

ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

I N N O T R A N S

№ 4 (26)

декабрь 2017

Инновационный проект
«ВСМ Екатеринбург – Челябинск»:
агломерационные риски и эффекты

С. 3



Пассажирский транспорт
Екатеринбурга и Праги:
сравнительный анализ

Диагностика состояния
железнодорожной насыпи
и ее основания

Экосистема «Интернет вещей»
для повышения безопасности
дорожного движения



Общероссийская общественная организация РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА



Основана 26 июня 1991 года, насчитывает более 680 действительных членов, среди которых доктора и кандидаты технических наук, доктора транспорта.

Располагает девятью региональными и двумя функциональными отделениями, 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:

- «Концепция развития мультимодальных пассажирских перевозок в городе Перми»
- «Разработка макета информационно-аналитической системы выбора поставщиков и транспортных схем доставки нерудных строительных материалов при выполнении проектов капитального строительства»
- «Разработка предложений по концепции развития транспортного комплекса г. Красноярска в 2016-2025 гг.»
- «Проведение обследования процессов дистрибуции авиакомпанией «Аэрофлот» пакетированных туристических услуг с моделированием базовых функций, а также подготовка технических требований по автоматизации бизнес-процессов»

Все реализованные контракты представлены на сайте Российской академии транспорта: <http://rosacademtrans.ru/proektyi-akademii/>

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Центральное отделение:
107078, г. Москва, ул. Маши Порываевой, д. 34, блок 1
Тел.: +7 (499) 399-98-72
Сайт: www.rosacademtrans.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-Volinskaya@mail.ru
Сайт отделения: <http://www.uralakademia.ru>

С НАМИ СОТРУДНИЧАЮТ:



Минтранс РФ



Министерство транспорта
и дорожного хозяйства
Волгоградской области



АЭРОФЛОТ

**СКОРОСТНЫЕ
МАГИСТРАЛИ**



Инновационный транспорт

Научно-публицистическое издание

№ 4 (26), 2017 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
Роскомнадзора ПИ № ФС 77-46984 от 14 октября 2011 г.

Свидетельство на товарный знак (знак обслуживания) № 586908.
Зарегистрировано в Государственном реестре товарных знаков
и знаков обслуживания РФ 14.09.2016 г.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета
в типографии ООО «Типография для Вас».

620073, г. Екатеринбург, ул. Крестинского, д. 37/2, к. 59.

Тел./факс: (343) 211-0-300. E-mail: ooo_for_you@mail.ru

Подписной индекс издания в общероссийском каталоге
«Пресса России» — 85022.

DOI: 10.20291/2311-164X.

Подписано в печать 29.12.2017. Печать офсетная.

Тираж 1000 экз. Заказ №

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет
путей сообщения», 2017

© Общероссийская общественная организация
«Российская академия транспорта», 2017

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 Эпштайн, доктор технических наук, Siemens (Германия).

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

Маргарита 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 (26), 2017

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
“Russian Press” — 85022.

Released for printing on 29.12.2017. Offset printing.

Circulation 1000 copies.

© FGBOU VO Ural State University of Railway Transport, 2017

© All-Russian Public Organisation “Russian Academy of Transport”, 2017

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

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

<i>Петров М. Б., Журавская М. А., Кузнецов А. И.</i> Инновационный транспортно-логистический проект «ВСМ Екатеринбург — Челябинск»: агломерационные риски и эффекты.	3
<i>Царииков А. А., Бачинина А. В., Тапасева О. Ю., Пятанов М. С.</i> Сравнительный анализ развития городского пассажирско- го транспорта Екатеринбурга и Праги	11
<i>Мартыненко А. В.</i> Сравнительный анализ размещения населения в зонах прохождения ВСМ Москва — Казань и ВСМ европейских стран	20
<i>Самуйлов В. М., Покровская О. Д., Цяо Цун.</i> Концепция «Новый шелковый путь» (Китай, Россия, Германия).	26

Организация производства (транспорт)

<i>Филиппов В. Н., Смольянинов А. В., Петров Г. И., Беспалько С. В.</i> Технические средства обеспечения механической безопасности цистерн для опасных грузов при некоторых вариантах аварийных соударений	29
<i>Голиков Ю. В.</i> Диагностика состояния железнодорожной насыпи и ее основания бесконтактным электромагнитным методом	34
<i>Чеботаев А. А.</i> Уровни трудо- и энергоемкости как факторы инновационной и деловой активности перевозок в экономике	38

Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

<i>Аксенов Н. А., Ковалев А. А.</i> Разработка прибора по контролю установочных параметров опоры контактной сети	49
<i>Неугодников И. П.</i> Устройство сигнализации для определения места короткого замыкания в контактной сети станции стыкования	54
<i>Баева И. А.</i> Обзор методов электрического расчета системы тягового электроснабжения постоянного тока.	58

Эксплуатация автомобильного транспорта

<i>Паршин К. А.</i> Использование экосистемы «Интернет вещей» для повышения безопасности дорожного движения.	63
<i>Печура О. В.</i> Исследование вариативности грузооборота автомобильного транспорта в границах Свердловской области	69

CONTENTS

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

<i>Mikhail B. Petrov, Marina A. Zhuravskaya, Alexey I. Kuznetsov.</i> The innovative transport-logistic project «HSR Ekaterinburg — Chelyabinsk»: agglomeration risks and effects.	3
<i>Aleksey A. Tsarikov, Alena V. Bachinina, Olga Yu. Tapaseva, Matvej S. Pjatanov.</i> The comparative analysis of development of city passenger transport of Ekaterinburg and Prague.	11
<i>Alexandr V. Martynenko.</i> The comparative analysis of placing of the population in zones of passage HSR Moscow — Kazan and HSR the European countries.	20
<i>Valery M. Samuilov, Oksana D. Pokrovskaya, Qiao Cong.</i> Concept «New silk road» (China, Russia, Germany).	26

The organization of production (transport)

<i>Victor N. Filippov, Alexander V. Smoljaninov, Gennady I. Petrov, Sergey V. Bepalko.</i> Means of provision of mechanic safety of tanks for hazardous cargoes at some variants of emergency impacts	29
<i>Yury V. Golikov.</i> Diagnostics of a condition of a railway embankment and its basis a contactless electromagnetic method	34
<i>Alik A. Chebotaev.</i> Levels trade — and power consumption as factors innovative and business activity of transportations in economy.	38

Rolling stock, hauling operation and electrification

<i>Nikita A. Aksyonov, Aleksey A. Kovalev.</i> Device development under the control of attitudinal parameters of a support of a contact network.	49
<i>Ivan P. Neugodnikov.</i> The device of the alarm system for determination of a place of short circuit in a contact network of docking station.	54
<i>Irina A. Baeva.</i> The review of methods of electric calculation of system of a traction electrical supply of a direct current.	58

Operation of motor transport

<i>Konstantin A. Parshin.</i> Using of «Internet of things» ecosystem for improving traffic safety	63
<i>Oksana V. Pechura.</i> Research of variability of a cargo turnover of a road transport in borders of Sverdlovsk region.	69



**Михаил
Борисович
Петров**
Mikhail B.
Petrov



**Марина
Аркадьевна
Журавская**
Marina A.
Zhuravskaya



**Алексей
Иванович
Кузнецов**
Alexey I.
Kuznetsov

Инновационный транспортно-логистический проект «ВСМ Екатеринбург — Челябинск»: агломерационные риски и эффекты

The innovative transport-logistic project «HSR Ekaterinburg — Chelyabinsk»: agglomeration risks and effects

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы обоснования эффективности высокоскоростного транспорта. Отмечено, что системы ВСМ активно развиваются в мире. Новые линии успешно осваиваются в самых разных условиях, а предлагаемые новые транспортные возможности могут быть адаптированы к конкретным материальным и нематериальным потребностям, которые различаются в разных странах и регионах. Предложены дополнительные подходы к оценке будущего пассажиропотока ВСМ, в частности, на основе гравитационной модели и ABC-анализа. Все оценки, положения и выводы статьи рассматриваются применительно к проекту «ВСМ Екатеринбург — Челябинск».

Ключевые слова: высокоскоростные магистрали, пассажирские перевозки, формирование спроса на перевозки, конурбация, ВСМ Екатеринбург — Челябинск.

Abstract

In the article, the questions of the justification of efficiency of high-speed transport are considered. It is proved that systems HSR actively develop in the world. New lines successfully accustom to the most different conditions, and offered new transport possibilities can be adapted for concrete material and non-material requirements which differ in the different countries and regions. Additional approaches to an estimation of future volume of passenger traffic HSR, in particular, on the basis of gravitational model and the ABC-ANALYSIS are offered. All estimations, positions and article conclusions are considered with reference to project HSR "Ekaterinburg — Chelyabinsk".

Keywords: high-speed railway, passenger transportations, forming of demand for transportations, conurbation, HSR Ekaterinburg — Chelyabinsk.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-3-10

Авторы Authors

Михаил Борисович Петров, д-р техн. наук, доцент, заместитель директора Института экономики Уральского отделения Российской академии наук (ИЭ УрО РАН), действительный член РАТ, Екатеринбург; e-mail: michpetrov@mail.ru | Марина Аркадьевна Журавская, канд. техн. наук, доцент кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: mzhuravskaya@usurt.ru | Алексей Иванович Кузнецов, аспирант кафедры «Электрическая тяга» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: Aleksey.kuzya123@yandex.ru

Mikhail Borisovich Petrov, Dr. Sci. Tech., assistant professor, the Deputy Director of Institute of Economy of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (IE UB RAS), full member of the Russian Academy of Transport, Ekaterinburg; e-mail: michpetrov@mail.ru | Marina Arkadevna Zhuravskaya, Cand. of Tech. Sciences, Associate Professor of the Department "World Economy and Logistics" of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: MZhuravskaya@usurt.ru | Alexey Ivanovich Kuznetsov, the post-graduate student of "Electric Traction" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: Aleksey.kuzya123@yandex.ru

Введение

В последнее время в средствах массовой информации все чаще и увереннее высказывается мнение о возможности организации проекта «Высокоскоростная магистраль Екатеринбург — Челябинск» [1]. По предварительным оценкам, инвестиции в проект могут составить до 2,5 млрд долларов. Предполагается, что поезда будут развивать скорость до 300 км/ч, а время в пути от одного уральского города-миллионника до другого составит один час и десять минут [2]. Какие возможности и риски принесет этот проект уральским городам в частности и России в целом?

В своих работах [3–4] авторы уже отмечали, что для Российской Федерации с ее огромными территориями роль высокоскоростных магистралей (ВСМ) трудно переоценить, так как они, с одной стороны, в полном объеме отвечают требованиям современной глобальной экономики, а с другой — ведут к положительным эффектам масштаба и росту региональных экономик. Однако жизнеспособность проекта ВСМ основана на прагматических ожиданиях социальных и экономических потребностей местных агентов. То, что имеет значение в одной стране, может не иметь смысла в другой, и, следовательно, успех ВСМ — это не просто подсчет пассажиро-километров, а достижение эффективной мобильности. И тут экспертно-интуитивные методы могут дать более адекватные результаты, чем расчет потоков и окупаемости проекта на основе рациональных ожиданий.

Страновые особенности организации ВСМ

Анализ европейского опыта указывает на рост доли пассажиропотока железнодорожным транспортом в два и более раз после организации ВСМ (рис. 1).

Продолжая разговор о рациональности проектов высокоскоростных магистралей, необходимо подчеркнуть, что в настоящее время самой прибыльной системой ВСМ в мире является японская система. Она ежегодно дает экономию времени в пути порядка 400 млн часов, что соответствует 500 млрд йен. За последние 47 лет на высокоскоростных магистралях Японии не было ни одной аварии, а максимальные задержки составили всего 41 секунду [6]. Для сооружения и эксплуатации ВСМ в Японии характерны: высокая плотность населения, сложные географические условия при строительстве пути (гористая местность) и высокая сейсмическая опасность при эксплуатации, огромное количество осадков (их в два раза больше, чем в Лондоне), большое количество станций, интегрированных в систему высокоскоростного обслуживания пассажиров и др. И понятно, что использовать уникальный опыт Японии для России — страны с самой большой площадью территории и относительно невысокой численностью населения — в чистом виде не представляется возможным. Ситуация в РФ, и в частности на Урале, усугубляется сложным рельефом. Так, одним из основных аргу-

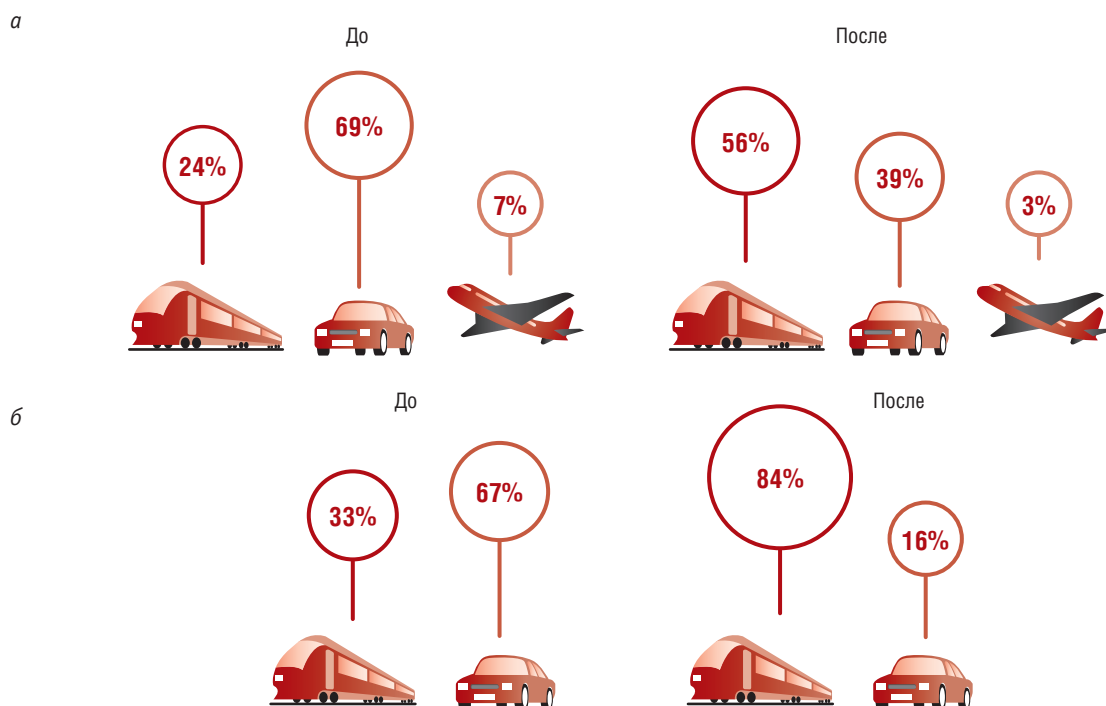


Рис. 1. Доля пассажиропотока на различных видах транспорта до и после внедрения ВСМ [5]: а — на направлении Париж — Брюссель; б — на направлении Мадрид — Севилья

ментов противников ВСМ является невозможность преодоления Уральских гор. Для нашей страны интересен, в первую очередь, опыт других стран в адаптации развития ВСМ к тем или иным инфраструктурным потребностям. Необходимо проанализировать ход создания сети ВСМ в странах со значительными территориями.

