список литературы

1. Ли В. Н. Опрокидывающий момент опоры контактной сети / В. Н. Ли, А. С. Сапов, Л. С. Демина // Мир транспорта / Московский гос. ун-т путей сообщения. — М., 2012. — Вып. 2 (40). — С. 4–11.
2. Галкин А. Г. Применение контракта жизненного цикла для инфраструктурного комплекса системы токосъема / А. Г. Галкин, А. А. Ковалев, А. В. Микава // Транспорт Урала. — Екатеринбург, 2012. — № 3 (24). — С. 85–90.
3. Распоряжение ОАО «РЖД» от 27 декабря 2007 г. № 2459р об утверждении «Методики определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены сложных технических систем железнодорожного транспорта». — URL: <http://jd-doc.ru/2007/dekabr-2007/12704-rasporyazhenie-oao-rzhd-ot-27-12-2007-n-2459r>
4. Ковалев А. А. Оценка состояния опор контактной сети на протяжении жизненного цикла / А. А. Ковалев, А. В. Окунев // Инновационный транспорт. — Екатеринбург, 2015. — № 3 (17). — С. 23–29. — ISSN 2311–164X.



**Виталий Сергеевич
Колокольников**
Vitaliy S. Kolokolnikov



**Игорь Александрович
Ковалев**
Igor A. Kovalyov

Применение структурно-технологического исследования при планировании развития транспортных систем промышленных предприятий

The use of structural and technological research in the planning of industrial transportation systems

Аннотация

В статье показан пример расчета железнодорожной промышленной транспортной системы предприятия. Проведено детальное структурно-технологическое исследование и оценены возможности по освоению грузопотоков.

Ключевые слова: транспортная система, перерабатывающая способность, структурно-технологическое исследование, имитационное моделирование.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-62-66

Summary

The article is an example of calculation of industrial railway transport system on an enterprise. A detailed structural and technological research is carried out and possible cargo traffic flows that could be processed are evaluated.

Keywords: transport system, processing capacity, structural and technological research, simulation.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-62-66

Авторы Authors

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

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

Эффективность работы основного производства на металлургических заводах во многом зависит от надежности работы транспорта, обеспечивающего технологическую взаимосвязь цехов. Известно, что производственные агрегаты работают неравномерно, при этом ритмы взаимодействующих производственных подразделений зачастую не совпадают. Прибытие с сети «РЖД» вагонов с сырьем, порожних вагонов под погрузку готовой продукции также имеет неравномерный характер. Анализ показывает, что на большинстве металлургических предприятий транспорт отстает в своем развитии от основного производства. Традиционно к промышленному транспорту относятся как к чему-то второстепенному на предприятии. В то же время даже опытным производственникам трудно оценить уровень загрузки элементов промышленной транспортной системы по внешним признакам: степени загрузки путей, занятости локомотивов и т. д. Исследования показывают, что об уровне использования железнодорожной транспортной системы, например станции, нельзя судить по использованию пропускной способности ее элементов. Известны случаи, когда при загрузке локомотивов и путей на 60–70 % степень использования пропускной способности станции приближалась к 100 %. В условиях неравномерности работы транспортной и производственной подсистем взаимное влияние элементов структуры транспортной системы и ее технологии приводит к высокому уровню межоперационных простоев. В настоящее время единственным инструментом для определения истинной загрузки элементов транспорта служит имитационное моделирование [1]. Проводимые проектными организациями аналитические расчеты не являются достоверными [2].

В проведенном исследовании использовалась подробная имитационная модель и решены следующие задачи:

- 1) проверено соответствие существующей технической структуры и технологии работы промышленно-транспортной системы;
- 2) рассчитаны предельные возможности промышленной транспортной системы (ПТС) по транспортному обслуживанию производства;
- 3) определены «узкие места» технологического процесса транспортного обслуживания, схемы путевого развития и технического оснащения ПТС;
- 4) оценена возможность устранения «узких мест» за счет технических и технологических мероприятий.

Технология работы промышленно-транспортной системы предусматривает обслуживание нескольких технологически независимых производств, а также погрузку отходов и обслуживание контрагентов.

Вагоны прибывают с внешней сети в груженом состоянии, полувагоны с сырьевыми грузами, а в порожнем состоянии — цистерны. При расчетах на имитационной модели рассматривается зимний режим работы

транспортной системы (как наиболее тяжелый), который предусматривает размораживание сырьевых грузов в тепляке. После выгрузки полувагоны могут быть использованы под сдвоенные операции под погрузку.

Исходными данными для построения имитационной модели послужили:

- схема существующего путевого развития;
- технология работы транспортной системы;
- хронометражные наблюдения маневровых передвижений;
- данные анализа натуральных листов прибывающих поездов;
- информация о частоте прибытия поездов;
- информация о временах выполнения грузовых операций.

Все поезда, прибывающие на станцию, разделены на следующие группы:

1. Полносоставные поезда длиной, максимально приближенной к нормативной. В состав таких поездов входят вагоны с различными грузами. Количество вагонов с металлургическим сырьем, подлежащих размораживанию, как правило, соответствует средней перерабатывающей способности тепляка. Таким образом, все прибывшие вагоны с металлургическим сырьем перерабатываются без накопления на путях предприятия.

2. Поезда средней длины и короткие поезда. Могут включать как вагоны с разными грузами, так и вагоны преимущественно с металлургическим сырьем. В этом случае, если вагонов, требующих размораживания, было свыше суточной перерабатывающей способности тепляка, возможно их накопление на путях предприятия.

3. Поезда с большим количеством вагонов, загруженных металлургическим сырьем, и длиной, максимально приближенной к нормативной. Количество вагонов, подлежащих размораживанию, в этом случае превосходит перерабатывающую способность тепляка, вследствие чего происходит накопление вагонов на путях предприятия.

Примеры натуральных листов перечисленных групп поездов приведены на рис. 1.

На станции наблюдается неравномерность прибытия, которая заключается в количестве прибывающих поездов за одни сутки. Кроме того, как сказано выше, существует неравномерность распределения грузов в составе одного поезда. Эти неравномерности, накладываясь друг на друга, определяют режим поступления вагонов на предприятие. Неравномерность прибытия наглядно представлена на рис. 2. Из рисунка видно, что не всегда прибытие двух поездов в течение суток приводит к образованию очереди вагонов в тепляк (желтая область).

В настоящее время парк предприятия составляют 83 собственных и арендованных цистерны. Оборот одной цистерны составляет в среднем 40 суток, из них 13 суток вагон находится в пути, а 27 — простаивает на предприятии (рис. 3).

Управление процессами перевозок

Дата	Время прибытия	Медный концентрат	Кварцит	Кварцит А	Кварцит Б	Кварцит Ю	З/с концентрат	Остальные грузы	ЦС под кислоту	В/ч	Аб	ВСЕГО
01.ноя	14:38	24	4				2	2			3	35
02.ноя	14:30	34						1			3	38
03.ноя	0:02	35										35
03.ноя	14:30	9	1	2	6			7				25
04.ноя	16:25	7	5	9					2			23
05.ноя	14:08	20						1	5		3	29
06.ноя	12:41		2			13			5			20
07.ноя	15:38	11	2					1	10		12	36
07.ноя	17:33	38										38
08.ноя	4:33	36									2	38
09.ноя	9:35	16	13					2			7	38
...
21.дек	15:30	10	1					5	1	1	1	19
22.дек	14:29	1				4		3	5			13
22.дек	17:20	27									3	30
23.дек	1:52			6			6				4	16
25.дек	16:35	18	7					4	2			31
27.дек	14:35	4		2			4		13	6		29
28.дек	14:15	28									5	33
29.дек	15:50	10	8			10		1	2			31
31.дек	16:32			5	1				6	1		13
вер. нахожд.	в	90	38	26	12	26	16	41	59	16	29	100
минимум		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
максимум		38	15	9	6	14	7	12	17	12	12	45
среднее		19	5	3	3	6	3	2	4	4	3	27

Рис. 1. Составы прибывающих поездов:

- поезда с большим количеством грузов для тепляка;
- поезда средней длины (от 20 до 30 вагонов);
- полноразмерные поезда с разными грузами;
- короткие поезда (меньше 20 вагонов)

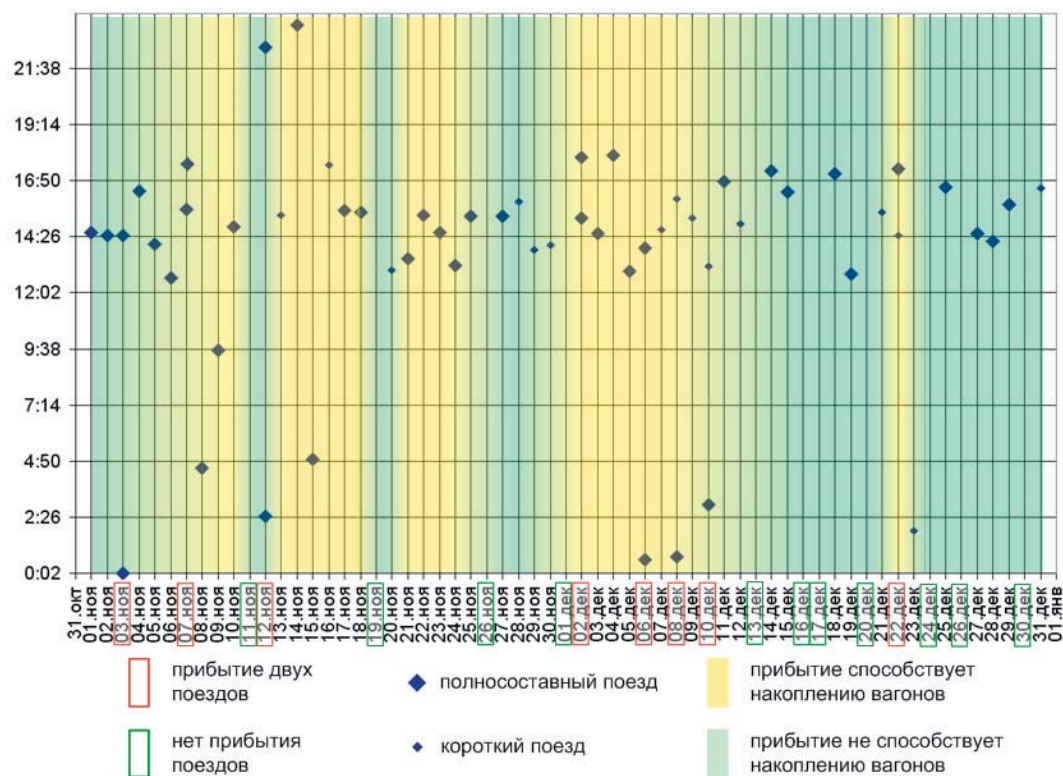


Рис. 2. Неравномерность прибытия груза на станцию

Таким образом, можно сделать вывод, что для существующих объемов погрузки парк вагонов для перевозки завышен вдвое. Негативная ситуация складывается и с полувагонами, прибывающими под выгрузку. Оборот этих вагонов на предприятии колеблется от 2 до 11 суток, в среднем 5–6 суток (рис. 4).