Четыре крупнейшие по территории страны мира в порядке убывания общей площади — Россия, Канада, США и Китай. Сегодня Китай обладает мощным инновационным потенциалом в сфере высокоскоростного движения для территориально крупных стран. Достаточно сказать, что сегодня 65 % мировых ВСМ проходит по территории этой страны, а к 2025 г. планируется развить сеть ВСМ КНР протяженностью около 38 000 км и соединить более 80 % городов с населением свыше 500 тыс. чел. [7]. Высокоскоростной транспорт страны явился залогом успеха бурного развития экономики Китая, ставшего страной с самой длинной протяженностью скоростных магистралей, но при этом с целостной технологической системой и высокой способностью к интеграции [8–9].

Однако следование китайской модели развития высокоскоростной сети, объединяющей страну с севера на юг и с востока на запад, не является однозначным решением для успешного развития отечественных ВСМ. Причем речь идет не только о закономерностях расселения людей и размещения производительных сил. Необходимо обратить внимание и на роль национальных традиций, на институциональные факторы в целом. Так, традиции нации могут определять транспортную стратегию и многие другие аспекты государственной политики. Например, американская «автомобильная культура», безусловно, играет определенную роль в решениях США по высокоскоростным поездкам, так как учитывает потребность американцев «находиться за рулем». В то же время продолжающиеся демографические и экономические сдвиги (городская миграция и старение населения) могут оспаривать традиции прошлого. В США сейчас 734 км ВСМ [10].

Таким образом, высокоскоростные поезда не являются универсальной транспортной стратегией. Нации с разной численностью населения, разным уровнем развития и культурными привычками, а также с разными существующими транспортными инфраструктурами имеют разные потребности в ВСМ.

Крайняя неравномерность распределения населения в России определяет ориентацию планируемой системы ВСМ лишь на несколько регионов, групп городов или даже пар городов. В такой конфигурации ВСМ будут иметь решающее значение для развития региональной и национальной экономики, в первую очередь за счет агломерационных эффектов. Агломерационный эффект — комплексный фактор размещения, выражающийся в том, что компактно размещенные объекты, если они совместимы, всегда эффективнее, чем те же объекты, размещенные изолированно.

Подходы к оценке спроса на ВСМ

Существуют различные подходы к определению спроса на пассажирские перевозки. По мнению Шарова М. И. [11], основной математической формой описания транспортного спроса населения является межрайонная матрица корреспонденций. Однако для ее построения требуется проведение значительных трудоемких исследований. Ученые Омарова З. К., Минатуллаев Ш. М., Рябов И. М. [12] для определения спроса использовали методы теории массового обслуживания. Они выявили, что кривые распределения вероятностей поездок пассажиров подчиняются закону Пуассона. Ефимов С. М. [13] выделил три основные группы параметров, влияющих на уровень спроса пассажирских перевозок: транспортная подвижность населения, численность населения и экономическое развитие регионов. При этом он отметил, что в последнее время произошло изменение основных факторов, влияющих на уровень спроса. Наряду со сложившимися требованиями к расписанию движения, времени в пути возрастают требования к удовлетворенности пассажиров качеством поездки и комфорту. А ученые Ганноверского университета проранжировали факторы, влияющие на спрос, по степени важности [14] (рис. 2).

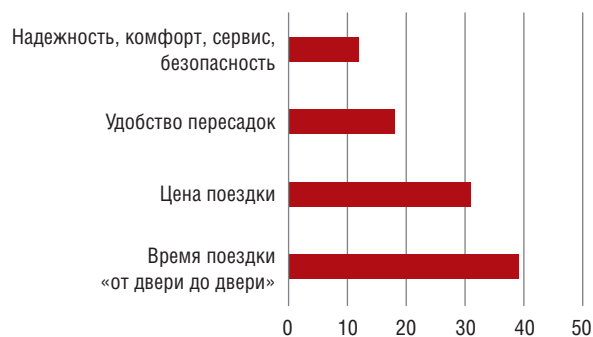


Рис. 2. Факторы влияния, зависящие от распределения перевозок по видам транспорта

Не вызывает сомнения, что особенно остро пассажир реагирует на изменение времени поездки, а также на ее стоимость. Эти два фактора переводят величину потребности в перевозке в платежеспособный спрос на нее. Зависимости же между потребностью (потенциальным спросом) на перевозки, их временем и ценой настолько однозначны, что могут быть представлены моделью тяготения и описаны следующей закономерностью:

$$F_{ij} = \frac{\alpha \cdot P_i \cdot P_j}{R_{ij}^n}, \quad (1)$$

где F_{ij} — пассажиропоток между населенными пунктами (городами); α , n — эмпирические константы;

$P_{i,j}$ — численность населения городов, чел.; R_{ij} — расстояние между населенными пунктами, км.

Таким образом, транспортный поток, суммируемый по всем видам транспорта, пропорционален числу жителей этих городов и обратно пропорционален квадрату расстояния (при $n = 2$) между ними.

Возможности применения гравитационной модели для прогнозирования ВСМ

Гравитационная модель является эмпирическим наблюдением над реальными потоками. Ее точность невелика, однако пока не существует ничего лучше. Модель апробирована в большом числе исследований и, несмотря на погрешности, является стандартом для прогнози-

рования потоков. Бобрик П. П. в своей работе [15] рассмотрел полезность поездки пассажира и определил, что она прямо пропорциональна корню квадратному от произведения численности населения, дохода населения и периода посещения.

Авторы настоящего исследования использовали гравитационную модель в качестве поведенческой модели изучения спроса на пассажирские перевозки высокоскоростного сообщения Екатеринбург — Челябинск, так как значимый элемент гравитационной модели — расстояние между населенными пунктами $R_{ij} = V \cdot t$ хорошо вписывается в скоростную концепцию.

Для анализа были выбраны значимые, хорошо рекомендовавшие себя скоростные сообщения Китая (7 направлений), Японии (5), Европы (8), а также существующие и планируемые высокоскоростные направления Российской Федерации (6). Результаты расчетов с учетом идеологии [15] были отсортированы на основе метода ABC и сведены в табл. 1.

Таблица 1

Определение групп ABC для пассажиропотоков

Направление ВСМ		F_{ij}	$\% F_{ij}$	$\Sigma \% F_{ij}$	Группа
Пекин	Тяньцзинь	159,34	26,95	26,95	А
Чанчунь	Гирин	134,42	22,74	49,68	
Чунцин	Чэнду	78,43	13,26	62,95	
Шанхай	Нанкин	51,89	8,78	71,73	
Наньчан	Цзюцзян	42,46	7,18	78,91	
Шанхай	Пекин	21,48	3,63	82,54	В
Шанхай	Чунцин	18,67	3,16	85,70	
Токио	Син-Осака	15,30	2,59	88,28	
Москва	С.-Петербург	12,69	2,15	90,43	
Москва	Н. Новгород	9,88	1,67	92,10	
Син-Осака	Хаката	8,95	1,51	93,62	
Екатеринбург	Челябинск	6,80	1,15	94,77	
Берлин	Мюнхен	4,55	0,77	95,53	С
Барселона	Мадрид	4,47	0,76	96,29	
Н. Новгород	Казань	3,86	0,65	96,94	
Екатеринбург	Тюмень	3,40	0,58	97,52	
Брюссель	Париж	2,37	0,40	97,92	
Венеция	Рим	2,22	0,37	98,29	
Гамбург	Штутгарт	1,97	0,33	98,63	
Париж	Цюрих	1,91	0,32	98,95	
Казань	Екатеринбург	1,85	0,31	99,26	
Болонья	Неаполь	1,30	0,22	99,48	
Такасаки	Канадзава	1,06	0,18	99,66	
Омия	Ниигата	0,83	0,14	99,80	
Токио	Син-Аомори	0,59	0,10	99,90	
Валанс	Марсель	0,58	0,10	100,00	

ABC-анализ как способ интерпретации оценок по гравитационной модели

Метод ABC заключается в разделении исследуемых факторов на три неравномоощных подмножества A, B и C на основании некоторого формального алгоритма. Интегральная (кумулятивная) зависимость представляется в табличной форме. Наиболее распространенный вариант эмпирического метода разбиения на группы предусматривает выбор координат $Y_A = 80\%$ и $Y_{A+B} = 95\%$ [16].

Не удивительно, что группу A представляют китайские направления, ведь в городах Китая проживает значительная часть населения земного шара, и расстояния между городами вписываются в диапазон эффективных расстояний для организации высокоскоростного движения (300–900 км). Ожидаемым стало и попадание в группу B таких российских направлений, как Москва — Санкт-Петербург и Москва — Нижний Новгород. А вот тот факт, что направление Екатеринбург — Челябинск также вошло в группу B (в отличие от сообщений Нижний Новгород — Казань и Казань — Екатеринбург), заставил взглянуть по-новому на потенциал ВСМ для этих городов, переоценить транспортно-логистическую стратегию развития двух уральских городов-миллионников.

И действительно, для России это уникальный случай, когда два города-миллионника расположены настолько близко друг к другу, а при разрастании агломераций этих городов эффективное расстояние между ними будет еще и сокращаться. Сегодня уже наблюдается взаимное проникновение Челябинска и Екатеринбурга. Укрепление взаимосвязей — это нормальный процесс, развитие транспорта даст огромный

агломерационный эффект в развитии наших городов. Агломерационный эффект [17] — экономическая выгода от территориальной концентрации производств и других экономических объектов в городах и агломерациях, в относительно близких друг от друга населенных пунктах.

Средовые предпосылки к обоснованию нового типа скоростного сообщения между Екатеринбургом и Челябинском

Екатеринбург и Челябинск — два главных города Урала. Это самые близко расположенные друг к другу города-миллионники в России. Расстояние между ними — меньше 200 километров, в пору говорить о медленном формировании Екатеринбургско-Челябинской конурбации. Проанализируем более детально эти города на основе данных Росстата.

По численности населения Челябинск несколько меньше Екатеринбурга. На конец 2016 г. в Екатеринбурге, по данным Росстата, насчитывалось 1,47 млн жителей, в Челябинске проживало 1,19 млн [18]. Интересно, что темпы роста у двух городов почти идентичные — прирост составляет около 1% в год (рис. 3).

Существует миф, что Екатеринбург растет только за счет мигрантов, а Челябинск прирастает естественным путем. На самом деле оба города в последние годы росли прежде всего за счет мигрантов. При этом поток мигрантов в Челябинск был не меньше, чем в Екатеринбург, и только в 2015 г. резко снизился. В обоих городах постепенно увеличивается естественный прирост. В Челябинске в 2015 г. цифры естественного и миграционного прироста почти сравнялись (рис. 4).

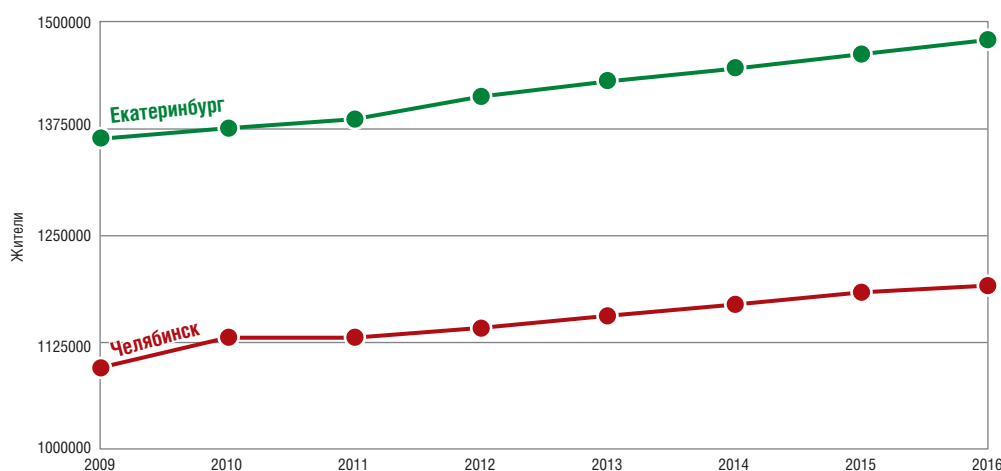


Рис. 3. Прирост населения в Екатеринбурге и Челябинске [18]

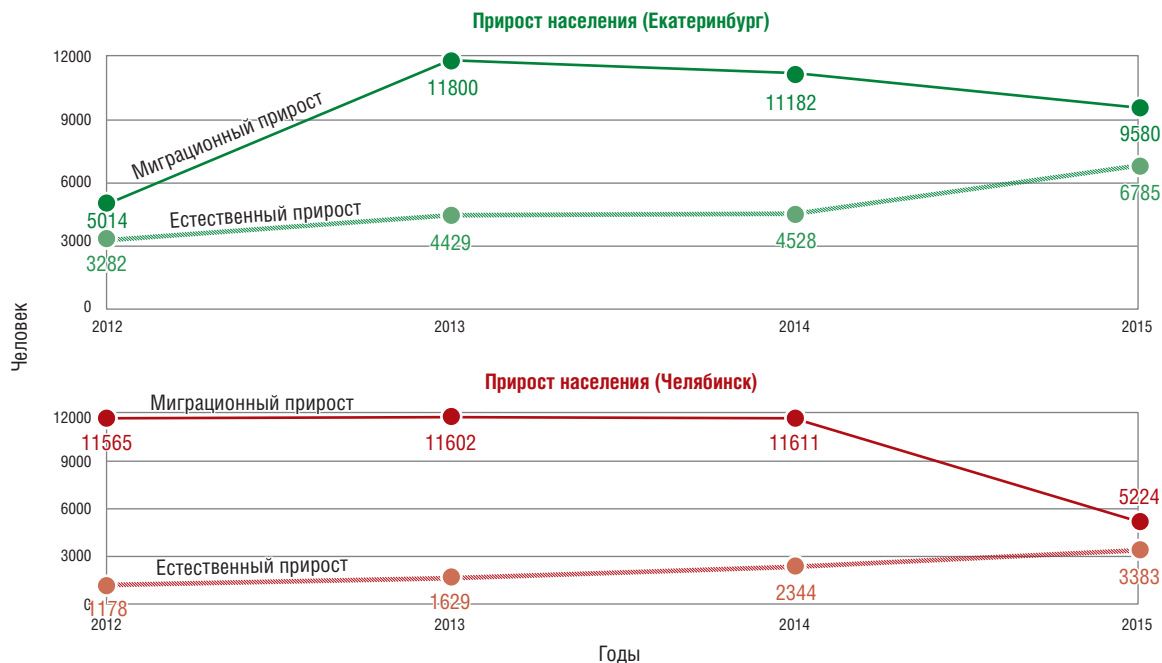


Рис. 4. Сравнение миграционного и естественного приростов в городах [18]

Рассмотрим доходы бюджетов городов. За десять лет бюджет Екатеринбурга вырос более чем в два раза, на 113 %. Бюджет Челябинска вырос более чем в 2,5 раза — на 163 %. И хотя за последний год бюджет Челябинска уменьшился, общая тенденция говорит о том, что рано или поздно Челябинск может догнать Екатеринбург (рис. 5).

Однако если пересчитать бюджет на 1000 жителей, то результат изменится (рис. 6).

В пересчете на одного жителя Челябинск богаче Екатеринбурга. Рост бюджета городов также окажет благотворное влияние на развитие ВСМ.

Анализ зарплат показал, что средняя зарплата в Екатеринбурге на четверть больше, чем в Челябинске (рис. 7).

Но и жилье на первичном рынке в Свердловской области дороже на 55 % (рис. 8). Так, в Челябинской области за среднюю зарплату вы можете купить 0,87 кв. м новой квартиры, а в Свердловской — всего 0,71 кв. м. Соответственно, дороже и аренда жилья.

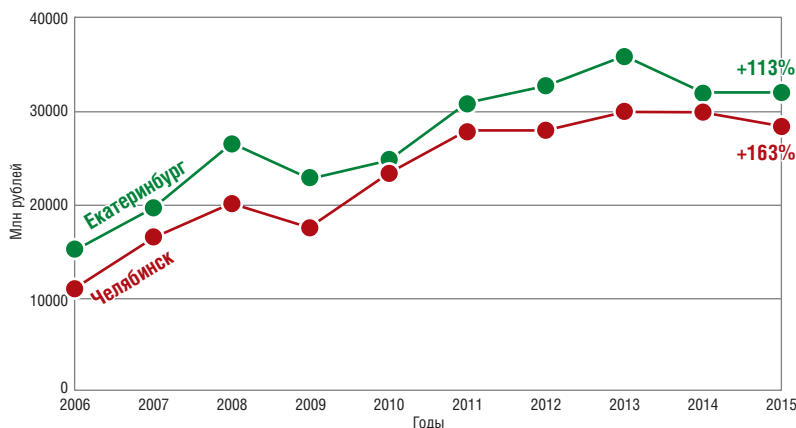


Рис. 5. Доходы бюджетов городов за последние десять лет [18]

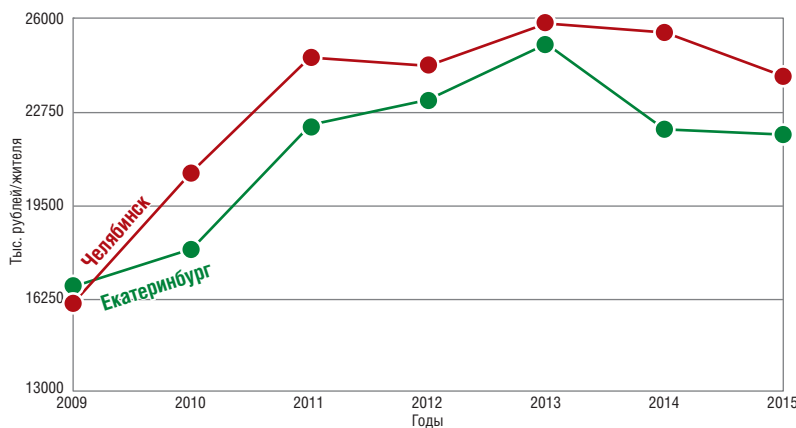


Рис. 6. Бюджетная обеспеченность городов на 1000 жителей [18]

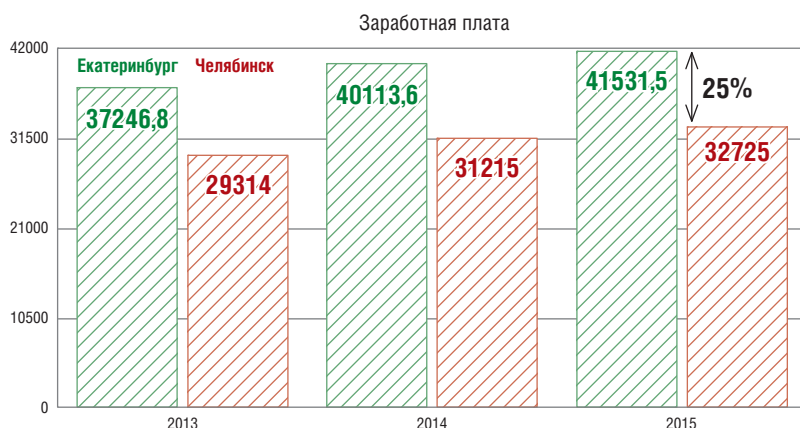


Рис. 7. Средняя заработная плата в Екатеринбурге и Челябинске [18]

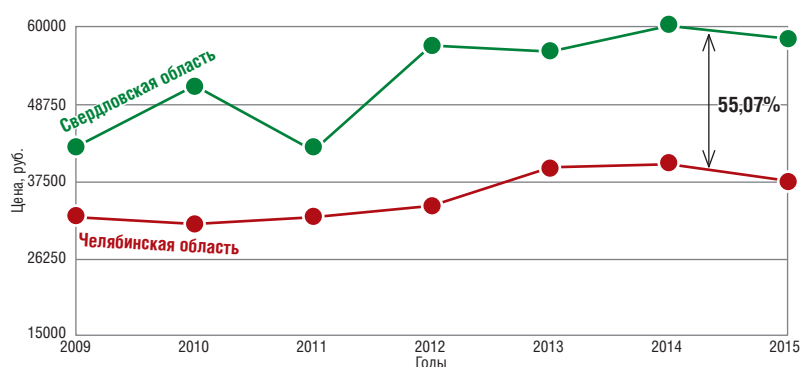


Рис. 8. Цена квадратного метра [18]

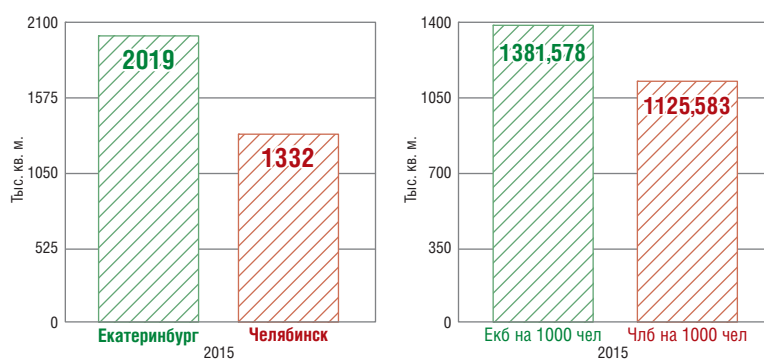


Рис. 9. Торговые площади городов [18]

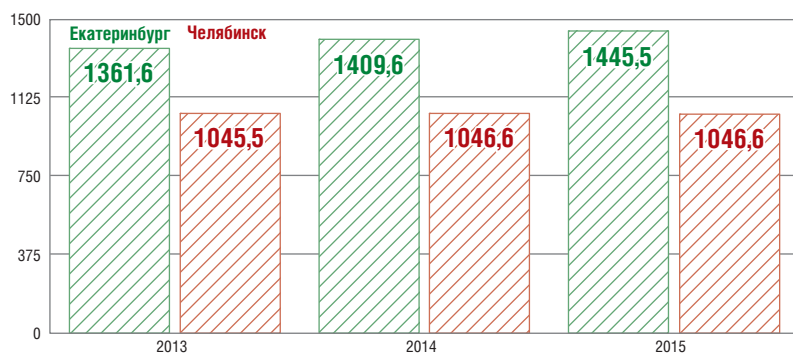


Рис. 10. Дороги с твердым покрытием, км [18]

Один из показателей, по которому можно сравнить Екатеринбург и Челябинск, — это торговые площади. В 2015 г. соотношение выглядело так (рис. 9).

ВСМ может способствовать созданию благоприятных условий для поездки жителя Челябинска в Екатеринбург за покупками.

Жители Челябинска гордятся своими дорогами, считают, что они у них лучше, чем в соседних городах. Но, по статистике, в Екатеринбурге дорог с твердым покрытием больше (рис. 10). Однако в Челябинске общая площадь земель муниципального образования почти в два раза меньше, чем в Екатеринбурге. Поэтому, если соотнести количество дорог с твердым покрытием и площадь города, то получится, что Челябинск все-таки «оснащен» дорогами лучше (рис. 11).



Рис. 11. Соотношение дороги/площадь города [18]

Инновационный транспортно-логистический проект «ВСМ Екатеринбург — Челябинск»

В настоящей статье были рассмотрены предпосылки создания нового типа транспортного сообщения Екатеринбург — Челябинск. Задача для нас новая, так как за последние 2–3 десятилетия мы впервые обращаемся к предпосылкам, а не к проекту. Задуман большой транспортно-логистический проект. И тут важно видеть логику формирования противоположных выводов. Сегодня мы сталкиваемся

с некоторым кризисом чисто рационального обоснования. Вышеизложенные соображения имеют отношение к оценке спроса на поездки по ВСМ Екатеринбург — Челябинск. От величины спроса и от тарифа будет зависеть доход проекта, а от темпов освоения пассажирооборота — его окупаемость. Но, несмотря на оптимистичность оценок спроса и, соответственно, коммерческой эффективности проекта, весьма велики риски, связанные с темпами окупаемости. Тем более что существуют и вполне основательные противоположные соображения о том, что с гораздо меньшими затратами можно задействовать потенциал уже имеющихся видов сообщения. Поэтому эффективность проекта должна оцениваться в полном спектре ее типов, а если говорить о стоимостных оценках, то их нужно выполнить относительно систем отсчета затрат и результатов различного уровня. Принципиально значимая позиция в оценке инфраструктурных проектов такого типа, по нашему убеждению, в том, что нетранспортный эффект должен превалировать. Его природа, состав и способы оценки — предмет другой статьи. Здесь же

хотим высказать одно общее соображение, относящееся к его формированию.

Основа нетранспортного эффекта в данном случае заключается в создании импульса к комплексному освоению новых компетенций национальной экономики, которое возникнет при построении такого рода проектов на отечественном производстве и отечественных разработках. Если проект будет реализован на российском потенциале, то будет получен мультипликативный эффект его приумножения, а в дальнейшем для нас уже не будет столь проблематичным реализовывать аналогичные проекты как в России, так и за ее пределами. Загрузка лучших уральских предприятий с их одновременной модернизацией, достройка их новыми производственно-технологическими системами под потребности ВСМ сделает проект пионерным, смысл которого в создании устойчивого потока выигрышей в развитии национальной экономики. **ИТ**

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 16–06–00464 А.