Время нахождения полувагонов на путях предприятия мало зависит от времени года. Объясняется это тем, что после выполнения грузовых операций собственники подвижного состава несвоевременно предоставляют информацию о станциях назначения порожних вагонов. Такая дезорганизация перевозочного процесса способствует чрезмерному простоям полувагонов, которые занимают пути станции, затрудняя работу железнодорожного транспорта предприятия и требуя дополнительных ресурсов. Если в будущем ситуация сохранится, то при увеличении объемов перевозок путей станции будет недостаточно для обслуживания производства и отстоя полувагонов. Для работы в таких условиях потребуются дополнительные пути.

В существующей ситуации к проблеме недостатка полезной длины путей, связанной с отстоем полувагонов, добавляется проблема завышенного парка цистерн, который вынужденно отстает на путях предприятия. Число вагонов зависит от востребованности продукции (рис. 5).

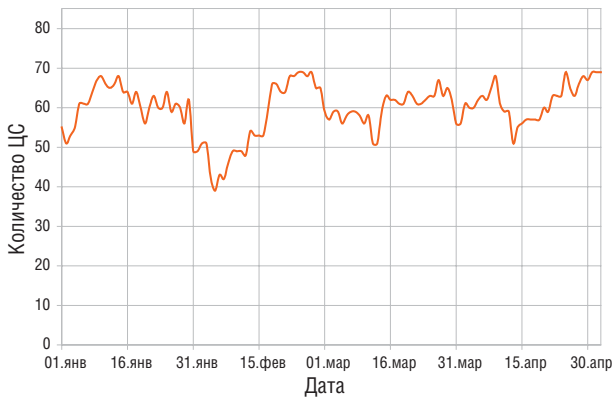


Рис. 3. Количество собственных и арендованных цистерн, находящихся на путях предприятия

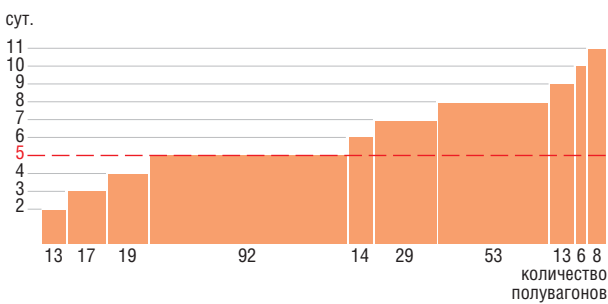


Рис. 4. Время нахождения полувагонов на путях предприятия

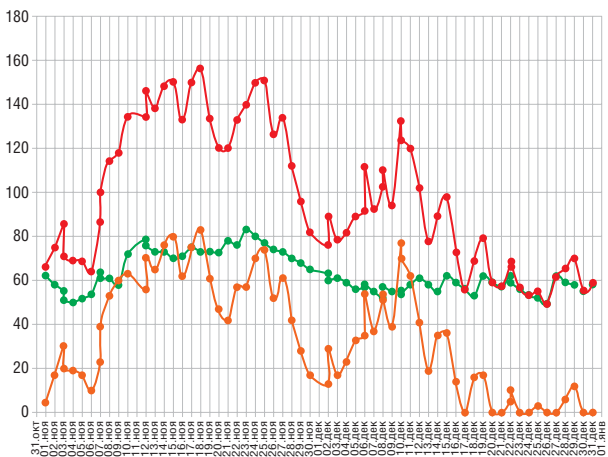


Рис. 5. Количество вагонов, находящихся на путях предприятия в отстое:
 — вагоны в очереди на разморозку;
 — порожние цистерны; — всего в отстое

Большое количество цистерн не позволяет эффективно использовать в работе пути станции. Поэтому, чтобы разгрузить станционные пути, возникает необходимость располагать цистерны, нуждающиеся в более длительном отстое, на путях, удаленных от станции и имеющих большие уклоны. Такая расстановка цистерн нарушает требования безопасности, но позволяет использовать станционные пути для выполнения маневровых

операций и отстоя вагонов с металлургическим сырьем, ожидающих очереди на подачу в тепляк. Для обеспечения работы по правилам технической эксплуатации с соблюдением требований безопасности при существующей технологии и техническом оснащении транспортная система предприятия испытывает недостаток в полезной длине путей не менее 100 условных вагонов.

Таким образом, для исследования функционирования промышленно-транспортной системы предприятия можно выделить три основных ритма поступления грузов на предприятие:

1. Равномерное поступление грузов, требующих размораживания.
2. Увеличенное количество грузов, требующих размораживания.
3. Уменьшенное количество грузов, требующих размораживания.

Поскольку эти ритмы по-разному влияют на работу транспортной системы, необходимо исследовать влияние каждого из них в отдельности. Для этого при проведении экспериментов будут созданы конкретные расчетные ситуации.

Всего на имитационной модели [3] проведено пять экспериментов с различными входными параметрами (рис. 6). Рис. 7 показывает, как изменяется очередь вагонов на размораживание по каждому из вариантов.

В результате расчетов с учетом существующих объемов производств были получены следующие основные выводы:

1. Узким местом железнодорожной системы предприятия является тепляк. Вследствие длительного процесса размораживания и наличия только двух путей тепляка не позволяет размораживать более 22 вагонов в сутки (в среднем). Среднее время размораживания одной партии вагонов составляет 16–18 часов.

2. При равномерном прибытии поездов с разными грузами тепляк справляется с размораживанием без значительного накопления вагонов.

3. При увеличении прибытия вагонов, требующих размораживания (в составе одного поезда либо при увеличении количества прибывающих поездов), тепляк не справляется с работой, и вагоны накапливаются.

4. При уменьшении прибытия вагонов, требующих размораживания, тепляк работает с накопленными ранее вагонами, уменьшая их число.

5. При накоплении более 110 вагонов в отстой возникает необходимость закреплять их на путях с большими уклонами, что нарушает требования безопасности.

6. Для обеспечения работы по ПТЭ с соблюдением требований безопасности при существующих технологии и техническом оснащении транспортная система предприятия испытывает недостаток в полезной длине путей не менее 100 условных вагонов. Для сокращения этой потребности необходимо увеличить перерабатывающую способность тепляка.

Управление процессами перевозок

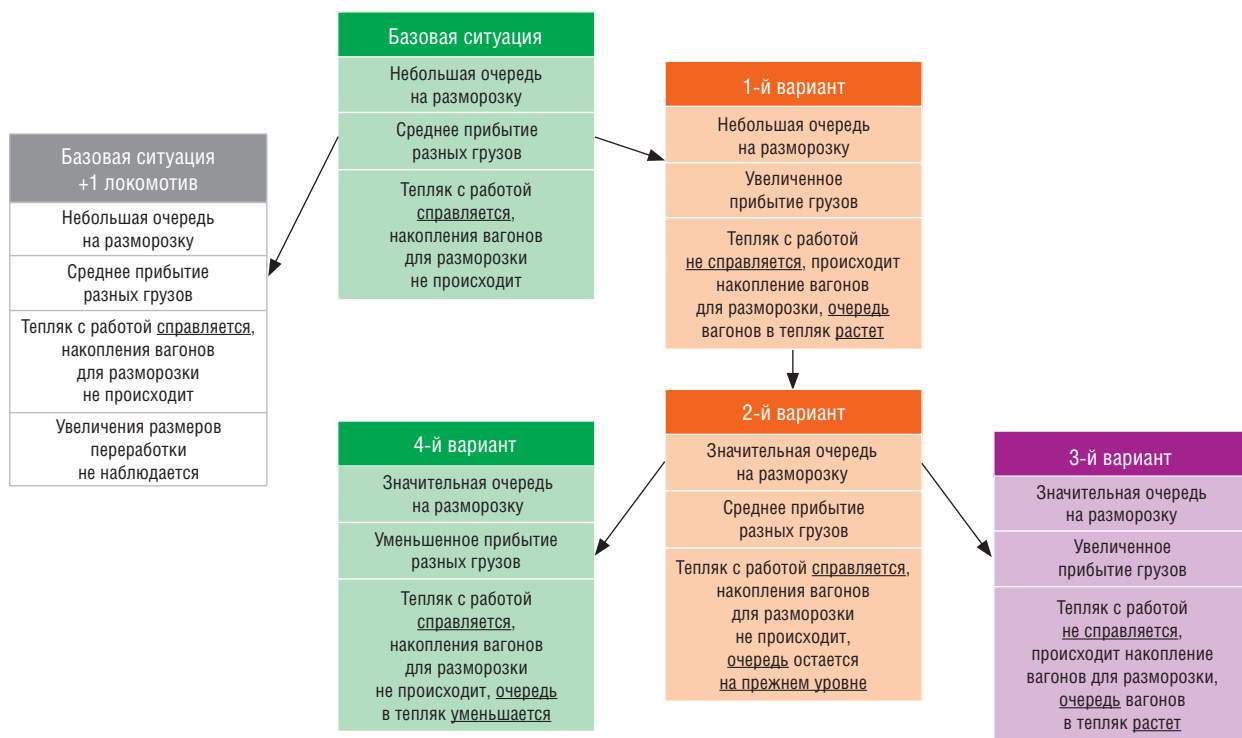


Рис. 6. Основные результаты расчетов

7. Увеличение количества локомотивов сокращает задержки, однако не позволяет увеличить объемы переработки.

8. Для освоения перспективных объемов перевозок в первую очередь требуется увеличение емкости тепляка.

9. Уровень дезорганизации перевозочного процесса носит случайный труднопрогнозируемый характер, зависящий от внешних факторов и оказывающий влияние на результаты экспериментов.

Таким образом, проведенное с помощью имитационной модели исследование доказывает, что при развитии производства необходимо уделять значительное внимание и развитию транспортных систем, обслуживающих его, поскольку только такой подход позволит исключить впоследствии ошибки при проектировании производства и транспорта. **ИТ**

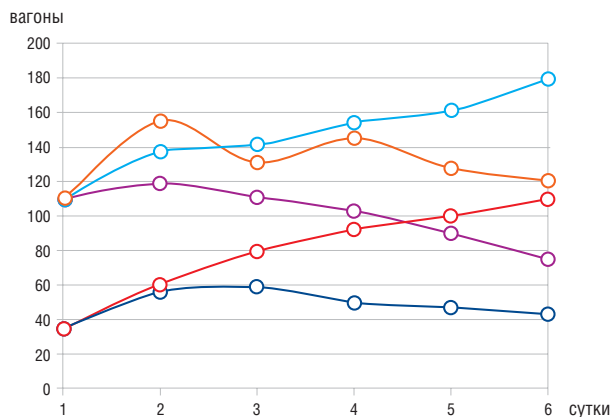


Рис. 7. Вагоны, находящиеся в очереди на размораживание: — базовая ситуация; — 1-й вариант; — 2-й вариант; — 3-й вариант; — 4-й вариант

Список литературы

1. Козлов П. А., Осокин О. В., Колокольников В. С. Структура современной имитационной системы // Труды ОАО «НИИАС»: сборник научных трудов. — 2014. — Вып. 10. — С. 102–111.
2. Колокольников В. С., Ковалев И. А. Сравнение современных методов расчета железнодорожных станций // Инновационный транспорт. — 2015. — № 1 (15). — С. 80–82. — ISSN 2311–164X.
3. Козлов П. А., Пермикин В. Ю., Колокольников В. С. Автоматизированное построение имитационных моделей крупных транспортных объектов // Транспорт Урала. — 2013. — № 2 (37). — С. 3–5. — ISSN 1815–9400.



**Ирина Викторовна
Еремина**
Irina V. Yeremina

Об отмене транспортного налога в России

Abolition of vehicle tax in Russia

Аннотация

Рассмотрены вопросы и предпосылки отмены транспортного налога в нашей стране с 1 января 2016 г. и его включения в акцизы.

Ключевые слова: транспортные средства, мощность двигателя, принципы налогообложения, акцизы.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-67-68

Summary

The issues and factors for abolition of vehicle tax in Russia from 1 January 2016 and its inclusion in the excise duties are considered.

Keywords: vehicles, engine power, taxation principles, excise duties.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-67-68

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 Yeremina, PhD in Economics, Associate Professor, Transport Economics Department, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg; e-mail: ivmanohina@mail.ru

В последние годы в нашей стране производится реформирование транспортного налога. Первым этапом этого процесса было установление налога на роскошь с 1 января 2014 г., что было рассмотрено ранее в работе «К вопросу о реформировании транспортного налога» [1]. Таким образом, в соответствии с п. 2 ст. 362 Налогового кодекса, начиная с 1 января 2014 г. владельцы легковых автомобилей, средняя стоимость которых более 3 млн руб., платят транспортный налог с учетом повышающих коэффициентов.

На протяжении этого года в Госдуме ведется дискуссия о продолжении реформирования транспортного налога, в связи с чем неоднократно поднимался вопрос о его отмене, который впервые возник еще четыре года назад. В апреле 2015 г. депутатами фракции «Справедливая Россия» в Госдуму внесен проект закона № 782404–6.

В этом документе предлагается упразднить транспортный налог с 2016 г. Авторы проекта указали, что и президент, и Минтранс поддерживают идею отмены транспортного налога. Правда, в официальных кругах взамен приводился альтернативный вариант — повысить акцизы на топливо, чтобы работало правило «пользователь платит, когда едет». Но в проекте о такой альтернативе не указывается.

Такое изменение позволит решить две основные проблемы существования транспортного налога. Во-первых, при его замене акцизом на бензин водитель будет платить в соответствии с тем, сколько он проехал. Отметим, что сейчас транспортный налог в отношении транспортных средств, имеющих двигатели, определяется как мощность двигателя транспортного средства в лошадиных силах. Однако в условиях технического прогресса двигатель современного автомобиля с меньшей мощностью в лошадиных силах способен разогнать машину до достаточно высокой скорости. Кроме того, не секрет, что существует значительное число автомобилистов, которые в течение года довольно редко используют свое транспортное средство, выезжая, например, только летом или вообще раз в неделю на дачу в сезон. А все остальное время машина стоит в гараже.

Включение транспортного налога в акцизы на бензин позволит дифференцировать платежи налогоплательщиков. Тот, кто больше ездит, будет больше покупать бензина и, следовательно, больше платить акцизного налога. А тот, у кого более мощный автомобиль, потребляющий больше бензина, будет платить больший акциз на бензин. Такой автомобиль производит больше вредных выбросов в окружающую среду, следовательно, реформирование транспортного налога приводит его в соответствие с концепцией устойчивого развития, поддерживаемой во всем мире и в том числе Россией. Таким образом, акциз на бензин может заменить налог на экологичность, который также сейчас активно обсуждается.

Минфин высказал опасение, что повышение акциза приведет к значительному росту цен на бензин. Однако,

как утверждает председатель Комитета Госдумы по транспорту Евгений Москвичев, увеличение цен на бензин не будет носить глобальный характер — бензин станет дороже не более чем на 1 рубль за литр [2].

Замена транспортного налога акцизом на бензин с 2016 г. позволит освободить от налога:

- автомобили, использующие в качестве топлива природный газ;
- электромобили, заряжаемые от автономного источника электроэнергии.

Известно, что в последнее время на газовое топливо активно переводятся общественный транспорт и автомобили дорожно-коммунальных служб. Изменения помогут предприятиям этой сферы и дальше переводить свой автопарк на газовое топливо. Это сэкономит им средства на закупку топлива и улучшит экологическую ситуацию в городах.

Во-вторых, наличие транспортного налога противоречит самой идее налогообложения, их общественному предназначению. Реализация общественного предназначения налогов должна воплощаться в налоговой системе страны, соответствовать базовым правилам и положениям теории налогообложения. Эти правила и положения образуют совокупность принципов налогообложения, определяющих направленность налоговой политики и составляющих основу построения налоговой системы.

Для каждой страны существует своя совокупность универсальных принципов, основу которых составляют принципы, разработанные еще А. Смитом и А. Вагнером. Безусловно, эти принципы эволюционируют вместе с обществом. Они дополняются и уточняются в связи с объективными потребностями социально-экономического развития [3].

В классической совокупности принципов одним из ключевых экономических принципов выделен принцип эффективности, или принцип экономичности. В соответствии с ним подразумевается установление таких налогов, чтобы поступления по каждому налогу существенно перекрывали затраты государства на его администрирование. По транспортному налогу данный принцип реализуется далеко не в полной мере. Усилия налоговых органов по выявлению объектов налогообложения, рассылке извещений, контролю за уплатой едва перекрывают поступления от них. При этом, по оценкам экспертов, собираемость по транспортному налогу составляет чуть больше 40%. Если он будет включен в акциз на бензин, то платить его будут все.

Есть опасения, что в этом случае возникнут сложности администрирования такого акциза. Именно по этой причине три года назад Минфин РФ высказался против принятия закона об отмене транспортного налога и его включения в акциз на бензин. Но сейчас значительная часть учетов переведена в электронную форму, то есть выделение акциза за использование дорог из стоимости бензина и перечисление его в соответствующий бюджет не будет трудоемким процессом. **ИТ**

Список литературы

1. Еремина И. В. К вопросу о реформировании транспортного налога в России // Инновационный транспорт. — 2014. — № 4 (14). — С. 37–40. — ISSN 2311–164X.
2. Транспортный налог будет отменен [Электронный ресурс]. — URL: <http://sovetnik.consultant.ru>
3. Майбуров И. А. Налоги и налогообложение. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010. — 559 с.



**Андрей Александрович
Радионо́в**
Andrey A. Radionov



**Алексе́й Дми́триевич
Черныше́в**
Aleksey D. Chernyshev

Математическая модель движения автомобиля

Mathematical model of vehicle motion

Аннотация

В статье рассматривается плоскопараллельное движение автомобиля, предложено описание математической модели четырехколесного автомобиля с индивидуальным электроприводом каждого колеса, организованного на основе системы «мотор-колесо», дана структурная схема математической модели. После чего математическая модель была реализована в программе MATLAB Simulink.

Ключевые слова: математическая модель, автомобиль, плоскопараллельное движение, MATLAB Simulink, мотор-колесо.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-69-73

Summary

The article deals with plane-parallel motion of an automobile; a mathematical model of a four-wheeled vehicle with an individual electric drive for each wheel arranged according to “motor-wheel” scheme is proposed, a block diagram of the mathematical model is given. After that, the mathematical model was implemented in MATLAB Simulink.

Keywords: mathematical model, automobile, plane-parallel motion, MATLAB Simulink, motor-wheel.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-69-73

Авторы Authors

Андрей Александрович Радионо́в, профессор, доктор технических наук, проректор по учебной работе Южно-Уральского государственного университета (НИУ), Челябинск, e-mail: RadionovAA@rambler.ru | **Алексе́й Дми́триевич Черныше́в**, аспирант базовой кафедры «Мехатроника» Южно-Уральского государственного университета (НИУ), Челябинск; e-mail: fis6en@gmail.com

Andrey Aleksandrovich Radionov, Professor, DSc in Engineering, Vice-Rector for Academic Affairs of the South Ural State University (NIU), Chelyabinsk, e-mail: RadionovAA@rambler.ru | **Aleksey Dmitrievich Chernyshev**, PhD student, Department of Mechatronics Basic Department, South Ural State University (NIU), Chelyabinsk; e-mail: fis6en@gmail.com

Введение

В настоящее время при проектировании любого сложного технического устройства разработчики создают его математическую модель, автомобиль в этом случае не является исключением. Математическая модель необходима для проверки работоспособности технического объекта и проведения его исследований. Математическая модель позволяет снизить количество ресурсов, необходимых для создания конечного продукта. Объем и качество информации зависит только от того, насколько детально проработана модель.

Описание математической модели

Движение автомобиля рассматривается как плоскопараллельное движение твердого тела по горизонтальной поверхности (рис. 1). Такое допущение сделано для упрощения системы уравнений, описывающих движение. В общем случае движение автомобиля в плоскости можно описать следующей системой дифференциальных уравнений [1]:

$$\begin{cases} \vec{a} = \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^4 \vec{P}_{fi} + \sum_{i=1}^4 \vec{R}_i + \vec{P}_w \right) \\ J_z \frac{d\omega_z}{dt} = \sum_{i=1}^4 M_{nki} + \sum_{i=1}^4 M(\vec{R}_i) + \sum_{i=1}^4 M(\vec{P}_{fi}) \end{cases}, \quad (1)$$

где \vec{a} — вектор ускорения центра масс автомобиля; m — масса автомобиля; \vec{P}_{fi} — вектор силы сопротивления прямолинейному движению i -го колеса; \vec{R}_i — вектор силы взаимодействия с грунтом i -го колеса; \vec{P}_w — вектор силы сопротивления воздуха; J_z — момент инерции автомобиля относительно оси z ; M_{nki} — момент сопротивления повороту i -го колеса.

Ускорение точки при плоскопараллельном движении может быть определено как

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} + \omega_z \vec{V}, \quad (2)$$

где dV/dt — относительная производная скорости центра масс автомобиля.

Из рис. 1 видно, что проекции скоростей в координатах x', y', z' :

$$\begin{cases} V_{x'} = \frac{dy'}{dt} = V_x \cos \theta - V_y \sin \theta \\ V_{y'} = \frac{dx'}{dt} = V_x \sin \theta + V_y \cos \theta \end{cases}. \quad (3)$$

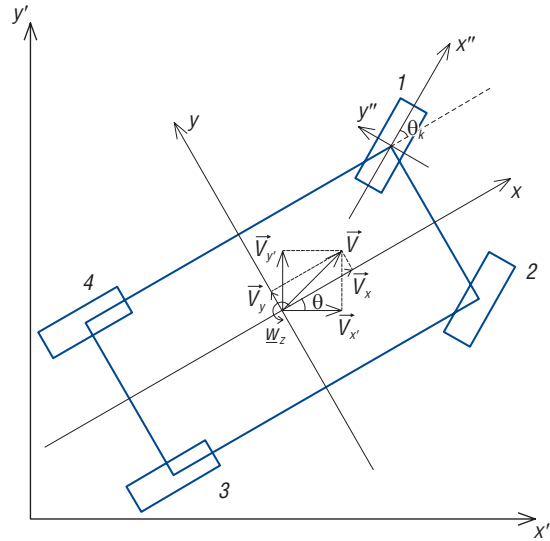


Рис. 1. Расчетная схема движения автомобиля: x, y, z — оси подвижной системы координат, жестко связанной с автомобилем; x', y', z' — оси неподвижной системы координат; θ — угол поворота автомобиля вокруг оси z' относительно оси x' ; \vec{V} — вектор скорости центра автомобиля; ω_z — вектор угловой скорости поворота автомобиля

Учитывая, что

$$\omega_z = d\theta/dt, \quad (4)$$

при совместном рассмотрении формул (1) — (4) можно записать следующую систему уравнений в проекциях на оси координат:

$$\begin{cases} a_x = \frac{dV_x}{dt} - \omega_z V_y = \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^4 P_{xi} + \sum_{i=1}^4 R_{xi} + P_{wx} \right) \\ a_y = \frac{dV_y}{dt} + \omega_z V_x = \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^4 P_{yi} + \sum_{i=1}^4 R_{yi} + P_{wy} \right) \\ J_z \frac{d\omega_z}{dt} = \sum_{i=1}^4 M_{nki} + \sum_{i=1}^4 M(\vec{R}_i) + \sum_{i=1}^4 M(\vec{P}_{fi}) \\ V_{x'} = \frac{dy'}{dt} = V_x \cos \theta - V_y \sin \theta \\ V_{y'} = \frac{dx'}{dt} = V_x \sin \theta + V_y \cos \theta \\ \omega_z = \frac{d\theta}{dt} \end{cases}, \quad (5)$$

где a_x, a_y — проекции ускорения центра масс автомобиля на оси координат x, y, z ; $P_{xi}, P_{yi}, R_{xi}, R_{yi}, P_{wx}, P_{wy}$ — проекции сил действующих на автомобиль в координатах x, y, z .