Список литературы

1. Мишарин А. С. ВСМ между Екатеринбургом и Челябинском станет продолжением транспортного коридора Европа — Азия // Новости Урала. — 10.07.2017. — URL: <http://justmedia.ru>.
2. Прядеин А. Екатеринбург — Челябинск: скоростная электричка сблизит города-миллионники (интервью). — URL: <https://ekaterinburg.pf/news/67048-ekaterinburg-chelyabinsk-skorostnaya-elektrichka-sblizit-goroda-millionniki>.
3. Журавская М. А., Казаков А. Л., Лемперт А. А., Бухаров Д. С. О методе решения задачи оптимальной прокладки высокоскоростных железнодорожных магистралей с учетом региональных особенностей // Транспорт: наука, техника, управление. — 2012. — № 2. — С. 41–44.
4. Петров М. Б., Журавская М. А., Левченко М. А. Пути и возможности формирования дружественной сети регионального и городского общественного транспорта при создании ВСМ // Инновационный транспорт. — 2016. — № 4 (22). — С. 3–8. — ISSN 2311–164X.
5. Якунин В. И. В будущее России с высокой скоростью: монография. — М.: Научный эксперт, 2012. — 216 с.
6. Why high speed rail? // Gridlines. — 2011. — URL: www.pwc.com/structure.
7. ВСМ в Китае // АО «Скоростные магистрали». — URL: <http://www.hsrail.ru/info/vsmm/china>.
8. Петров М. Б., Тарасян В. С., Журавская М. А. Моделирование оптимальной сети железных дорог с учетом развития транспортно-логистической системы региона // Экономика региона. — 2013. — № 4 (36). — С. 181–189.
9. 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. — 2014. — Т. 9, № 4. — С. 121–130.
10. ВСМ в США // АО «Скоростные магистрали». — URL: <http://www.hsrail.ru/info/vsmm/usa>.
11. Шаров М. И. Совершенствование метода оценки транспортного спроса на перевозок городского пассажирским транспортом: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Шаров Максим Игоревич. — Иркутск, 2008. — 19 с.
12. Омарова З. К., Минатуллаев Ш. М., Рябов И. М. Методика оценки спроса на автомобильные перевозки на основе вероятностного подхода // Интернет-журнал «Науковедение». — 2016. — Т. 8, № 5. — URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/28EVN516.pdf>.
13. Ефимов С. М. Методика анализа факторов, определяющих спрос на пассажирские перевозки // Мир транспорта. — 2015. — Т. 13, № 2. — С. 114–120. — ISSN 1992–3252.
14. Развитие железнодорожной сети в Германии и проектирование новых линий (по материалам Университета Ганновера) // Железные дороги мира. — 2009. — № 2. — С. 13–21.
15. Бобрик П. П. Обоснование гравитационной модели транспортных корреспонденций при помощи закона убывающей предельной полезности // Труды МФТИ. — 2010. — Т. 2, № 4. — С. 31–34. — ISSN 2072–6759.
16. Модели и методы теории логистики: учебное пособие / под ред. В. С. Лукинского. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2008. — 448 с.
17. Большой экономический словарь / под ред. А. И. Азриляна. — М.: Институт новой экономики, 2009.
18. Екатеринбург против Челябинска: 19 графиков о главных городах Урала [Электронный ресурс]. — URL: https://www.znak.com/2017-02-07/ekaterinburg_protiv-chelyabinska_10_grafikov_o_glavnyh_gorodah_urala (дата обращения: 15.06.2017).



**Алексей Алексеевич
Цариков**

Aleksey A. Tsarikov



**Алена Витальевна
Бачинина**

Alena V. Bachinina



**Ольга Юрьевна
Тапасева**

Olga Yu. Tapaseva



**Матвей Сергеевич
Пятанов**

Matvej S. Pjatanov

Сравнительный анализ развития городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги

The comparative analysis of development of city passenger transport of Ekaterinburg and Prague

Аннотация

В статье рассмотрены основные показатели развития городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги и проведен сравнительный анализ систем городского пассажирского транспорта этих городов. Показатели транспортной системы Праги в данной статье приняты как значения, которых необходимо достигнуть транспорту Екатеринбурга в ближайшей перспективе.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, городской общественный транспорт, транспортная сеть.

Abstract

In article the basic indicators of development of city passenger transport of Ekaterinburg and Prague are considered and the comparative analysis of systems of city passenger transport of these cities is carried out. Indicators of transport system of Prague in given article are accepted as value which are necessary for reaching to transport of Ekaterinburg in immediate prospects.

Keywords: passenger transportations, a city public transport, a transportation network.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-11-19

Авторы Authors

Алексей Алексеевич Цариков, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт» Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ), Екатеринбург | **Алена Витальевна Бачинина**, магистр кафедры «Автомобильный транспорт» Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ), Екатеринбург | **Ольга Юрьевна Тапасева**, магистр кафедры «Автомобильный транспорт» Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ), Екатеринбург | **Матвей Сергеевич Пятанов**, бакалавр кафедры «Автомобильный транспорт» Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ), Екатеринбург

Alexey Alekseevich Tsarikov, Cand. Tech. Sci., assistant professor of "Automotive Transport" Department of the Ural State Forest Engineering University (USFEU), Ekaterinburg | **Alena Vitalevna Bachinina**, master of "Automotive Transport" Department of the Ural State Forest Engineering University (USFEU), Ekaterinburg | **Olga Jurevna Tapaseva**, master of "Automotive Transport" Department of the Ural State Forest Engineering University (USFEU), Ekaterinburg | **Matvej Sergeevich Pjatanov**, bachelor of "Automotive Transport" Department of the Ural State Forest Engineering University (USFEU), Ekaterinburg

Крупные и крупнейшие города России в последнее десятилетие пришли к одновременному пониманию необходимости развития городского пассажирского транспорта. Без развития общественного транспорта проблема заторов на улично-дорожной сети города практически не решаема. Вместе с тем для того, чтобы водители для поездок по городу как можно реже использовали личные автомобили, необходим качественно новый уровень обслуживания пассажиров массовым транспортом.

К сожалению, желаемый уровень обслуживания пассажиров общественным транспортом в российских городах пока не достигнут. В данной статье предпринята попытка сравнения показателей развития городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги. Екатеринбург — город, который только вступает на путь развития пассажирского транспорта. Прага — типичный европейский город, который уже прошел процессы роста уровня автомобилизации населения, роста заторов на улично-дорожной сети и достиг определенных результатов в развитии общественного транспорта. Данный выбор городов для сравнения развития пассажирского транспорта не случаен. Оба города в прошлом входили в состав стран социалистического лагеря с плановой экономикой развития. Кроме того, Екатеринбург и Прага исторически ориентировались на развитие рельсового пассажирского транспорта (метрополитена и трамвая) и сопоставимы по численности населения. Еще одно сходство — наличие ярко выраженного центра (в Екатеринбурге — делового, в Праге — исторического), в котором расположено огромное количество рабочих мест.

К первой группе показателей, которые необходимо сравнить, относятся данные по развитию сетей городского пассажирского транспорта: значения протяженности линий трамвая и метрополитена, а также протяженности улиц и дорог, по которым организовано движение автобусов и троллейбусов.

Как видно из табл. 1, при сравнимых значениях численности населения города Екатеринбург значительно отстает от Праги в развитии сети городского пассажир-

ского транспорта. Особенно бросается в глаза отставание по протяженности сети метрополитена. В Праге протяженность линий метро в 5 раз больше, чем в Екатеринбурге. Таким образом, скоростной общественный транспорт в Праге охватывает территорию, в 5 раз большую, чем в Екатеринбурге.

Чуть меньшее отставание отмечено по трамваю. Протяженность линий трамвая в Праге на 76 % больше, чем в Екатеринбурге. Трамвай — это второй по эффективности вид городского пассажирского транспорта после метрополитена. Конечно, трамвай по сравнению с метро не способен перевозить аналогичные объемы пассажиров с той же скоростью, но все же в городах с населением 1–2 млн жителей является основным каркасообразующим видом транспорта. Кроме того, линии трамвая в большей мере проходят по отдельным полосам движения и подвержены меньшему влиянию заторов, чем автобусы или троллейбусы.

Если отставание в развитии метро Екатеринбурга по сравнению с Прагой можно объяснить отсутствием необходимых финансовых средств, то отставание в развитии трамвая можно объяснить только отрицательным отношением к трамваю на определенных этапах истории города. В период с 1992 по 2012 г. в Екатеринбурге не было построено ни одной линии трамвая. Также значительный спад в развитии трамвайных линий был отмечен в 80-е годы XX века. На современном этапе строительство линий трамвая в Екатеринбурге возобновилось, но в незначительной степени.

Троллейбусное движение в Праге отсутствует, поэтому следующим для сравнения видом транспорта является автобус. По данным табл. 1, протяженность улиц и дорог, по которым организовано автобусное движение, в Праге в 2 раза превышает значения по автобусному движению Екатеринбурга. Это означает, что автобус охватывает большие территории города и имеет большую плотность сети, что в конечном итоге приводит к снижению расстояния подхода пассажира от остановки до дома или работы.

Таблица 1

Показатели развития сетей городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги

Показатель	Екатеринбург	Прага	Разница
Численность населения, тыс. чел.	1455	1280	+11 %
Показатели развития сети ГПТ			
Протяженность сети метрополитена, км	12,7	65,4	–415 %
Протяженность сети трамвая, км	81	142,7	–76 %
Протяженность сети троллейбуса, км	82,6	—	—
Протяженности сети автобуса, км	318	636	–100 %

Таблица 2

Показатели маршрутной сети городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги

Показатель	Екатеринбург	Прага	Разница
Количественные показатели маршрутов городского пассажирского транспорта			
Количество линий метрополитена	1	3	–200 %
Количество маршрутов трамвая	31	25	+20 %
Количество маршрутов троллейбуса	19	—	—
Количество маршрутов автобуса	81	119	–47 %
Общее количество маршрутов ГПТ без учета метрополитена	131	144	–10 %
Общее количество диаметральных маршрутов	28	16	+43 %
Общее количество радиальных маршрутов	22	64	–191 %
Общее количество хордовых маршрутов	35	42	–20 %
Общее количество двурadiальных маршрутов	37	11	+236 %
Общее количество кольцевых маршрутов	9	11	–22 %
Протяженность маршрутов метрополитена, км	25,4	130,4	–413 %
Протяженность маршрутов трамвая, км	818	781	+4,7 %
Протяженность маршрутов троллейбуса, км	373,7	—	—
Протяженность маршрутов автобуса, км	2911	2698	+8 %

Завершая анализ показателей развития сетей, можно отметить, что Прага и Екатеринбург несколько отличаются в структуре и плотности жилой застройки, плотности улично-дорожной сети, и в целом на сегодняшний день Екатеринбург имеет двукратное отставание в развитии сетей наземного транспорта и огромное (5-кратное) отставание в развитии скоростной сети. Последнее создает существенные проблемы в процессе перехода водителей на использование городского пассажирского транспорта.

Следующий комплекс параметров, которые необходимо сравнить, — это данные по маршрутной сети. Маршрут городского транспорта по своей сути — это траектория движения подвижного состава. Траектории движения транспорта могут формировать бесконечное количество вариантов и схем маршрутной сети. Оценка маршрутной сети позволяет оценить экономическую составляющую работы транспорта для предприятий и удобство обслуживания для пассажира. Фактическая задача проектировщика маршрутной сети городского пассажирского транспорта сводится к поиску оптимального решения, при котором экономика перевозчика и удобство обслуживания пассажира будут оптимальными.

Как видно из табл. 2, количество маршрутов трамвая в Екатеринбурге на 20 % больше, чем в Праге, несмотря на то, что протяженность сети трамвая в Праге на 76 % больше. Это означает, что количество маршрутов на 1 км сети в Праге в разы меньше, чем в Екатеринбурге.

Несколько иная ситуация с автобусными маршрутами. На первый взгляд, при знакомстве с общественным транспортом Праги создается впечатление, что трамвайные маршруты преобладают в городе. Также в Праге на 47 % больше автобусных маршрутов, чем в Екатеринбурге. При этом автобусные маршруты в Праге вытеснены в срединную и периферийную зону. Минимальное количество автобусных маршрутов проходит через центр. Это значит, что центральная часть города в большей мере обслуживается рельсовым транспортом — метрополитеном и трамваем. Общее количество маршрутов городского пассажирского транспорта в Праге на 10 % больше, чем в Екатеринбурге.

Еще одной отличительной чертой организации городского пассажирского транспорта Праги является наличие ночных маршрутов. Всего в городе организовано 23 ночных маршрута, из них 14 автобусных и 9 трамвайных.

Интервалы движения на ночных маршрутах в разы больше, чем на дневных, но в целом, зная расписание движения подвижного состава и систему работы городского транспорта Праги, ночью можно доехать от одной условной точки до другой.

Для сравнения маршрутной сети двух городов проведем их анализ по типам маршрутов. Существующие маршруты городского общественного транспорта отличаются большим разнообразием, однако среди множества встречающихся форм можно выделить несколько типичных. На рис. 1 представлена графическая классификация маршрутов городского пассажирского транспорта, принятая в данной статье [1].

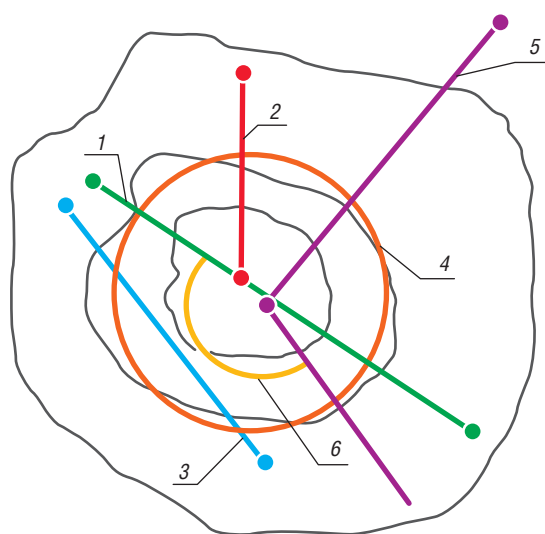


Рис. 1. Классификация маршрутов городского пассажирского транспорта [1]:
1 — диаметральный; 2 — радиальный; 3 — хордовый;
4 — кольцевой; 5 — двурадийный; 6 — полукольцевой

Диаметральные маршруты — связывают противоположные периферийные районы через центр города. Эти маршруты характеризуются высокой прямолинейностью.