Для решения данной системы уравнений необходимо определить силы, действующие на автомобиль в каждый момент времени. Для этого рассмотрим одно из колес автомобиля, изобразив расчетную схему сил

и моментов, действующих на колесо со стороны дороги (рис. 2). Для расчета сил используем зависимости, приведенные в [2].

Момент и сила сопротивления качению зависят от свойств покрышки и поверхности, по которой перемещается автомобиль, а также пропорциональны значению нормальных реакций Q_i , которые находятся из системы уравнений:

$$\begin{cases} Q_1 - Q_2 + Q_3 - Q_4 = 0 \\ Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = mg \\ Q_1 x_1 + Q_2 x_2 + Q_3 x_3 + Q_4 x_4 = -m a_x H_z \\ Q_1 y_1 + Q_2 y_2 + Q_3 y_3 + Q_4 y_4 = -m a_y H_z \end{cases}, \quad (6)$$

где x_i, y_i — координаты i -го колеса в подвижной системе координат $x-y$; H_z — высота, на которой находится центр масс автомобиля.

Первое уравнение основано на утверждении, что концы векторов нормальных реакций лежат в одной плоскости; второе выводится из условия равенства суммы нормальных реакций и веса автомобиля; третье и четвертое — из условия равенства моментов.

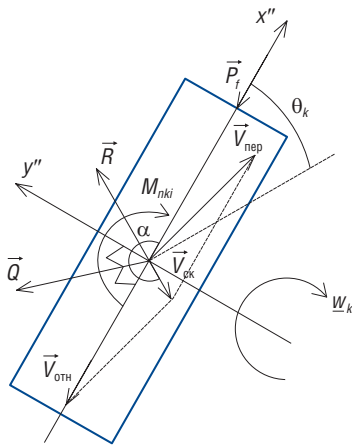


Рис. 2. Расчетная схема сил и моментов, действующих на колесо со стороны опорной поверхности

Из расчетной схемы (рис. 2) можно определить силы, действующие на колесо и его линейные скорости. Вектор скорости скольжения нижней точки колеса $\vec{V}_{ск}''$ в системе координат $x''-y''$ определяется:

$$\vec{V}_{ск}'' = \vec{V}_{пер}'' + \vec{V}_{отн}'' \quad (7)$$

где $\vec{V}_{пер}''$ — вектор переносной скорости в системе координат $x''-y''$; $\vec{V}_{отн}''$ — вектор относительной скорости в системе координат $x''-y''$.

Вектор переносной скорости:

$$\vec{V}_{пер}'' = \vec{V} + \vec{\omega} \times \vec{\rho}, \quad (8)$$

где $\vec{\omega}$ — вектор угловой скорости подвижной системы координат относительно неподвижной системы координат; $\vec{\rho}$ — радиус-вектор, определяющий положение подвижной системы координат.

Соответственно, проекции вектора переносной скорости в $x''-y''$:

$$\begin{cases} V_{перx} = V_x - \omega_z y_k \\ V_{перy} = V_y + \omega_z x_k \end{cases}, \quad (9)$$

где V_x, V_y — проекции вектора скорости автомобиля на оси $x-y$; ω_z — угловая скорость поворота автомобиля; x_k, y_k — координаты колеса в системе $x-y$.

Тогда проекции вектора переносной скорости в системе координат $x''-y''$:

$$\begin{cases} V_{перx}'' = (V_x - \omega_z y_k) \cos \theta_k + (V_y + \omega_z x_k) \sin \theta_k \\ V_{перy}'' = -(V_x - \omega_z y_k) \sin \theta_k + (V_y + \omega_z x_k) \cos \theta_k \end{cases}, \quad (10)$$

где θ — угол поворота колеса относительно скорости на оси координат.

Таким образом, проекции вектора относительной скорости на $x''-y''$:

$$\begin{cases} V_{отнx}'' = \omega_k r_k \\ V_{отny}'' = 0 \end{cases}, \quad (11)$$

где ω_k — угловая скорость колеса, r_k — динамический радиус колеса.

Отсюда следует, что проекции вектора скорости скольжения на $x''-y''$:

$$\begin{cases} V_x'' = (V_x - \omega_z y_k) \cos \theta_k + (V_y + \omega_z x_k) \sin \theta_k - \omega_k r_k \\ V_y'' = -(V_x - \omega_z y_k) \sin \theta_k + (V_y + \omega_z x_k) \cos \theta_k \\ V_{ск}'' = \sqrt{V_x''^2 + V_y''^2} \end{cases}. \quad (12)$$

Коэффициент скольжения по модели «с прямоугольным отпечатком» [3] расчета взаимодействия колеса с опорной поверхностью:

$$S = \frac{V_{ск}''}{\omega_k r_k}. \quad (13)$$

Величина силы взаимодействия колеса с дорогой:

$$R = \mu_s Q, \quad (14)$$

где μ_s — коэффициент трения частичного скольжения [4]:

$$\mu_s = \mu_{s\alpha\max} \left(1 - e^{-\frac{s}{S_0}}\right) \left(1 + e^{-\frac{s}{S_1}}\right), \quad (15)$$

где S_0 и S_1 — постоянные, $\mu_{s\alpha\max}$ — коэффициент трения полного скольжения для угла поворота вектора скорости скольжения, относительно оси $x''\alpha$:

$$\mu_{s\alpha\max} = \frac{\mu_{sx\max} \mu_{sy\max}}{\sqrt{\mu_{sx\max}^2 \sin^2 \alpha + \mu_{sy\max}^2 \cos^2 \alpha}}, \quad (16)$$

где $\mu_{sx\max}$ и $\mu_{sy\max}$ — параметры эллипса трения, определяются опытным путем,

$$\begin{cases} \sin \alpha = \frac{V''_{cky}}{V''_{ck}} \\ \cos \alpha = \frac{V''_{ckx}}{V''_{ck}} \end{cases}. \quad (17)$$

Вектор силы взаимодействия с опорным грунтом всегда направлен противоположно вектору скорости скольжения. Его проекции на $x''-y''$:

$$\begin{cases} R''_x = -R \cos \alpha \\ R''_y = -R \sin \alpha \end{cases}. \quad (18)$$

Тогда его проекции на $x-y$:

$$\begin{cases} R_x = R''_x \cos \theta_k - R''_y \sin \theta_k \\ R_y = R''_x \sin \theta_k + R''_y \cos \theta_k \end{cases}. \quad (19)$$

Величина силы сопротивления прямолинейному движению:

$$P_f = fQ, \quad (20)$$

где f — коэффициент сопротивления прямолинейному движению колеса.

Вектор \vec{P}_f противоположен проекции переносной скорости на x'' . Поэтому его проекции на $x-y$:

$$\begin{cases} P_{fx} = -P_f \frac{V_{\text{неп}x}}{|V''_{\text{неп}}|} \cos \theta_k \\ P_{fy} = -P_f \frac{V_{\text{неп}x}}{|V''_{\text{неп}}|} \sin \theta_k \end{cases}. \quad (21)$$

Примем, что \vec{P}_w , направлен противоположно вектору скорости центра масс автомобиля, тогда:

$$P_w = c_x F q_v, \quad (22)$$

где c_x — коэффициент обтекаемости; F — лобовая площадь автомобиля;

$$F = k_{\text{лог}} B H, \quad (23)$$

где $k_{\text{лог}} = 0,25 \dots 0,45$ — коэффициент лобовой формы автомобиля; B и H — колея и высота машины соответственно;

$$q_v = \rho_v V^2 / 2, \quad (24)$$

где ρ_v — плотность воздуха.

Скольжение отпечатка шины обуславливает присутствие момента сопротивления повороту. Для решения поставленной задачи с допустимой точностью можно воспользоваться следующей системой уравнений для нахождения момента сопротивления повороту [5]:

$$\begin{cases} M_{nki} = \frac{M_{\text{пкmax}}}{1 + 0,15 \frac{R_{nki}}{b_k}} \\ M_{\text{пкmax}} = 0,375 \mu_{s\alpha\max} Q \sqrt{\frac{\pi l_k b_k}{4}} \end{cases}, \quad (25)$$

где $M_{\text{пкmax}}$ — момент сопротивления повороту колеса стоя на месте; l_k и b_k — длина и ширина пятна контакта; R_{nki} — радиус траектории колеса.

Использование индивидуального привода каждого колеса позволяет полностью реализовать достоинства электрического привода [6]. Для питания двигателей электрической трансмиссии могут использоваться преобразователи, описанные, например, в [7, 8]. Такая трансмиссия позволит индивидуально для каждого колеса управлять тяговыми характеристиками. Что в свою очередь позволит сформировать оптимальный режим работы, минимизировать движение колеса юзом и буксом, реализовать быстродействующие системы активной безопасности.

Трансмиссия автомобиля с колесной формулой 4×4 с независимым приводом каждого колеса по принципу «мотор-колесо» описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} J_{k1} \frac{d\omega_{k1}}{dt} = M_{d1} - M_{c1} \\ J_{k2} \frac{d\omega_{k2}}{dt} = M_{d2} - M_{c2} \\ J_{k3} \frac{d\omega_{k3}}{dt} = M_{d3} - M_{c3} \\ J_{k4} \frac{d\omega_{k4}}{dt} = M_{d4} - M_{c4} \end{cases}, \quad (26)$$

где J_{ki} — момент инерции i -го мотор-колеса; M_{di} — момент, развиваемый i -м мотор-колесом, M_{ci} — момент сопротивления на i -м колесе.

Реализация математической модели

На основании (5)–(26) в программе MATLAB Simulink была создана математическая модель расчета сил и моментов, действующих на колеса автомобиля и сам автомобиль. В предложенной модели входными воздействиями являются: линейная скорость автомобиля, угловая скорость поворота автомобиля, угловые скорости вращения колес, угол поворота колес и нормальные реакции колес. Выходными координатами — значения для проекций силы взаимодействия колеса с опорной поверхностью, проекций силы сопротивления воздушной среды, проекций силы сопротивления прямолинейному движению колеса, моментов сопротивления повороту колес.

На рис. 3 представлена структурная схема математической модели автомобиля.



Рис. 3. Структурная схема математической модели автомобиля

Блок «Body» моделирует движение автомобиля в плоскости как плоскопараллельное движение твердого тела (5). Блок «Calculation of forces» производит расчет сил в каждый момент времени (6)–(25). Блок «Transmission» является математической моделью трансмиссии с индивидуальным электроприводом каждого колеса (26). Блок «Control System» является системой управления, которая осуществляет задание на формирование тяговых моментов на каждом колесе.

Заключение

Данная математическая модель используется при разработке систем автоматического управления движением автомобиля с электроприводом, в том числе систем активной безопасности. Кроме того, позволяет выполнять проверку их работоспособности. **ИТ**

Список литературы

1. Марохин С. М. Прогнозирование характеристик подвижности спецавтомобиля, оснащенного системами активной безопасности : дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. — М. : ООО «ДИСА», 2005. — 146 с.
2. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин : учеб. для студентов машиностроительных специальностей вузов. — 2-е изд., доп. и перераб. — М. : Машиностроение, 1990. — 352 с.
3. Рождественский Ю. Л., Машков К. Ю. О формировании реакций при качении упругого колеса по недеформируемому основанию // Труды МВТУ. — 1982. — № 390. — С. 56–64.
4. Эллис Д. Р. Управляемость автомобиля / пер. с англ. — М. : Машиностроение, 1975. — 216 с.
5. Потоскуев С. В. Повышение скорости выполнения маневров автомобиля с помощью принудительного задания соотношения скоростей вращения колес // Известия высших учебных заведений. — 2011. — № 5. — С. 12–20.
6. Радионов А. А., Чернышев А. Д. Формирование технических требований к трансмиссии автомобиля // Наука и производство Урала. — 2015. — № 11. — С. 84–89.
7. Radionov A. A., Maklakov A. S., Karyakina E. A. New control method of back to back converter // International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 : Proceedings. — 2015. DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147135.
8. Maklakov A. S., Radionov A. A. EMC evaluation of three level NPC converter based on space vector PWM // Proceedings of the 2015 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference, EIConRusNW 2015. — P. 236–240. DOI: 10.1109/EIConRusNW.2015.7102269.



**Алексей
Алексеевич
Цариков**
Aleksey A.
Tsarikov



**Наталья
Александровна
Обухова**
Natalya A.
Obukhova



**Ничад
Загид Оглы
Мирзоев**
Nichad Z.
Ogly Mirzoev

Эволюция системы заторов на улично-дорожной сети города Екатеринбурга

Evolution of congestion system on the road network of Ekaterinburg

Аннотация

В статье приводятся результаты исследования нарастания транспортных затруднений на УДС г. Екатеринбурга в 2000–2013 гг. Для пространственного анализа образования заторов и выявления тенденций выделено три зоны города Екатеринбурга: центральная, срединная и периферийная.

Ключевые слова: затор, улично-дорожная сеть (УДС), интенсивность движения.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-74-86

Summary

The article presents the results of a study of the growth of traffic congestions on Ekaterinburg road network in 2000-2013. Three zones have been defined in Ekaterinburg to perform spatial analysis of congestions and identify trends: central, middle and peripheral zone.

Keywords: congestion, road network, traffic density.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-74-86

Авторы Authors

Алексей Алексеевич Цариков, канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (УГЛТУ), Екатеринбург; e-mail: Zarikof@mail.ru. | **Наталья Александровна Обухова**, аспирант ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (УГЛТУ), Екатеринбург; e-mail: tasiao@rambler.ru | **Ничад Загид Оглы Мирзоев**, соискатель ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (УГЛТУ), Екатеринбург; e-mail: mnizhad@mail.ru.

Aleksey Alekseevich Tsarikov, PhD in Engineering, Associate Professor, FGBOU VPO Ural State Forestry University (USFEU), Ekaterinburg; e-mail: Zarikof@mail.ru | **Natalya Aleksandrovna Obukhova**, PhD student, FGBOU VPO Ural State Forestry University (USFEU), Ekaterinburg; e-mail: tasiao@rambler.ru | **Nichad Zagid Ogly Mirzoev**, PhD student, FGBOU VPO Ural State Forestry University (USFEU), Ekaterinburg; e-mail: mnizhad@mail.ru

Первоначально необходимо рассмотреть само понятие «затор». В источнике [1] понятие «дорожный затор», или «автомобильная пробка», определяется как скопление на дороге транспортных средств, движущихся со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги.

Вместе с этим в действующих в Российской Федерации правилах дорожного движения не содержатся прямые определения понятий «затор» и «пробка». При этом п. 13.2 косвенно указывает на один из признаков затора при проезде перекрестка — ситуацию, когда водитель вынужден остановиться на перекрестке, «создав препятствие для движения транспортных средств в поперечном направлении». Во избежание создания пробки для всех направлений движения выезд на перекресток в такой обстановке запрещен, независимо от сигналов светофора [2].

В целом затор (пробка) для транспортной науки РФ понятие новое и малоизученное. Фактически отсутствуют исследования в данной области, а также серьезные монографии и пособия по причинам образования заторов и методам борьбы с ними.

В настоящее время транспортная система Екатеринбурга не отвечает существующим потребностям в обеспечении пассажирских и грузовых перевозок автомобильным транспортом. Наиболее значимой проблемой городской транспортной системы в настоящее время является несоответствие темпов развития и технического состояния сети магистральных улиц сложившемуся спросу на грузовые и пассажирские передвижения на автомобильном транспорте.

Темпы роста уровня автомобилизации в последние несколько лет превышают темпы развития городской дорожно-транспортной инфраструктуры, что привело к превышению спроса над транспортным предложением. Как следствие, происходит увеличение транспортной нагрузки на элементы транспортной системы, ухудшение условий движения автотранспорта, регулярное возникновение заторовых ситуаций на городских магистралях. Не соответствующий транспортным потокам уровень развития дорожной инфраструктуры, невысокий уровень транспортной доступности различных городских территорий также приводят к снижению скорости движения автомобильного транспорта.

Появление транспортных затруднений в Екатеринбурге в середине 80-х годов прошлого века не выглядело угрожающим, и казалось, что со временем по мере развития города они исчезнут [3]. Год от года, однако, ситуация менялась в худшую сторону.

Исследования проблемных мест в 2001 г. показали наличие около 40 пересечений, где необходимо было повышение пропускной способности.

В 2004 г. немногочисленными специалистами Екатеринбурга по организации движения была предпринята масштабная работа по изменению схем регулирования на пересечениях — всего за год было изменено более 70 схем и режимов светофорного регулирования. Несмотря на это, количество заторов увеличилось и зафиксировано на 50 перекрестках.

Уже в 2005 г. количество заторов резко возросло и в вечерние часы пик достигло 93 [4, 5]. Стало ясно, что проблемы достигли катастрофических масштабов и для их решения необходимы системные мероприятия по всему городу и УДС (рис. 1, 2).

Как видно из рис. 1 и 2, уже в 2005 г. структура и направленность заторов, а точнее очередей перед перекрестками, отличалась в утренний и вечерний часы пик. Поскольку Екатеринбург уже в начале 2000-х годов был постиндустриальным городом с ярко выраженным центром, то в утренние часы пик все потоки были направлены в сторону центра. Это означает, что заторы наблюдались при движении от периферии к центру (рис. 1). При этом при движении от центра к периферии движение было относительно свободным (кроме центральной зоны города).

Напротив, в вечерние часы пик работники предприятий, расположенных в центре города, двигались от центра к периферии, что приводило к росту заторов от центра к окраинам (рис. 2). Необходимо отметить, что крайне сложная ситуация в 2005 г. наблюдалась именно в центральной зоне: преодолев центр, автолюбители в большинстве случаев отмечали снижение количества затруднений.

Данный период примечателен тем, что в вечерние часы пик часто наблюдались сетевые заторы. То есть очереди из автомобилей перекрывали стоп-линию следующего перекрестка, что парализовало работу поперечных магистралей, а это, в свою очередь, приводило к сетевому затору. Обычно сетевые заторы возникали в вечерние часы пик и парализовывали движение в центральной зоне. При этом сетевые заторы центральной части города оказывали влияние и на движение в срединных районах.

В 2005 г. специалистам стало понятно, что проблема заторов достигла значительных масштабов и решить проблемы движения в городе можно только снижением интенсивности движения по всей сети, то есть практически все мероприятия по реконструкции сети в центральной и срединной зоне уже в 2005 г. не давали положительного эффекта. Стоило улучшить условия движения на одном узле, как через неделю интенсивность возрастала за счет перераспределения транспортных потоков по сети, и перекресток «вставал» в такую же пробку.

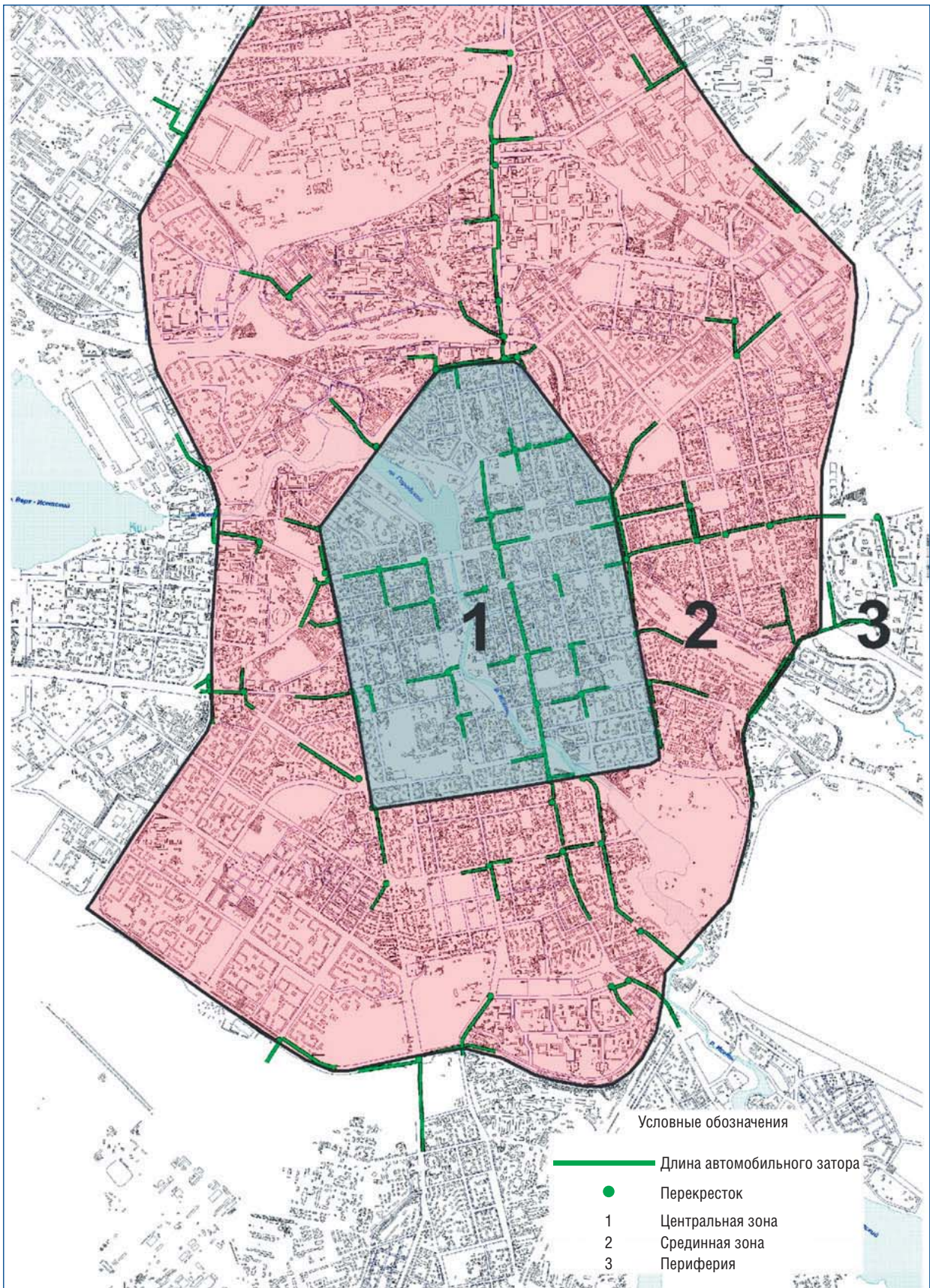


Рис. 1. Схема утренних заторов на улично-дорожной сети г. Екатерининбурга в 2005 г.