Радиальные маршруты — связывают периферийный район города с центром. Такие маршруты типичны только для больших городов, а для средних и малых оказываются слишком короткими.

Двурадийные маршруты — образуются в том случае, если возникает необходимость связать два близко расположенных периферийных района через центр города.

Кольцевые маршруты — связывают окраины города между собой по кольцу. В крупных городах эти маршруты прокладываются также по центральным (или прилегающим к центру) районам.

Полукольцевые маршруты. При связи окраин города не всегда есть возможность замкнуть кольцо. В этих случаях подходит полукольцевой маршрут или аналогичный ему — прямолинейный.

Хордовые маршруты — связывают противоположные периферийные районы, минуя центр города. Эти маршруты в зависимости от конфигурации сети могут иметь как высокую, так и низкую прямолинейность.

В табл. 3 приведено распределение маршрутов городского пассажирского транспорта по типам маршрутов отдельно для автобусов, трамваев и троллейбусов. Как видно из табл. 3 и рис. 2, трамвайное движение по маршрутам в Праге резко отличается от Екатеринбурга и организовано в основном по диаметральному (52 %) и двурадийным (42 %) маршрутам. Иными словами, трамвайные маршруты проходят через центр от одного периферийного района в другой.

Несколько иная ситуация с автобусными маршрутами Праги. К автобусным маршрутам диаметрального типа можно отнести только 3 % маршрутов. При этом боль-

Таблица 3

Показатели распределения маршрутов городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги по типам маршрутов

Вид транспорта	Диаметральные	Двурадийные	Радиальные	Кольцевые	Хордовые
Прага					
трамвай	13 (52 %)	11 (42 %)	1 (4 %)	0	0
автобус	3 (3 %)	0	63 (53 %)	11 (9 %)	42 (35 %)
Екатеринбург					
трамвай	8 (26 %)	10 (32 %)	2 (6,5 %)	4 (13 %)	7 (22,5 %)
троллейбус	6 (33 %)	5 (26 %)	1 (5 %)	5 (26 %)	2 (10 %)
автобус	14 (18 %)	22 (27 %)	19 (23 %)	0	26 (32 %)

шую долю автобусных маршрутов составляют хордовые (35 %) и радиальные (53 %). Таким образом, можно отметить, что трамвай и автобус Праги четко структурированы по типам маршрутов. Трамвайное движение не имеет кольцевых, хордовых и радиальных маршрутов, а автобус — диаметральные и двурадialные. Это связано с большими объемами корреспонденций жителей города по диаметральным направлениям, а значит, такие сообщения имеют более высокие пассажиропотоки. В Праге логично распределен подвижной состав общественного транспорта, на наиболее пассажиронапряженных направлениях организовано трамвайное движение, на котором работают сочлененные вагоны или поезда из двух трамваев. Второстепенные направления с меньшим пассажиропотоком отдали автобусам. Кроме того, у автобусов интервалы движения намного больше, чем у трамваев.

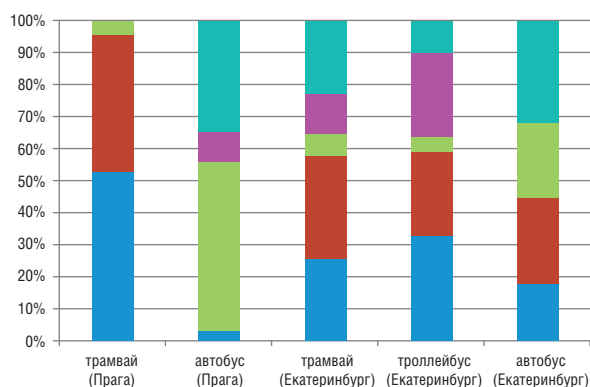


Рис. 2. Распределение маршрутов городского пассажирского транспорта Праги и Екатеринбурга по типам маршрутов:

■ — хордовые; ■ — кольцевые; ■ — радиальные; ■ — двурадialные; ■ — диаметральные

В Екатеринбурге распределение по типам маршрутов несколько иное. Как видно из рис. 2, диаметральные и двурадialные маршруты организованы как на трамвае, так и на троллейбусе и автобусе. При этом доля таких маршрутов на всех трех видах транспорта отличается в небольших пределах — 59 % у троллейбуса, 58 % у трамвая и 45 % у автобуса. Диаметральные маршруты больше всего отмечено у троллейбуса (33 %) и чуть меньше у трамвая (26 %). Вместе с тем двурадialных маршрутов больше у трамвая (32 %).

Отличительной чертой трамвайных маршрутов Екатеринбурга является наличие кольцевых (13 %) и хордовых (22,5 %) маршрутов. У троллейбуса также присутствуют кольцевые (26 %) и хордовые (10 %) маршруты.

Основное правило организации движения городского транспорта — чем выше пассажиропоток, тем вместительнее должен быть подвижной состав [2], поэтому на диаметральные и двурадialные маршрутах необходимо использовать большой и особо большой подвиж-

ной состав. В Екатеринбурге данное правило часто не работает, через центр проходит большое количество маршрутов с подвижным составом малого и среднего класса.

Рассмотрим следующий блок показателей — средние показатели организованных маршрутов городского пассажирского транспорта. Сюда входят данные по длине отдельных маршрутов, расстояния между остановками на данных маршрутах, коэффициент непрямолинейности маршрутов и маршрутный коэффициент. Методика расчета данных показателей приведена ниже в формулах (1)–(7) [3].

Полученные в результате расчетов данные по маршрутной сети представлены в табл. 4.

Средняя длина маршрутов по сети. Рассчитывается по формуле:

$$L_{M(CP)} = \frac{\sum L_M}{H}, \quad (1)$$

где $L_{M(CP)}$ — средняя длина маршрута, км; L_M — длина маршрута, км; H — количество маршрутов, шт.

Среднее расстояние между остановками. Рассчитывается делением протяженности маршрута на количество остановок минус две на маршруте.

$$L_{ПЕР} = \frac{L_M}{N - 2}, \quad (2)$$

где $L_{ПЕР}$ — среднее расстояние между остановками, м; L_M — длина маршрута, м; N — количество остановок на маршруте включая конечные, шт.

Среднее расстояние между остановками в целом по сети. Рассчитывается по формуле:

$$L_{ПЕР(CP)} = \frac{\sum L_M}{\sum N - 2}, \quad (3)$$

где $L_{ПЕР(CP)}$ — средняя длина перегона, м; L_M — длина маршрута, м; N — количество остановок на маршруте, включая конечные, шт.

Среднее расстояние между конечными остановками в целом по сети. Рассчитывается по формуле:

$$L_{B(CP)} = \frac{\sum L_B}{H}, \quad (4)$$

где $L_{B(CP)}$ — среднее расстояние между конечными маршрутами по воздушной линии, м; L_B — расстояние между конечными пунктами по воздушной линии, м; H — количество маршрутов, шт (учитываются только те маршруты, по которым считалось расстояние).

Коэффициент непрямолинейности маршрутов. Определяется как отношение длины маршрута между конечными пунктами, измеренной по трассе маршрута, к расстоянию между этими пунктами по прямой воздушной линии:

$$K_H = \frac{L_M}{2L_B}, \quad (5)$$

где K_H — коэффициент непрямолинейности; L_M — длина маршрута, м; L_B — расстояние между конечными пунктами по воздушной линии, м.

Средний коэффициент непрямолинейности маршрутов в целом по сети. Рассчитывается по формуле:

$$K_{H(CP)} = \frac{\sum L_M}{\sum 2L_B}, \quad (6)$$

где K_H — коэффициент непрямолинейности; L_M — длина маршрута, м; L_B — расстояние между конечными пунктами по воздушной линии, м.

Основным показателем, по которому судят о степени насыщенности транспортной сети, является маршрутный коэффициент K_M , который определяется как от-

ношение суммарной длины маршрутов к длине транспортной сети:

$$K_M = \frac{\sum L_M}{2 \times L_C}, \quad (7)$$

где L_M — длина маршрута, км; L_C — длина транспортной сети, измеренная по оси улиц, км.

Как видно из табл. 4, средняя длина трамвайных маршрутов в Праге и Екатеринбурге отличается незначительно (–14 %). Вместе с тем автобусные маршруты Екатеринбурга имеют большую протяженность, чем автобусные маршруты Праги (36 км против 22,6 км). Маршруты (линии) метрополитена Праги в среднем значении значительно превышают протяженность линий Екатеринбурга (–71,6 %). Данный показатель в большей мере указывает на слабую развитость метрополитена Екатеринбурга, чем на специфику организации пассажирского транспорта города.

Таблица 4

Основные показатели маршрутной сети городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги

Показатель	Екатеринбург	Прага	Разница
Средняя длина маршрута городского пассажирского транспорта в двух направлениях			
метрополитена, км	12,7	21,8	–71,6 %
трамвая, км	27,2	31	–14 %
троллейбуса, км	19,6	—	—
автобуса, км	36	22,6	+60 %
Среднее расстояние между остановками общественного транспорта			
метрополитена, м	1590	1124	+41 %
трамвая, м	592	495	+20 %
троллейбуса, м	566	—	—
автобуса, м	430	630	–46 %
Коэффициент непрямолинейности маршрутов			
метрополитена	1,09	1,48	–36 %
трамвая	1,72	1,73	–1 %
троллейбуса	1,52	—	—
автобуса	1,7	2,02	–19 %
Маршрутный коэффициент, K_M			
метрополитена	1	1	0
трамвая	5,04	2,73	+85 %
троллейбуса	2,26	—	—
автобуса	4,57	2,12	+115 %
Общий показатель	5,28	2,32	+127 %

Следующий показатель, требующий нашего внимания, — это среднее расстояние между остановками. По данным табл. 4, среднее расстояние между станциями метрополитена в Екатеринбурге составляет 1590 м. В Праге данный показатель на 41 % меньше и составляет 1124 м. Большое расстояние между станциями в Екатеринбурге сформировалось из-за пропуска при строительстве станции «Бажовской», в результате чего перегон между станциями «Геологическая» и «Чкаловская» на данный момент составляет 2200 м.

Проанализировав расстояния между остановками у наземных видов транспорта, можно отметить, что остановки у трамвайных маршрутов Екатеринбурга расположены несколько реже (в среднем 592 м), чем на маршрутах пражского трамвая (в среднем 495 м). По автобусному сообщению ситуация обратная: в Екатеринбурге остановки автобусных маршрутов расположены гораздо чаще (430 м), чем в Праге (630 м). Такая разница в расстояниях между остановками автобусных маршрутов Праги и Екатеринбурга обусловлена структурой сети и системой организации маршрутов. Маршруты пражских автобусов в большей мере обслуживают периферийные районы, где плотность сети улиц и дорог гораздо ниже, чем в центре, вследствие чего остановки расположены на более удаленном расстоянии.

Коэффициент непрямолинейности маршрутов характеризует, в первую очередь, криволинейность траектории движения подвижного состава при перевозке пассажиров. На данный показатель оказывают влияние как структура улично-дорожной сети (ее конфигурация), так и выбранная траектория движения общественного транспорта по данной сети (сама схема маршрута).

Трасса метрополитена Екатеринбурга близка к идеальной прямой, поэтому коэффициент непрямолинейности составляет 1,09. В Праге данный показатель у метрополитена гораздо выше и составляет 1,48. Стоит отметить, что показатель непрямолинейности маршрутов трамвая Праги и Екатеринбурга практически совпадает и составляет 1,72. Автобусные маршруты Екатеринбурга более прямолинейны, чем в Праге (на 19 %), и близки по значению к показателям трамвайных маршрутов.

Маршрутный коэффициент, представленный в табл. 4, характеризует среднее количество маршрутов на 1 км сети в целом по городу. Чем больше коэффициент маршрутизации, тем больше маршрутов организовано на данной маршрутной сети. В источниках приводятся различные рекомендуемые значения маршрутного коэффициента [3, 4]. Подробнее информация по данному показателю для городов России представлена в статье [5].

По данным табл. 4, маршрутный коэффициент в Екатеринбурге практически в 2 раза выше, чем в Праге. Общий показатель коэффициента маршрутизации (K_M) для наземных видов транспорта в Екатеринбурге составляет 5,28, что на 127 % выше, чем в Праге (2,32). Ес-

ли рассматривать маршрутный коэффициент в разрезе отдельных видов транспорта, то здесь наблюдается аналогичная картина. Маршрутный коэффициент екатеринбургского трамвая на 85 % выше, чем у пражского, а у екатеринбургского автобуса на 115 % выше, чем у пражского автобуса.

Основная причина двукратной разницы маршрутного коэффициента Екатеринбурга и Праги — это различные подходы к формированию маршрутной сети, а также к системе перевозки пассажиров и оплаты проезда. Екатеринбург, как и большинство городов постсоветского пространства, ориентирован на беспересадочную схему маршрутов городского пассажирского транспорта. Другими словами, оплата проезда в общественном транспорте в большей мере привязана к конкретному маршруту: одна поездка — одна оплата.

Пражская система ориентирована на повременную оплату проезда, когда пассажир оплачивает билет, дающий право на временный период пользования транспортом, не привязанный ни к отдельному маршруту, ни к отдельному виду транспорта. Такой подход к системе перевозок позволил Праге значительно упростить схему маршрутной сети городского пассажирского транспорта путем отказа от ряда дублирующих друг друга маршрутов. Иными словами, маршрутная сеть Праги ориентирована на перевозку пассажиров с пересадками. То есть большая часть корреспонденций на городском общественном транспорте осуществляется с одной, реже с двумя пересадками.

Следующий комплекс анализируемых параметров посвящен подвижному составу. Как видно из табл. 5, списочная численность вагонов метрополитена Праги практически в 11 раз превышает численность вагонов метро Екатеринбурга. Причина такой разницы состоит в том, что пражское метро работает на полную мощность на всех трех линиях. Зачастую в вагонах места для сидения расположены поперек, а не вдоль, как принято. Это означает, что количество мест для сидения в вагоне метро увеличивается в 2 раза, но резко снижается количество мест для перевозки пассажиров стоя.