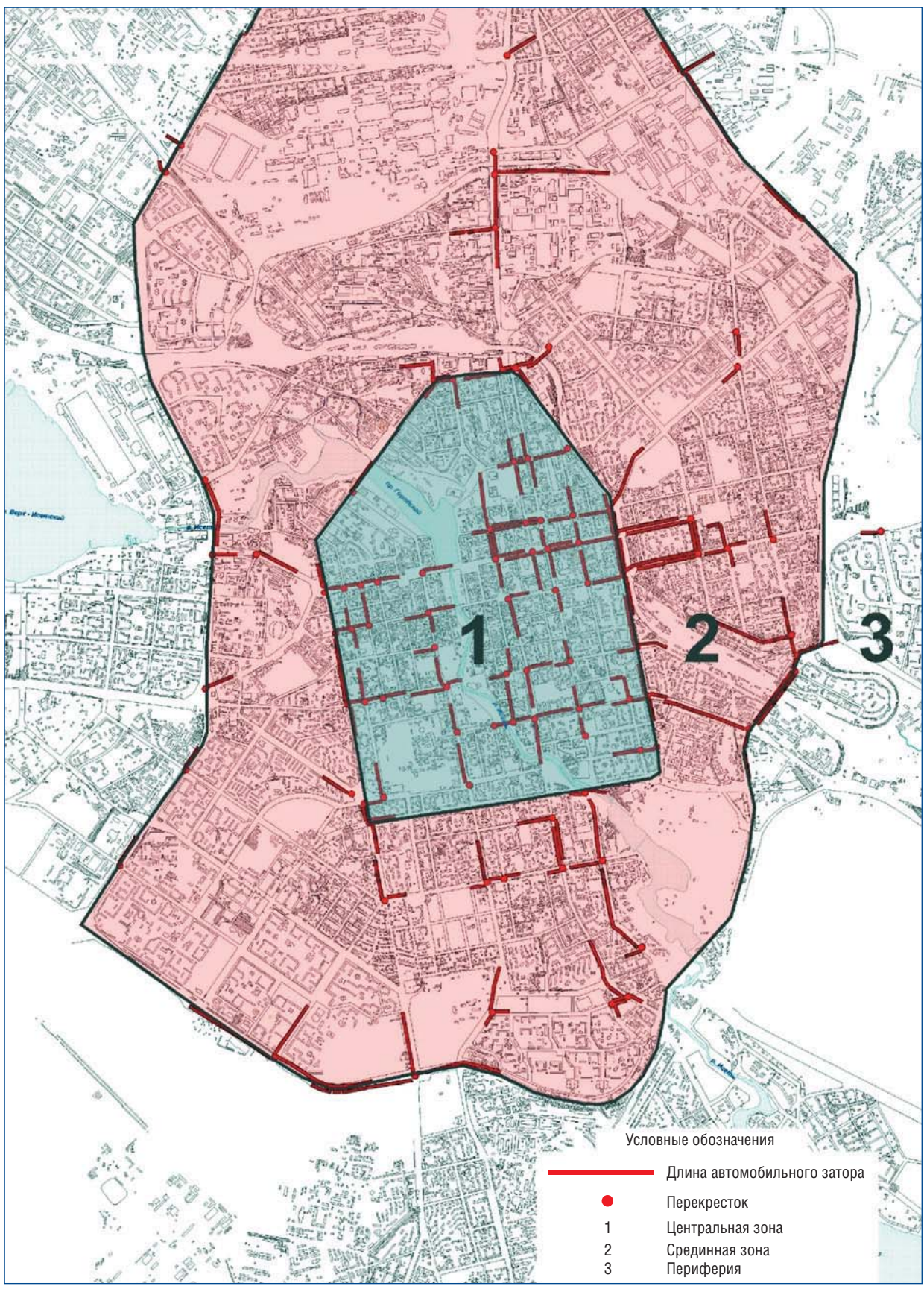


Рис. 2. Схема вечерних заторов на улично-дорожной сети г. Екатеринбурга в 2005 г.

Дальнейшие исследования 2007 г. показали, что количество заторов за два года выросло до 130 [4, 5]. Как видно из рис. 3, наиболее существенный рост заторов зафиксирован в срединной зоне. В данный период времени у специалистов сложилось четкое мнение, что через 2–3 года в городе наступит транспортный коллапс. Прогнозы отягощались тем, что небольшой прирост количества автомобилей, двигающихся одновременно по улицам, давал значительное (в некоторых случаях двукратное) снижение скорости. Таким образом, перспективы роста заторов представлялись крайне негативными. При этом администрация города не понимала того, что проблема заторов приобрела огромные масштабы и необходимо срочно переходить к мероприятиям по снижению объемов перемещений на индивидуальном транспорте в рабочие дни.

Как сказано выше, первоначально заторы появлялись в центральной зоне города; казалось, что срединная и периферийная зоны имеют запас прочности по пропускной способности УДС. Но рост уровня автомобилизации привел к тому, что очень быстро стали появляться заторы, а потом и пробки, в срединной и периферийной зоне. Поэтому процесс движения перешел на новый уровень сложности. Если раньше достаточно было преодолеть центр, и путь для движения был свободен, то с появлением проблем в срединной и периферийной зонах движение по городу в часы пик стало крайне затруднительным.

Данный факт подтвердился при разработке комплексной транспортной схемы Екатеринбургской агломерации (КТС). В рамках КТС также проводилось исследование заторов на улично-дорожной сети городов агломерации, которое показало что к 2013 г. количество заторов выросло до 217. При этом стоит отметить рост количества перекрестков, работающих в режиме заторов в утренний час пик. В предыдущие периоды исследований вечерний час пик имел большее количество заторов [6].

Отметим тот факт, что уже давно не только в часы пик, но и в межпиковые периоды пробки на УДС охватывают в Екатеринбурге и центральную, и срединную зоны города, и даже частично периферийную зону (рис. 4, 5). Как видно из рис. 6, заторы образуют 5–6 периметров вокруг центрального ядра. После прохождения одного из периметров автомобилисты «натякаются» на следующий периметр, а за ним на третий. Попытки объезда пробок заканчиваются безрезультатно, поскольку на других направлениях существуют аналогичные периметры заторов. Особенно сложная ситуация с заторами возникает в срединной и центральной зонах, несмотря

на более высокую плотность УДС в этих зонах по сравнению с периферийной зоной.

Данный факт опровергает утверждение, что в пробках стоят неосведомленные водители, и если знать, каким путем ехать, то можно избежать затруднений. Поэтому на определенных этапах эволюции заторов осведомленность о транспортной ситуации на улично-дорожной сети не позволяла выбирать оптимальные маршруты движения.

Исследования 2013 г. выявили несколько интересных фактов. Первый факт опроверг прогноз 2007 г. о том, что в ближайшие 2–3 года в городе наступит транспортный коллапс. В действительности, несмотря на значительный рост количества заторов и ухудшения условий транспортного обслуживания, коллапс не наступил.

Сравнение интенсивности движения транспортных потоков на перекрестках в 2005 и 2013 гг. показал, что на 70 % перекрестков интенсивность движения практически не изменилась, на 15 % — увеличилась незначительно, а на 15 % — перераспределилась внутри узла по направлениям. Таким образом, можно констатировать второй факт: несмотря на практически двукратный рост уровня автомобилизации населения, общий рост интенсивности движения оказался незначительным. Основная причина этого — отсутствие резервов пропускной способности. По сути, улично-дорожная сеть уже в 2005 г. не могла принимать то количество автомобилей, которое хотело передвигаться по ней.

Несмотря на это, оставался еще один вопрос. Уровень автомобилизации вырос практически в два раза, интенсивность движения выросла незначительно, а объемы перевозок общественным транспортом упали на 30–40 %. Что же произошло с транспортными перемещениями населения? Дальнейшие обследования дали ответ и на этот вопрос. Жители города, которых не устраивала скорость сообщения (это касалось как пассажиров общественного транспорта, так и владельцев личных автомобилей), начали перемещаться по городу в часы пик пешком или на велосипеде. Действительно, каждый житель выбирает способ передвижения в зависимости от группы предпочтительных факторов. Если скорость перемещения на автомобиле в ряде случаев сравнивалась со скоростью пешехода или велосипеда, то можно выбирать любой тип перемещения, который удобен на данный момент. Третий факт доказал, что жителям города для перемещений крайне важна скорость, поэтому по мере снижения скорости транспорта они будут искать альтернативные способы перемещения.