Численность трамвайных вагонов в Праге в 2 раза больше, чем в Екатеринбурге. Больше трети вагонов пражского трамвая составляют сочлененные модели, которые по провозной способности соответствуют 2–2,5 одиночным вагонам марки «Татра-3» и «Татра-6». Это означает, что общие мощности по перевозке пассажиров пражским трамваем практически в 3 раза выше, чем в Екатеринбурге.

Екатеринбург выигрывает у Праги только в численности подвижного состава автобуса: 1800 автобусов против 1222, при этом проигрывает по качественному составу подвижного состава, поскольку Прага использует большой и особо большой класс низкопольных автобусов, а в Екатеринбурге преобладают автобусы среднего и малого класса.

Таблица 5

Показатели численности подвижного состава городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги, работающего на линии

Показатели подвижного состава	Екатеринбург	Прага [6]	Разница
Списочное количество вагонов метро	62	730	–1077 %
Списочное количество вагонов трамвая	457	921	–101 %
Списочное количество троллейбусов	241	—	—
Списочное количество автобусов	1800 (оценка)	1222	+47 %
Выпуск вагонов метро в пиковый период	60	486	–710 %
Выпуск вагонов трамвая в пиковый период	364	601	–65 %
Выпуск троллейбусов в пиковый период	195	—	—
Выпуск автобусов в пиковый период	1603 (оценка)	896	+79 %
Количество метродепо	1	3	–200 %
Количество трамвайных депо	3	7	–133 %
Количество троллейбусных депо	4	—	—
Количество автобусных парков	3	—	—

Таблица 6

Показатели скорости сообщения городского пассажирского транспорта Екатеринбурга и Праги

Скоростные показатели работы подвижного состава	Екатеринбург	Прага [6]	Разница
метрополитена, км/ч	49	35,6	+38 %
трамвая, км/ч	12,8	18,8	–47 %
троллейбуса, км/ч	13,1	—	—
автобуса, км/ч	16	25,5	–59 %

В заключение хотелось бы сравнить скорости сообщения на общественном транспорте двух городов для понимания качественных показателей обслуживания пассажиров. По данным табл. 6, единственный вид транспорта, который выигрывает по скорости у Праги, — это метрополитен. Отдаленное расположение станций метро Екатеринбурга позволяет увеличить скорость сообщения на 38 % по сравнению с Прагой. Остальные виды транспорта в значительной мере проигрывают. Скорость сообщения трамвая в Праге на 47 % выше, чем в Екатеринбурге. Автобус Екатеринбурга имеет, по сравнению с пражским, еще большее отставание — 59 %. Стоит заметить, что это сравнение скоростей в рабочем ежедневном режиме. В пиковые периоды скорость сообщения в Екатеринбурге значительно падает, и город проигрывает Праге еще больше — в 3, а иногда и в 4 раза.

Выводы

Очевидно, что Екатеринбургу, как и другим городам России, предстоит серьезный путь в развитии городского пассажирского транспорта, для того чтобы он стал удобным и конкурентоспособным. Опыт европейских городов, прошедших этот путь, будет полезен для городов России, особенно для крупных и крупнейших. Как указано в статье, проблемы общественного транспорта требуют комплексного и системного подхода в их решении. Кроме того, стоит учитывать специфику и применимость того или иного комплекса мероприятий по развитию городского пассажирского транспорта: то, что используется в городах Западной Европы, в российских городах может оказаться неэффективным. **ИТ**

Список литературы

1. Коссой Ю. М., Поначугин В. А., Ширин В. Н. Организация движения и пассажирских перевозок на городском электрическом транспорте : учебник для студентов высших учебных заведений / под общей редакцией Ю. М. Коссого. — М. : Академия, 2002. — 272 с.
2. Методические указания по проектированию сетей общественного транспорта, улиц и дорог. Вып. 1. — М. : ЦНИИПГрадостроительства, 1968. — 125 с.
3. Страментов А. Е., Сосянц В. Г., Фишельсон М. С. Городской транспорт и организация движения : учебное пособие. — М. : Изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1960. — С. 68–69.
4. Приказ Минавтотранса РСФСР от 31.12.1981 № 200 «Об утверждении Правил организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте». — URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ESU&n=3923#0>
5. Цариков А. А., Бачинина А. В., Тапасева О. Ю. Анализ основных показателей развития сетей и маршрутов пассажирского транспорта городов России // Инновационный транспорт. — 2017. — № 2 (24). — С. 20–27. — ISSN 2311–164X.
6. URL: <http://www.dpp.cz/en/annual-reports/>



Александр Валериевич
Мартыненко

Alexander V. Martynenko

Сравнительный анализ размещения населения в зонах прохождения ВСМ Москва – Казань и ВСМ европейских стран

The comparative analysis of placing of the population in zones of passage HSR Moscow — Kazan and HSR the European countries

Аннотация

Размещение населения является фундаментальным фактором, который задает основные направления развития пассажирского транспорта. Численность населения, его плотность, степень концентрации в крупных городах и их удаленность друг от друга не только играют решающую роль в процессе образования пассажиропотоков, но и определяют потенциал для появления косвенных (нетранспортных) эффектов. Влияние размещения населения на высокоскоростной транспорт является особенно сильным, поскольку такой транспорт предназначен исключительно для пассажирских перевозок.

В настоящей работе выполнен сравнительный анализ размещения населения в зонах прохождения ВСМ в некоторых европейских странах и в зоне прохождения ВСМ Москва – Казань, которая на сегодняшний день является приоритетным направлением развития высокоскоростного транспорта в России. В частности, установлено, что, несмотря на существенную разницу между Россией и Европой в пространственной структуре размещения населения, в зоне прохождения ВСМ Москва – Казань наблюдается структура размещения населения, свойственная европейским ВСМ.

Ключевые слова: высокоскоростной транспорт, ВСМ, ВСМ Москва – Казань, ВСМ в Европе, размещение населения, пространственная структура расселения.

Abstract

Population placing is the fundamental factor which sets the basic directions of development of passenger transport. Population, its density, concentration degree in big cities and their remoteness from each other not only play a main role in the course of formation of volumes of passenger traffic, but also determine potential for occurrence of indirect (not transport) effects. Influence of placing of the population on high-speed transport is especially strong as such transport is intended only for passenger transportations.

In the present work the comparative analysis of placing of the population in zones of passage HSR in some European countries and in a zone of passage HSR Moscow – Kazan which for today is a priority direction of development of high-speed transport in Russia is made. In particular, it is established that, despite an essential difference between Russia and Europe in spatial structure of placing of the population, in a zone of passage HSR Moscow – Kazan is observed structure of placing of the population, peculiar European HSR.

Keywords: high-speed transport, HSR, HSR Moscow – Kazan, HSR in Europe, population placing, spatial structure of moving.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-20-25

Авторы Authors

Александр Валериевич Мартыненко, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Естественнонаучные дисциплины» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС); старший научный сотрудник Центра развития и размещения производительных сил Института экономики УрО РАН, Екатеринбург; e-mail: amartynenko@rambler.ru

Alexander Valerievich Martynenko, Cand. Phys.-Math. Sci., assistant professor of “Natural-science Disciplines” Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT); senior research assistant of the Center of development and placing of productive forces of Institute of Economy of UB RAS, Ekaterinburg; e-mail: amartynenko@rambler.ru

Первая высокоскоростная магистраль (ВСМ) для регулярного пассажирского сообщения была построена в Японии в 1964 г. Она обеспечила быстрый и удобный способ перемещения, для того чтобы добраться из предместий в Токио, и оказалась очень успешной с коммерческой точки зрения. Успех этой линии дал толчок дальнейшему развитию ВСМ как в самой Японии, так и в других странах мира. В 1980-е годы началось создание ВСМ в Западной Европе, а в 2000-е годы активное строительство национальных сетей ВСМ развернулось в Восточной Азии — к Японии добавились Китай, Южная Корея и Тайвань. В настоящий момент общая протяженность западноевропейских ВСМ составляет около 9000 км, а восточноазиатских — более 27 000 км, что в совокупности составляет 96 % протяженности ВСМ во всем мире [1]. За пределами этих двух регионов высокоскоростной транспорт представлен достаточно фрагментарно. В частности, несмотря на наличие необходимых финансовых и технических ресурсов, Канада и Австралия не имеют ВСМ, а в США имеется только одна линия, которую условно можно считать высокоскоростной (линия Бостон — Нью-Йорк — Вашингтон с максимальной скоростью движения 240 км/ч). Проекты по строительству ВСМ в этих трех странах пока не находят поддержки со стороны крупного бизнеса и государства.

Согласно классификации Международного союза железных дорог, к ВСМ относят специально построенные линии, по которым осуществляется регулярное пассажирское сообщение со скоростью выше 250 км/ч [2]. Такая скорость обеспечивает высокоскоростному транспорту конкурентные преимущества при пассажирских перевозках на расстояния от 200 до 800 км (максимальный эффект достигается при расстоянии 400–500 км). Для таких расстояний ВСМ оказываются быстрее любых других видов пассажирского транспорта, в то время как для расстояний меньших, чем 200 км, самым быстрым является автотранспорт, а для расстояний больших, чем 800 км, — авиация. Таким образом, целесообразность строительства ВСМ критично зависит от наличия существенных пассажиропотоков для указанных расстояний.

При обсуждении финансово-экономической стороны создания ВСМ необходимо иметь в виду, что большинство ВСМ не обеспечивают самоокупаемость за счет пассажирских перевозок. Однако ВСМ порождают значительные косвенные эффекты как для тех регионов, в которых они построены, так и для экономики страны в целом. Например, в работе [3] был выполнен детальный анализ влияния ВСМ на экономику городов. Было показано, что строительство ВСМ приводит к росту населения, увеличению валового регионального продукта, снижению безработицы, увеличению количества туристов и студентов, а также к росту цен на недвижимость и землю. При этом отметим, что наличие благоприятных для ВСМ расстояний особенно важно для появления значительных косвенных эффектов на региональ-

ном уровне. Это связано с тем, что влияние ВСМ на развитие городов тем сильнее, чем более востребован этот транспорт у пассажиров (по сравнению с другими видами транспорта), даже при, возможно, небольших абсолютных объемах пассажирских перевозок. Низкий уровень самоокупаемости ВСМ в совокупности с наличием значительного косвенного эффекта обуславливают то, что в большинстве случаев владельцем инфраструктуры и оператором перевозок на ВСМ выступает государство.

Высокая численность и плотность населения в совокупности с благоприятными для ВСМ расстояниями между крупными городами в Западной Европе и особенно в Восточной Азии обеспечивают значительный пассажиропоток на ВСМ и делают эти территории очень привлекательными с точки зрения развития высокоскоростного транспорта. Однако, по мнению ряда экспертов, в США, Канаде и Австралии имеет место несколько иная ситуация. Например, в [4] обсуждаются перспективы развития высокоскоростного транспорта в США, и автор приходит к выводу, что развитие ВСМ в США нецелесообразно, поскольку меньшая плотность и концентрация населения, значительные расстояния, а также особенности транспортного поведения жителей США не позволяют обеспечить пассажиропотоки, необходимые для рентабельности ВСМ и для появления значительных косвенных эффектов.

В России в настоящий момент приоритетным проектом развития ВСМ является линия Москва — Казань. Оценкам возможных прямых и косвенных эффектов от реализации этого проекта посвящено значительное количество публикаций (см., например, [5–8] и процитированную там литературу). В частности, в [6] суммарный эффект на валовый выпуск экономики РФ до 2030 г. оценивается в 28 трлн руб. при общем бюджетном эффекте в 3,4 трлн руб. Также, согласно [6], строительство ВСМ обеспечит значительный прирост ВРП в зоне прохождения линии. Так, для Владимирской области к 2030 г. ожидается рост ВРП на 58 %, а для Нижегородской — на 76 %. Разумеется, подобные оценки опираются на детальный учет всех эффектов от строительства ВСМ. В частности, они должны учитывать общее состояние экономики и специализацию рассматриваемых регионов, уровень урбанизации, структуру занятости, показатели развития человеческого капитала, уровень доходов населения и т.д. Однако фундаментальным фактором, который лежит в основе большинства эффектов от реализации проекта ВСМ, являются численность, плотность и пространственная структура размещения населения в зоне прохождения ВСМ. Учитывая, что по плотности населения и расстоянию между крупными городами Россия гораздо ближе к США, Канаде и Австралии, чем к Европе или к Восточной Азии, то представляется актуальным сравнить размещение населения вдоль планируемой линии Москва — Казань с размещением населения вдоль существующих ВСМ в других странах.

В рамках данной статьи ограничимся сравнением ВСМ Москва — Казань с ВСМ Западной Европы, которые почти полностью сосредоточены в четырех странах: Франции, Германии, Испании и Италии.

Первая ВСМ в Европе была введена в эксплуатацию в 1981 г. во Франции. За Францией последовала Италия (1984), Германия (1991) и Испания (1992). В настоящий момент эти государства обладают достаточно развитыми сетями ВСМ, характеризующимися значительным пассажирооборотом и объединяющими почти все крупные города этих стран (табл. 1). Детальную информацию по ВСМ в этих странах можно найти в [9].

Как видно из табл. 1, рассматриваемые страны имеют высокую численность и плотность населения, что обеспечивает высокий спрос на пассажирские перевозки. При этом малая площадь этих стран обуславливает очень благоприятные для ВСМ расстояния между большими городами (рис. 1). Почти все крупные города в этих странах удалены друг от друга не более чем на 800 км, и в то же время расстояния между большинством из них не менее 200 км (исключение составляет Германия, где достаточно много близко расположенных крупных городов).

Поскольку расстояние от Москвы до Казани составляет 718 км по воздуху, то сравнивать ВСМ между этими городами имеет смысл только с наиболее длинными ВСМ в европейских странах. Поэтому для

сравнения возьмем следующие линии: Париж — Лион — Марсель (Франция), Гамбург — Ганновер — Нюрнберг — Мюнхен (Германия), Мадрид — Сарагоса — Барселона (Испания) и итальянскую линию Турин — Милан — Рим — Неаполь.

Для визуализации размещения населения вдоль ВСМ воспользуемся диаграммным способом представления данных. Для этого представим города в виде кругов, пло-

щади которых пропорциональны населению соответствующих городов, а расстояния между городами пропорциональны длине отрезков, которые соединяют круги (рис. 2). Подчеркнем, что на рис. 2 используются расстояния по воздуху, а не длина ВСМ, т.е. диаграммы на рис. 2 позволяют сравнить потенциальные возможности развития ВСМ на рассматриваемых направлениях.

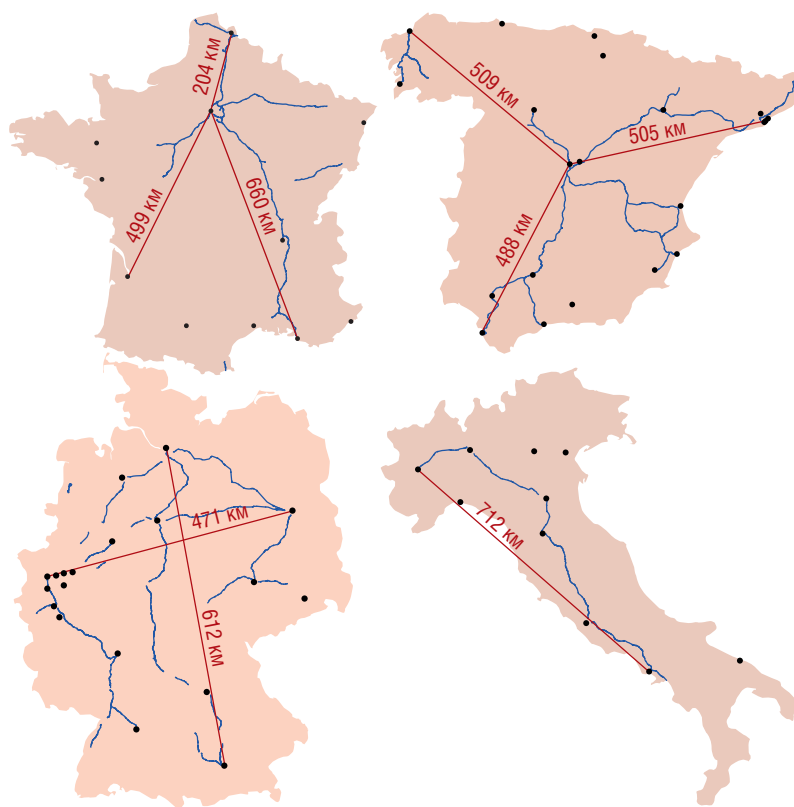


Рис. 1. Расстояния между городами во Франции, Испании, Германии и Италии. Синим цветом показаны действующие ВСМ, по состоянию на 2017 г. (составлено автором на основе данных [1] и [12])

Таблица 1

Протяженность ВСМ и пассажирооборот в странах Европы
(составлено автором на основе данных [1], [10] и [11])

Страна	Население, тыс. чел.	Площадь, кв. км	Плотность населения, чел. на кв. км	Протяженность ВСМ, км	Пассажирооборот на ВСМ, млрд пас.-км
Германия	82176	357021	230	1475	25,3
Франция	64847	547030	119	2142	50,0
Испания	46440	504782	92	2938	14,1
Италия	61123	301340	202	981	12,8

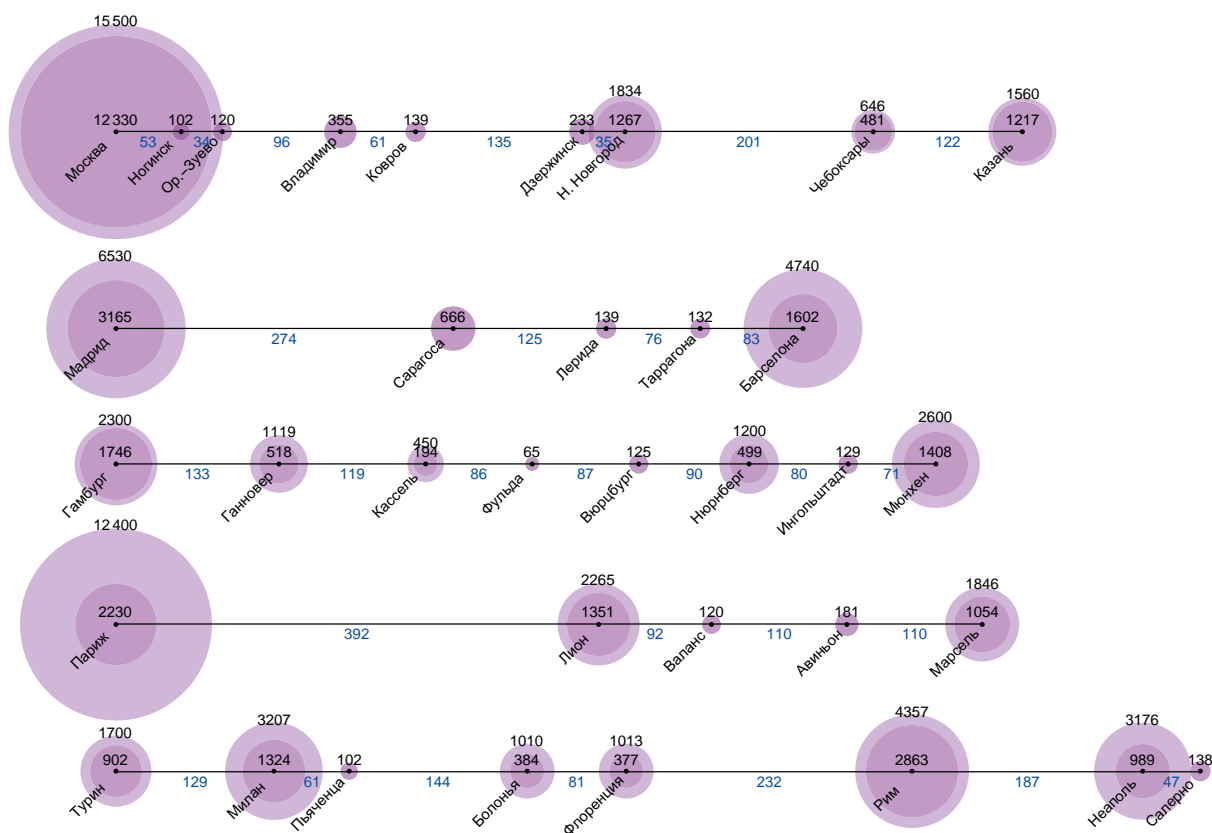


Рис. 2. Сравнение размещения населения в зонах прохождения ВСМ с учетом расстояний (составлено автором на основе данных [10], [12] и [13]): темно-фиолетовый — население города; светло-фиолетовый — население города вместе с пригородами; численность населения дана в тыс. чел.; синим цветом указаны расстояния по воздуху между городами, в км

Сравнение диаграмм на рис. 2 позволяет сделать следующие выводы:

1. Географические расстояния между городами, расположенными на линии Москва — Казань, незначительно превосходят аналогичные расстояния для европейских ВСМ, притом что расстояние от Москвы до Казани не превышает критического для ВСМ значения 800 км.

2. Линия Москва — Казань имеет самую высокую совокупную численность населения в городах, через которые непосредственно проходит ВСМ.

3. Население вдоль линии Москва — Казань размещено очень неравномерно по сравнению с линиями Мадрид — Барселона, Гамбург — Мюнхен и Турин — Неаполь. Население Москвы в 9 раз больше, чем население Нижнего Новгорода, и в 10 раз больше, чем население Казани. При этом для перечисленных европейских линий населенность основных городов зоны прохождения ВСМ различается всего лишь в 1,5–2 раза.

4. По структуре размещения населения линия Москва — Казань практически тождественна линии Париж — Марсель. Москва, Нижний Новгород и Казань находятся друг от друга практически на таких же расстояниях, как Париж, Лион и Марсель. При этом насе-

ление Казани и Нижнего Новгорода вместе с его пригородом Дзержинском лишь немного меньше, чем население Марселя и Лиона, а население Москвы на четверть больше, чем население Парижа.

5. Линия Москва — Казань, будучи тождественна линии Париж — Марсель по структуре размещения населения в трех наиболее крупных городах, обладает определенным преимуществом, в том смысле, что на ней еще расположены два региональных центра меньшего масштаба (Владимир и Чебоксары).

Таким образом, только по равномерности размещения населения ВСМ Москва — Казань находится в менее благоприятных условиях по сравнению с европейскими ВСМ. По остальным аспектам она демонстрирует схожую (почти идентичную) структуру.

Разумеется, длина реальных ВСМ превосходит расстояние по воздуху между городами. Кроме того, важную роль играет скорость движения на конкретных линиях. Так, ВСМ Париж — Марсель полностью является специализированной высокоскоростной линией, на которой поезда развивают скорость до 300 км/ч [1]. В то же время на линии Гамбург — Мюнхен только часть пути высокоскоростные поезда

проделывают по специализированным линиям со скоростями 280 км/ч и 300 км/ч [1]. На остальных участках они движутся по модернизированным обычным линиям с максимальными скоростями 230–250 км/ч [1]. Аналогичная ситуация имеет место и на линии Турин — Неаполь. Здесь часть ВСМ рассчитана на максимальную скорость 250 км/ч. Поэтому структуру размещения населения в зоне прохождения ВСМ целесообразно проанализировать с учетом времени, за которое высокоскоростные поезда преодолевают расстояния между городами. Для этого воспользуемся данными сервиса по продаже железнодорожных билетов GoEuro [14] и проектными данными по продолжительности поездов на ВСМ Москва — Казань, содержащимися в [6]. Результаты представлены на рис. 3.

Диаграммы, представленные на рис. 3, позволяют практически полностью повторить полученные выше

выводы. Сверх того, данные диаграммы демонстрируют более благоприятные предпосылки для строительства ВСМ Москва — Казань, поскольку продолжительность поездки между конечными пунктами ВСМ Москва — Казань даже меньше (незначительно) аналогичных показателей для большинства рассматриваемых европейских линий.

Таким образом, можно констатировать, что размещение населения в зоне прохождения ВСМ Москва — Казань не имеет каких-либо существенных отличий от размещения населения в зоне прохождения европейских ВСМ и в некоторых аспектах является даже более благоприятным для развития высокоскоростного транспорта. **ИТ**

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 17-08-01123.

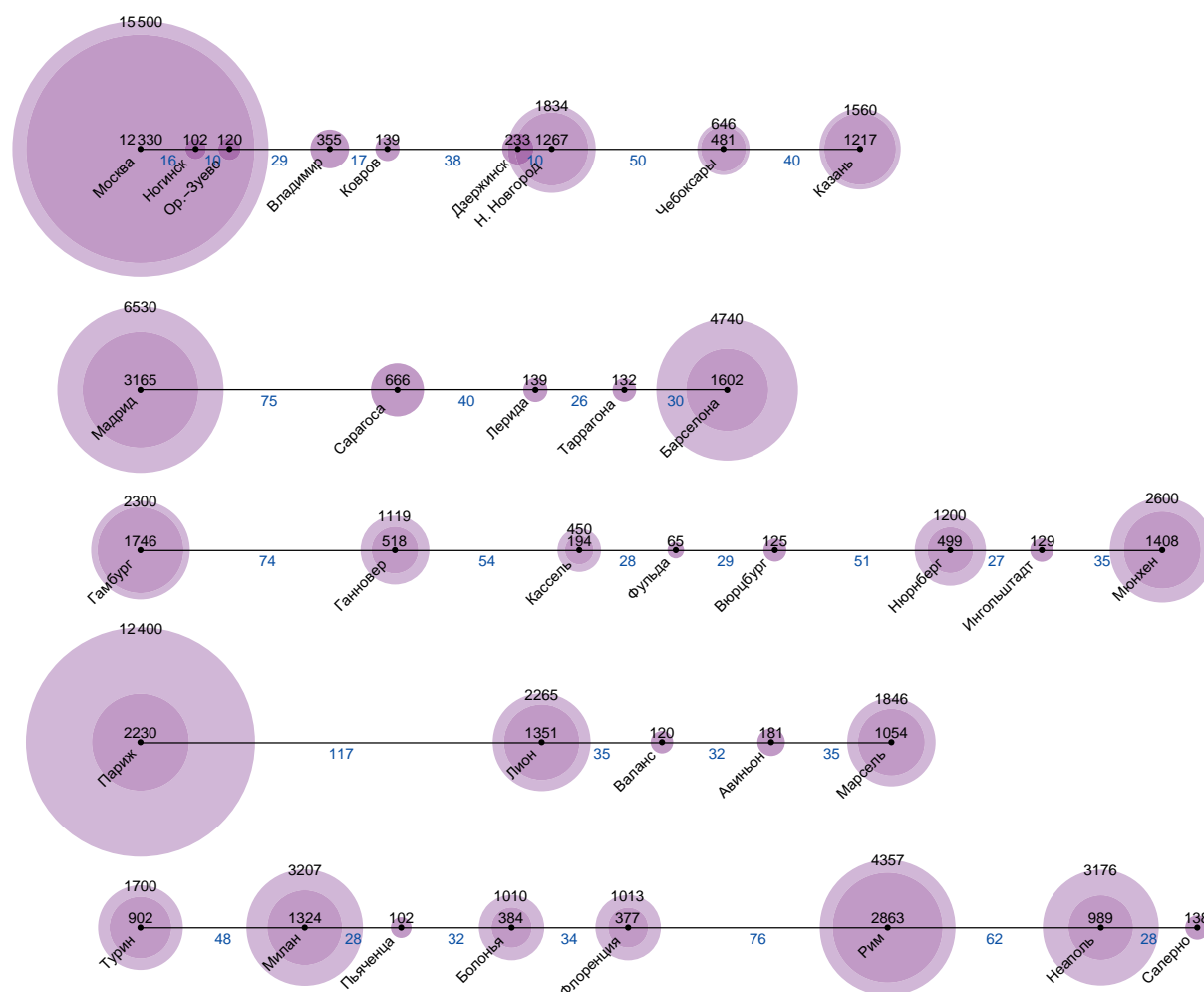


Рис. 3. Сравнение размещения населения в зонах прохождения ВСМ с учетом времени, затрачиваемого на поездку (составлено автором на основе данных [6], [10], [13] и [14]):

темно-фиолетовый — население города; светло-фиолетовый — население города вместе с пригородами; численность населения дана в тыс. чел.; синим цветом указано время, затрачиваемое на поездку, в мин.