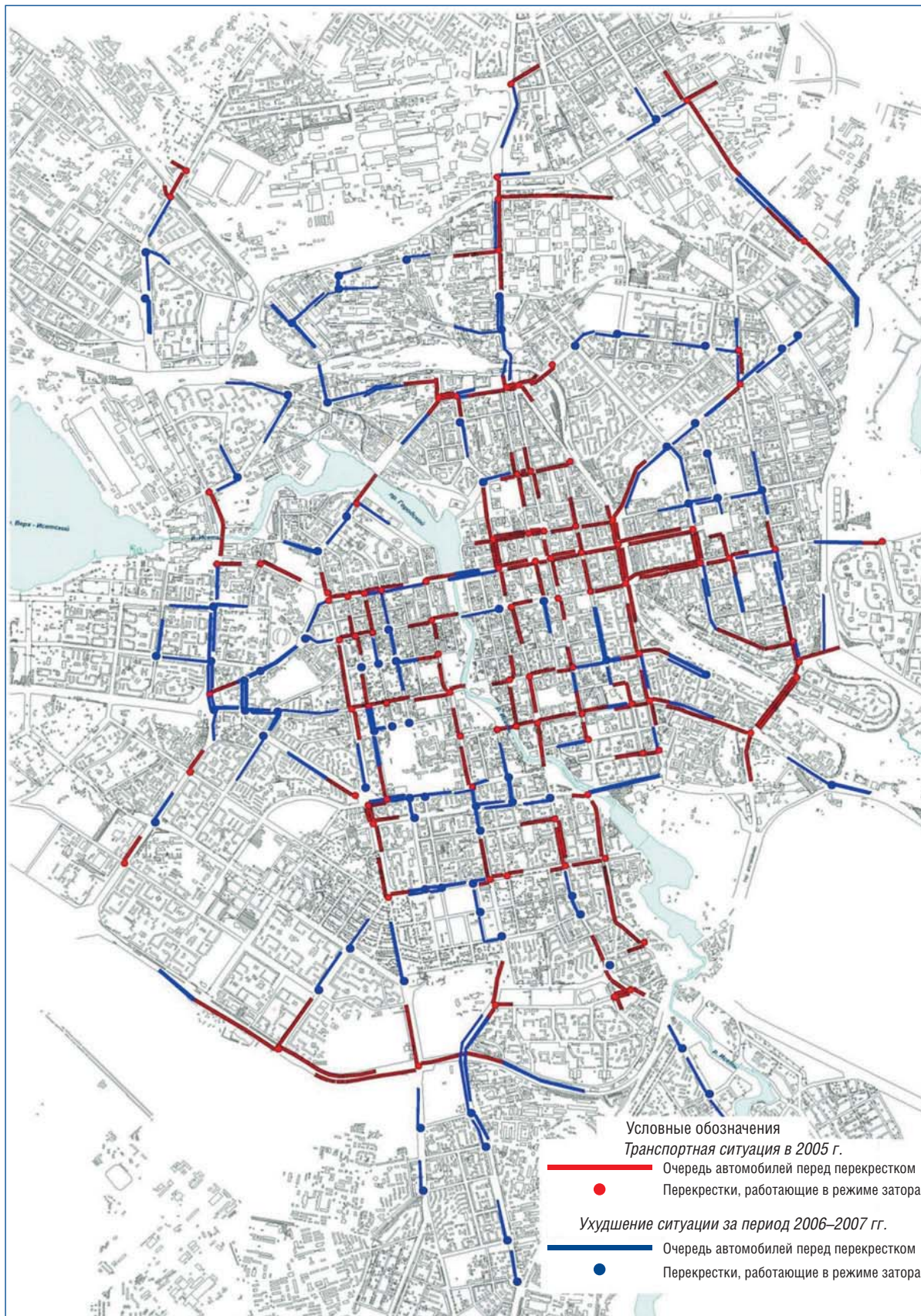


Рис. 3. Пространственное сравнение роста заторов в г. Екатеринбурге в вечерний час пик в 2007 г. по сравнению с 2005 г.

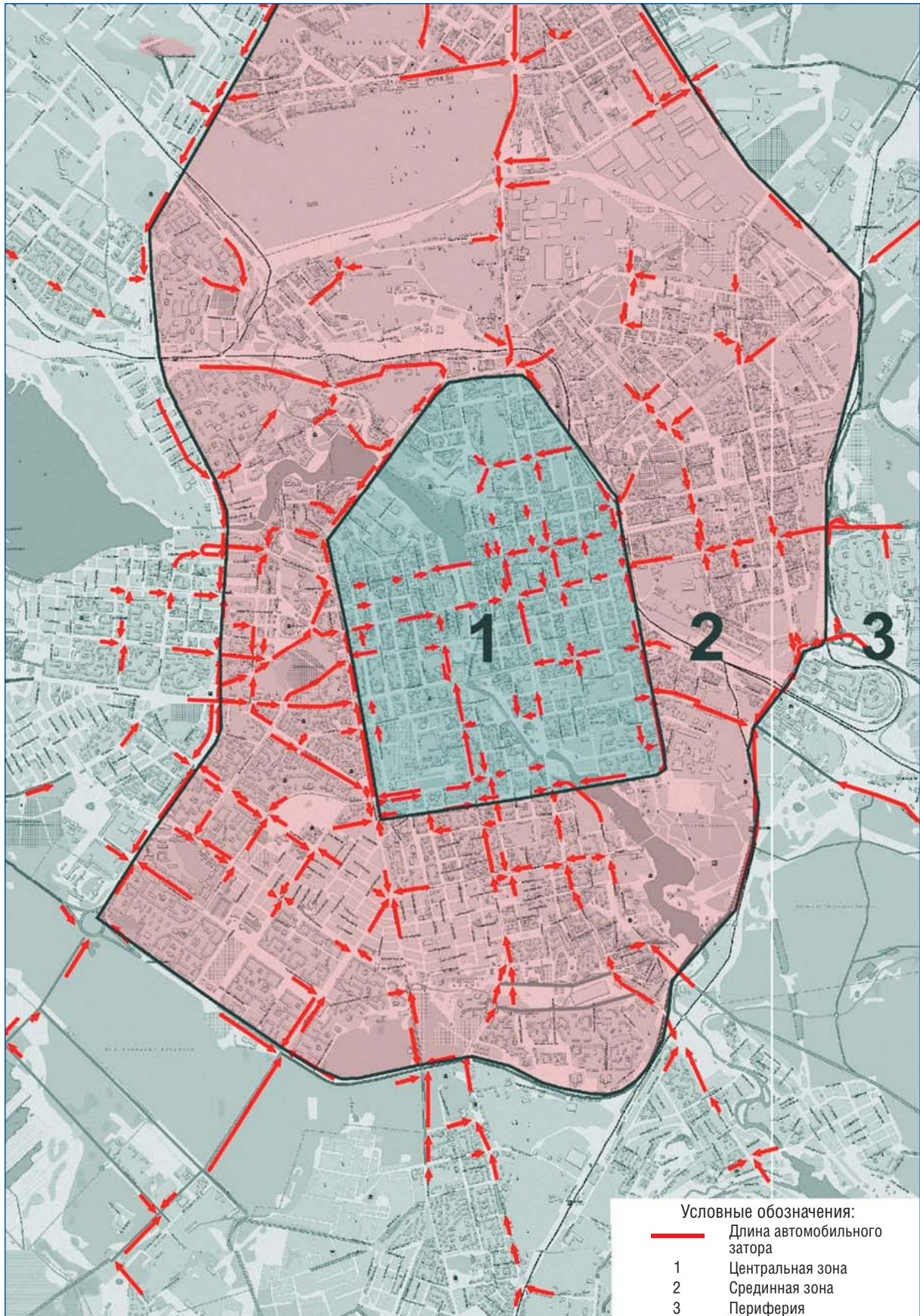


Рис. 4. Схема утренних заторов на улично-дорожной сети г. Екатерининбурга в 2013 г.

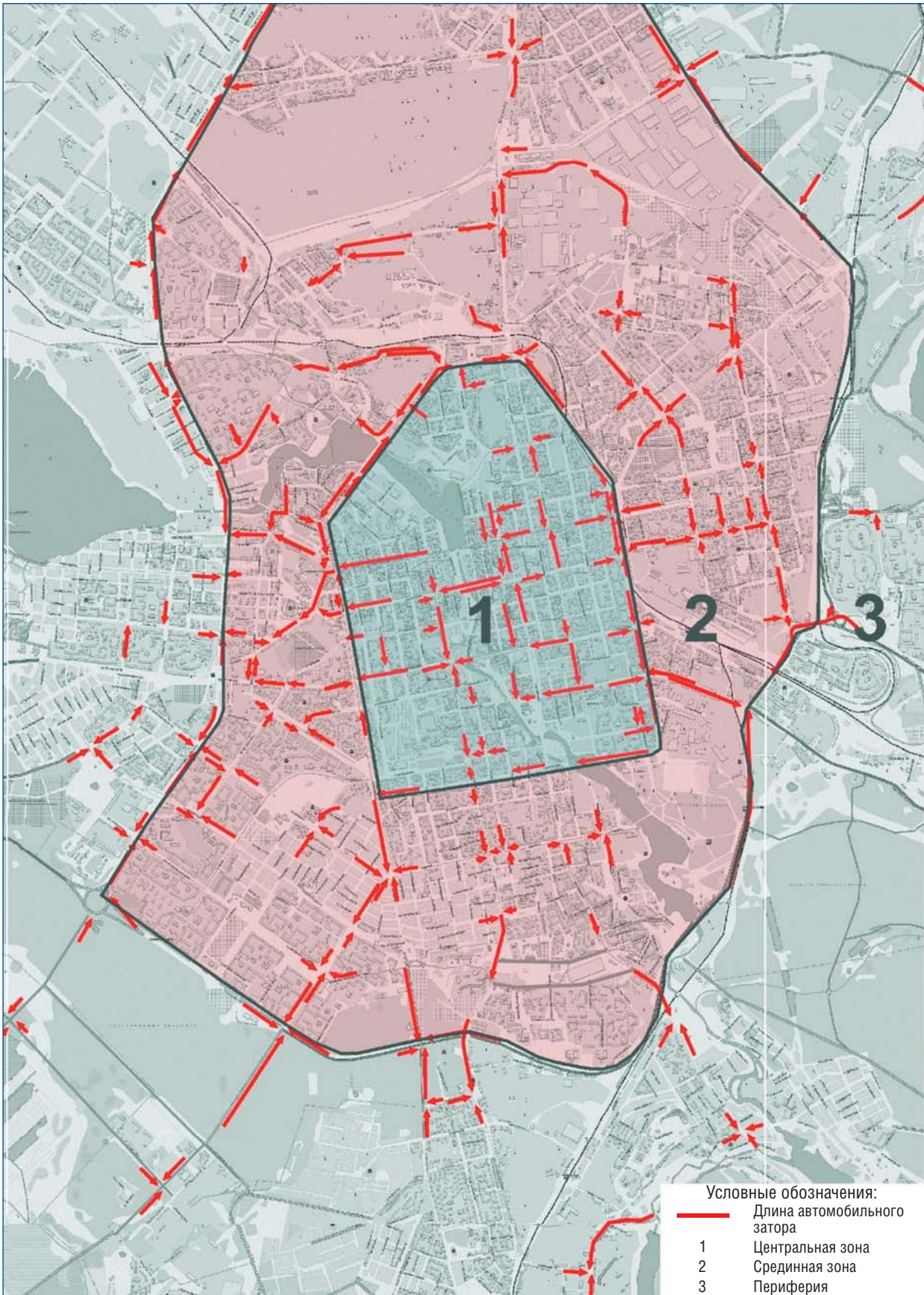


Рис. 5. Схема вечерних заторов на улично-дорожной сети г. Екатеринбурга в 2013 г.



Рис. 6. Схема современного состояния заторов на улично-дорожной сети г. Екатеринбурга в утренний час пик:

1 — центральная зона; 2 — срединная зона;
3 — периферийная зона

Для сравнения роста заторов за 8 лет с 2005 по 2013 г. проведем сравнение основных характеристик в пиковые периоды. Как видно из табл. 1, протяженность заторов в утренние часы пик достигала 305 км (рост 124 % по сравнению с 2005 г.), в которых более 60 000 автомобилей одновременно стоят в пробках или движутся с очень низкими скоростями.

За последние 8 лет, несмотря на критическую ситуацию в центре города, количество заторов выросло на 90 %, при этом срединная зона показала рост на 135 %. Периферия, которая 8 лет назад не имела транспортных проблем, показала увеличение количества проблемных узлов в 32,5 раза.

Протяженность заторов по городу выросла за последние годы на 124 %. При этом значительный рост показали периферийные районы и гораздо меньший рост — срединные и центральные. Меньший рост количества заторов в центре связан с высокой загруженностью центра (перекрестков без заторов практически не осталось), а также значительной перегруженностью срединной зоны, которая не может пропустить большее количество автомобилей, тем самым создавая барьер для полного коллапса центра.

Таблица 1

Характеристика заторов в утренние часы пик г. Екатеринбурга в 2013 г. и сравнение с 2005 г.

Зона города	Вид затора	2013 год	2005 год	Прирост за 8 лет
Заторы на пересечениях, ед.				
Центральная	Всего	78	41	90 %
	Первичные	48	30	60 %
	Вторичные	30	11	172 %
Срединная	Всего	87	37	135 %
	Первичные	58	23	152 %
	Вторичные	29	14	107 %
Периферийная	Всего	52	2	2500 %
	Первичные	41	2	1950 %
	Вторичные	11	0	—
По городу	Всего	217	80	171 %
	Первичные	147	55	167 %
	Вторичные	70	25	180 %
Заторы на пересечениях по количеству направлений, ед.				
Центральная	Всего	138	78	77 %
	Первичные	101	61	66 %
	Вторичные	37	17	117 %

Продолжение табл. 1

Зона города	Вид затора	2013 год	2005 год	Прирост за 8 лет
Срединная	Всего	183	66	177 %
	Первичные	139	44	216 %
	Вторичные	44	22	100 %
Периферийная	Всего	89	2	4350 %
	Первичные	73	2	3550 %
	Вторичные	16	0	—
По городу	Всего	410	146	181 %
	Первичные	313	107	193 %
	Вторичные	97	39	149 %
Протяженность заторов, м				
Центральная	Всего	40 000	27 820	44 %
	Первичные	29 500	23 040	28 %
	Вторичные	10 500	4 780	119 %
Срединная	Всего	67 000	29 910	124 %
	Первичные	50 500	20 280	149 %
	Вторичные	16 500	9 630	71 %
Периферийная	Всего	35 700	1 000	3470 %
	Первичные	28 300	1 000	2730 %
	Вторичные	7 400	0	—
По городу	Всего	142 700	58 730	142 %
	Первичные	108 300	44 320	144 %
	Вторичные	34 400	14 410	139 %
Средняя протяженность заторов, м				
Центральная	Всего	290	357	-19 %
	Первичные	292	378	-23 %
	Вторичные	284	281	1 %
Срединная	Всего	366	453	-19 %
	Первичные	363	461	-21 %
	Вторичные	375	438	-14 %
Периферийная	Всего	401	500	-20 %
	Первичные	388	500	-22 %
	Вторичные	462	0	—
По городу	Всего	348	402	-13 %
	Первичные	346	414	-16 %
	Вторичные	355	369	-4 %
Общая длина заторов с учетом количества полос, м				
Центральная	Всего	94 400	67 350	40 %
	Первичные	73 000	55 090	33 %
	Вторичные	21 400	12 260	74 %

Окончание табл. 1

Зона города	Вид затора	2013 год	2005 год	Прирост за 8 лет
Срединная	Всего	143 900	67 350	114 %
	Первичные	108 500	55 090	97 %
	Вторичные	35 400	12 260	188 %
Периферийная	Всего	66 800	2000	3240 %
	Первичные	55 500	2000	2675 %
	Вторичные	11 300	0	—
По городу	Всего	305 100	136 840	124 %
	Первичные	237 000	101 850	134 %
	Вторичные	68 100	34 990	94 %

Таблица 2

Характеристика заторов в вечерние часы пик г. Екатеринбурга в 2013 г. и сравнение с 2005 г.

Зона города	Вид затора	2013 год	2005 год	Рост за 8 лет
Заторы на пересечениях, ед.				
Центральная	Всего	76	56	136 %
	Первичные	40	37	108 %
	Вторичные	36	19	189 %
Срединная	Всего	76	36	211 %
	Первичные	55	29	190 %
	Вторичные	21	7	300 %
Периферийная	Всего	24	1	2400 %
	Первичные	23	1	2300 %
	Вторичные	1	0	—
По городу	Всего	176	93	189 %
	Первичные	118	67	176 %
	Вторичные	58	26	223 %
Заторы на пересечениях по количеству направлений, ед.				
Центральная	Всего	126	115	110 %
	Первичные	74	74	0 %
	Вторичные	52	41	127 %
Срединная	Всего	170	65	261 %
	Первичные	130	51	255 %
	Вторичные	40	14	286 %
Периферийная	Всего	52	1	5200 %
	Первичные	51	1	5100 %
	Вторичные	1	0	—
По городу	Всего	348	181	192 %
	Первичные	255	126	202 %
	Вторичные	93	55	169 %

Окончание табл. 2

Зона города	Вид затора	2013 год	2005 год	Рост за 8 лет
Протяженность заторов, м				
Центральная	Всего	37 300	34 540	108 %
	Первичные	26 800	22 700	118 %
	Вторичные	10 500	11 840	89 %
Срединная	Всего	74 300	31 200	238 %
	Первичные	59 500	24 210	246 %
	Вторичные	14 800	6 910	214 %
Периферийная	Всего	23 400	150	15 600 %
	Первичные	22 400	150	14 900 %
	Вторичные	1 000	0	—
По городу	Всего	135 000	65 810	205 %
	Первичные	108 700	47 060	231 %
	Вторичные	26 300	18 750	140 %
Средняя протяженность заторов, м				
Центральная	Всего	296	300	99 %
	Первичные	362	307	118 %
	Вторичные	202	289	70 %
Срединная	Всего	437	479	91 %
	Первичные	458	475	96 %
	Вторичные	370	494	75 %
Периферийная	Всего	450	150	300 %
	Первичные	439	150	293 %
	Вторичные	1 000	0	—
По городу	Всего	387	364	106 %
	Первичные	426	373	114 %
	Вторичные	283	341	83 %
Общая длина заторов с учетом количества полос, м				
Центральная	Всего	89 700	80 360	111 %
	Первичные	66 500	53 600	124 %
	Вторичные	23 200	26 760	87 %
Срединная	Всего	151 700	79 010	192 %
	Первичные	125 500	67 030	187 %
	Вторичные	26 200	11 980	218 %
Периферийная	Всего	44 800	300	14 900 %
	Первичные	43 800	300	14 600 %
	Вторичные	1 000	0	—
По городу	Всего	286 200	159 670	179 %
	Первичные	235 800	120 930	195 %
	Вторичные	50 400	38 740	130 %

А. А. Цариков, Н. А. Обухова, Н. З. Оглы Мирзоев | Эволюция системы заторов на улично-дорожной сети города Екатеринбурга

Стоит отметить, что за 8 лет, несмотря на значительный рост протяженности и количества заторов, средняя их протяженность снизилась на 19%. Данный фактор — результат работы центра организации движения Екатеринбурга по борьбе с вторичными и сетевыми заторами. Иными словами, специалисты центра искусственно распределяли очереди перед светофорами для того, чтобы не происходило блокирования движения из-за выехав-

ших на перекресток автомобилей во время затора. Необходимо указать, что расстояние между светофорами в центре менее 400 метров, а в срединной зоне — менее 550. В связи с этим для борьбы с вторичными заторами необходимо распределять очереди из автомобилей так, чтобы имелся запас. В ином случае малейший сбой в работе будет приводить к сетевым заторам, что снизит скорость сообщения до 1–2 км/ч. **ИТ**

Список литературы

1. Дорожный затор [Электронный ресурс]. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дорожный_затор
2. Новые правила дорожного движения (со всеми последними изменениями). — М. : Эксмо, 2015. — 96 с.
3. Ваксман С. А. Исследование закономерностей автотранспортной загрузки сети магистральных улиц (на примере городов Урала и Казахстана) : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. — Свердловск : УПИ им. С. М. Кирова, 1970. — 25 с.
4. Ваксман С. А., Цариков А. А. Системные заторовые ситуации на улично-дорожной сети крупного города // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XIII международной (16-й Екатеринбургской) науч.-практ. конф. — Екатеринбург : Издательство АМБ, 2007. — С. 122–127.
5. Ваксман С. А. Цариков А. А. Влияние геометрических характеристик УДС на организацию уличного движения // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XII международной (15-й Екатеринбургской) науч.-практ. конф. — Екатеринбург : Издательство АМБ, 2006. — С. 77–82.
6. Ваксман С. А. Цариков А. А. Системные заторовые ситуации на улично-дорожной сети крупного города: сравнение 2005 и 2013 годов // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния : материалы XX международной (23-й Екатеринбургской) науч.-практ. конф. — Екатеринбург : Издательство АМБ, 2014. — С. 387–393.

Уважаемые читатели и авторы журнала «Инновационный транспорт»!

Если вам нравится наш журнал, вы можете оказать содействие в его развитии, перечислив денежные средства по реквизитам:

Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС

ИНН-КПП 6670317893/667001001

ОГРН 1156600001470

620075, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Шевченко, д. 20, помещение 1

Р/с 40703810863010000192

в ПАО КБ «УБРИР» филиал ССБ

к/с 30101810900000000795

БИК 046577795

Назначение платежа: «Пожертвование для поддержки научных журналов УрГУПС».

Ваша финансовая поддержка позволит нам увеличить число публикаций, повысить индексы цитирования журнала и наших авторов.

Уважаемые руководители инновационных компаний и предприятий!

Предлагаем вам услуги по продвижению вашей продукции через сеть Ассоциации выпускников УЭМИИТ-УрГУПС.

Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС — это кооперация большого числа неравнодушных людей различных сфер деятельности, окончивших наш университет.

Кроме того, предлагаем услуги по подбору молодых специалистов, по организации поиска решений прикладных и научных задач в рамках диссертационных работ, выполняемых в УрГУПС.

Всю необходимую информацию вы можете получить по тел. (343) 221-24-67 или на сайте <http://www.usurt.ru/vpusknikom/assotsiatsiya-vpusknikov-urgups>

<p align="center">Извещение</p>	<p>Получатель: Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС КПП: 667001001 ИНН: 6670317893 ОКТМО: 65701000 Р/сч.: 40703810863010000192 в: ПАО КБ «УБРИР» филиал ССБ БИК: 046577795 К/сч.: 30101810900000000795 Код бюджетной классификации (КБК): _____ Платеж: Пожертвование для поддержки научных журналов УрГУПС Плательщик: _____ Адрес плательщика: _____ ИНН плательщика: _____ № л/сч. плательщика: _____ Сумма: _____ руб. ____ коп. Подпись: _____ Дата: «___» _____ 2016 г.</p>
<p align="center">Квитанция</p>	<p>Получатель: Ассоциация выпускников УЭМИИТ-УрГУПС КПП: 667001001 ИНН: 6670317893 ОКТМО: 65701000 Р/сч.: 40703810863010000192 в: ПАО КБ «УБРИР» филиал ССБ БИК: 046577795 К/сч.: 30101810900000000795 Код бюджетной классификации (КБК): _____ Платеж: Пожертвование для поддержки научных журналов УрГУПС Плательщик: _____ Адрес плательщика: _____ ИНН плательщика: _____ № л/сч. плательщика: _____ Сумма: _____ руб. ____ коп. Подпись: _____ Дата: «___» _____ 2016 г.</p>

Подписка на 2016 год.

Стоимость одного номера — 180 рублей.

Периодичность — 4 номера в год.

ф. СП-1



АБОНЕМЕНТ

на ~~газету~~
журнал

85022

(индекс издания)

Инновационный транспорт

(наименование издания)

Количество комплектов:

на 2016 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X						

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

на ~~газету~~
журнал

85022

(индекс издания)

Инновационный транспорт

(наименование издания)

Стоимость

подписки
переадресовки

руб. ____ коп.
руб. ____ коп.

Количество комплектов:

на 2016 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X						

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

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