Список литературы

1. High speed lines in the world // International Union of Railways. — URL: http://uic.org/IMG/pdf/20170901_high_speed_lines_in_the_world.pdf (дата обращения: 02.11.2017).
2. URL: <http://uic.org/>
3. High Speed Rail as a tool for regional development. — Paris: International Union of Railways — Railway Technical Publications, 2011. — 180 p.
4. Feigenbaum B. High-Speed Rail in Europe and Asia: Lessons for the United States // Reason Foundation. — URL: <http://reason.org/news/show/high-speed-rail-in-europe-and-asia> (дата обращения: 02.11.2017).
5. Мишарин А. С. Высокоскоростной железнодорожный транспорт как ключевой фактор развития транспортной системы России // Транспорт Российской Федерации. — 2015. — № 2 (57). — С. 7–10. — ISSN 1994–831X.
6. Мишарин А. С. Высокоскоростные магистрали — артерии российского гигаполиса // Транспорт Российской Федерации. — 2016. — № 2–3 (63–64). — С. 7–10. — ISSN 1994–831X.
7. Грудцын Н. А. Экономический фактор развития высокоскоростного железнодорожного движения в России // Вестник Удмуртского университета. — 2016. — № 3 (26). — С. 135–142. — ISSN 1999–8597.
8. Подсорин В. А., Завьялова Н. Ф. Экономическая оценка эффективности использования технических средств при реализации крупномасштабных проектов развития инфраструктуры железнодорожного транспорта // Транспортное дело России. — 2016. — № 2. — С. 197–200. — ISSN 2072–8689.
9. Тархов С. А. Распространение высокоскоростных железных дорог в странах мира // Региональные исследования. — 2017. — № 1 (55). — С. 25–54.
10. URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=urb_cpop1&lang=en (дата обращения: 02.11.2017).
11. Data of high speed passenger // International Union of Railways. — URL: http://uic.org/IMG/pdf/high_speed_passenger-km_20170615_.pdf
12. URL: <http://www.eurogeographics.org> (дата обращения: 02.11.2017).
13. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2016 : стат. сб. — М. : Росстат, 2016.
14. URL: <https://www.goeuro.com/trains/> (дата обращения: 02.11.2017).



**Валерий
Михайлович
Самуйлов**

**Valery M.
Samuilov**



**Оксана
Дмитриевна
Покровская**

**Oksana D.
Pokrovskaya**



Цяо Цун

Qiao Cong

Концепция «Новый шелковый путь» (Китай, Россия, Германия)

Concept «New silk road» (China, Russia, Germany)

(Статья публикуется в авторской редакции)

Аннотация

Актуальность концепции «Новый шелковый путь» была выдвинута в Китае в 2013 году. Есть несколько маршрутов Шелкового пути. Россия заинтересована в том, чтобы Китайский шелковый путь использовал для перевозки грузов Транссибирскую железнодорожную магистраль.

Ключевые слова: Шелковый путь, Транссибирская железнодорожная магистраль, железнодорожная инфраструктура.

Abstract

The relevance of the concept of «The new Silk road» was put forward in China in 2013. There are several routes of the Silk Road. Russian Federation is interested in using of the Chinese Silk road for transportation of cargoes by the Trans-Siberian Railway.

Keywords: Silk road, Trans-Siberian Railway lines, Railway infrastructure.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-26-28

Авторы Authors

Валерий Михайлович Самуйлов, д-р техн. наук, действительный член РАТ, профессор кафедры «Мировая экономика и логистика» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | **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 | **Цяо Цун**, канд. техн. наук, директор русско-китайского института Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: qiaocong@mail.ru

Valeriy M. Samuilov, DSc in Engineering, Full Member of the RAT, Professor, World Economy and Logistics Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg | **Oksana D. Pokrovskaya**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department "Logistics, commercial work and rolling stock" of the Siberian State University of Railway Transport (SSURT), Novosibirsk; e-mail: insight1986@inbox.ru | **Qiao Cong**, PhD, Director of Russian-Chinese Institute of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: qiaocong@mail.ru

The Strategy for the development of Railway Transport [1] notes the priority development of the terminal-warehouse infrastructure, corresponding to the realities of the transport and logistics market. Much attention is paid on the problems of the formation of a basic transport net without discontinuities and bottlenecks, the elimination of disproportions in the level of development of the transport infrastructure in individual regions of the country, the implementation of priority infrastructure projects that ensure the unity of the transport system and the «seamlessness» of transport and logistics services.

One of the priorities of work of «Russian Railway» until 2030 is the development of the Trans-Siberian Railway as a transit transport artery [2]. The changeover of transit cargo flows from sea to rail transport is a task and the revival of the transport route between East and West, announced by China and Europe as a large-scale transformation of the entire trade and economic model of Eurasia.

This concept of the new Pan-Eurasian (and, in the long term, intercontinental) transport system is based on the historical example of the ancient Great Silk Road, which operated since the II century to the present times, and was one of the most important trade routes in antiquity and in the middle century. The new Silk Road (NSR), the idea of which was launched in China in September 2013, is a generalized name for the complex of strategies of the «Economic belt of the Silk Road» (EBSP) and the «Silk Road of the XXI century», not only need to build the most convenient and fastest Transit routes through the center of Eurasia, but also to

strengthen the economic development of the internal regions of China and neighboring countries, and create new markets for Chinese goods. To implement the strategy, two projects have been put: the first project is directed to Eurasia, Russia joins it. Its goal is to connect the Middle Kingdom with Europe through the countries of Central Asia and Russia. The second project is focused on developing cooperation with the countries of Western, South and South-East Asia, as well as East Africa and Europe [3].

China is going to invest in projects more than \$ 40 billion from a special fund. The funds will be used to build railways, ports and other facilities, to develop relations between the participating countries of the project. According to the forecasts, the Silk Road is expected to 21 trillion dollars of goods turnover per year, which could increase China's share in world's GDP to 50 %.

Today, almost 94 % of container shipments from China to Europe are delivered by sea, only about 6 % by land transportation. However, in order to diversify supplies, China intends to develop land routes, and a special role in this process is occupied by the Central Asian region.

China proposed Russia to use the infrastructure of the economic corridor for trade purposes first. The shortest transport routes, which connects Europe with the countries of Central Asia and the Asia-Pacific region — the largest world economic centers, are moving along the Russian territory, the trade between which needs to expand. Passing through Russia transit cargo crosses a smaller number of borders (See Fig.1).

ПРОЕКТ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ»



Figure 1. Potential routes of the economic belt of the Silk Road

Currently, the need for the transport of goods from Europe to Asia and back is 14 million containers per year (according to the Council of Ministers of Russia). Each million containers brings to Russia budget \$ 2 billion net profit. Therefore, if it were possible to let cargoes in containers by Trans-Siberian, then Russia could earn \$ 28 billion per year [4].

There are 4 versions of the railway route to Europe across Kazakhstan:

- 1) the northern branch of the Trans-Asian Railway route (TARR),
- 2) the central TARR route,
- 3) the Chongqing — Duisburg corridor,
- 4) the Trans-Caspian International Transport Route (TICR), which is for the time being a planned project.

The northern direction of TARR runs along the Lianyungang — Dostyk — Astana — Petropavlovsk — Ekaterinburg — Moscow — Brest — Hamburg route, and the central corridor crosses the Kazakh — Russian border in the western regions of Kazakhstan, following the route Lianyungang — Dostyk — Astana — Ozinky — Moscow — Brest-Hamburg. On average, according to TARR the container train overcomes the distance of 9.5–11.5 thousand km for 11–14 days.

The Chongqing-Duisburg route runs from the eastern regions of China, through Kazakhstan (partly coincides with the central TARR route), the south-western part of Russia and goes to Western and Central Europe across Belarus and Poland. The first test train on this corridor departed in March 2011, and from June of the same year, transportation started work on a regular basis. The distance from the southeast of China to Germany is 16–17 days. The average cost of delivery of one container is about 8 to 9 thousand dollars. According to the logistics companies of Kazakh-

stan, in total for 2014 by the route Chongqing — Duisburg was launched 91 container train [5].

Thus, participation in the «New Silk Road» project is certainly beneficial for Russia, as well as for Germany. The project of the New Silk Road will help to increase trade turnover and develop its own land and sea transport network in Russia. The prospects for cooperation with China are obvious, but without expanding the interconnected infrastructure, it is impossible to talk about additional volumes of commodity flows.

Conclusions

1. According to experts, today almost all the «European» Chinese exports are carried by sea. In the case of the implementation of the transport component of the EBSP project at an average logistics cost of 10–12 % of the value of the cargo, it is able to generate revenues from the provision of transportation services of about 136.2 billion dollars, or 11.2 % of current GDP annually.

2. The implementation of the NSR project as an unprecedented in scope infrastructure concept will allow:

- 1) To accelerate the reduction in the cost of shipping goods from China to Germany;
- 2) To expand economic cooperation on the continent through the construction of transport infrastructure;
- 3) To increase the efficiency of the national terminal and warehouse infrastructure with the elimination of trade barriers, which will lead to an increase in the volume of mutual trade in the region,
- 4) To provide conditions for the development of lagging national economic regions due to the multiplicative effect in the formation of a powerful transport and logistics infrastructure. **ИТ**

Список литературы / References

1. Russia's transport strategy up to 2030 . Moscow, 2008. 259 p.
2. Pokrovskaya O. D., Samuilov V. M. International logistics TRANS-Siberian railway: the use of the transit potential of Russia // Innovative transport. № 3 (21). 2016. P. 3–7. ISSN 2311–164X.
3. The Chinese want to include a Yekaterinburg business in the «silk road». URL: http://www.egd.ru/about/lenta/_aview_b3598 (date accessed: 05.12.2016).
4. Samuylov V. M., Galkin A. G., Development of the international motor transport corridor in the territory of the Sverdlovsk Region in the system of modernization of the transport infrastructure of the Urals // Innovative transport 2012. № 2 (3). P. 23–34.
5. New silk road: the route, the scheme, the concept. URL: <http://fb.ru/article/208819/novyyiy-shelkovyyiy-put-marshrut-shema-kontseptsiya> (date accessed: 05.12.2016).
6. Samuilov V. M., Qiao Cong, Dryagina J. A. City transport system in Chongqing // Innovative transport. № 1 (23). 2017. P. 26–29. ISSN 2311–164X.



**Виктор Николаевич
Филиппов**

Victor N. Filippov



**Александр Васильевич
Смолянинов**

Alexander V. Smoljaninov



**Геннадий Иванович
Петров**

Gennady I. Petrov



**Сергей Валерьевич
Беспалько**

Sergey V. Besspal'ko

Технические средства обеспечения механической безопасности цистерн для опасных грузов при некоторых вариантах аварийных соударений

Means of provision of mechanic safety of tanks for hazardous cargoes at some variants of emergency impacts

Аннотация

Для повышения безопасности транспортировки опасных грузов в железнодорожных цистернах последние нуждаются в оборудовании устройствами механической (физической) защиты, предотвращающими аварийное повреждение котлов как объектов, непосредственно содержащих опасные грузы. Повреждение котла почти с неизбежностью приводит к таким последствиям, как разгерметизация, пролив вредного для окружающей среды продукта, горение и последующие взрывы. В статье рассматривается комплексная система обеспечения механической безопасности котла цистерны при действии продольных динамических нагрузок. Система предусматривает применение высокоэнергоемких поглощающих аппаратов, дополнительных устройств на корпусе автосцепки и установку на раме щита безопасности. Результаты теоретических исследований, экспериментов и последующая эксплуатация вагонов, оборудованных данными устройствами, показали их достаточную эффективность.

Ключевые слова: опасные грузы, железнодорожные цистерны, аварийный режим, поглощающий аппарат, ограничитель саморасцепки, щит безопасности.

Abstract

For increase of safety of transportation of hazardous cargoes in rail tank cars the last need the equipment devices of the mechanic (physical) protection preventing emergency damage of coppers as objects, directly containing hazardous cargoes. Copper damage almost with inevitability leads to such consequences, as depressurization, passage of a product harmful to environment, burning and the subsequent explosions. In article the complex system of provision of mechanic safety of a copper of the tank is considered at action of longitudinal dynamic loads. The system provides the application of highly energy absorbing devices, additional devices on the Automatic-Coupler corps and installation on a frame of a board of safety. Results of theoretical researches, experiments and the subsequent operation of the cars equipped with given devices, have shown their sufficient efficiency.

Keywords: hazardous cargoes, rail tank cars, the emergency operation absorbing the device, self-stopper, a safety board.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-29-33

Авторы Authors

Виктор Николаевич Филиппов, д-р техн. наук, профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Российского университета транспорта (МИИТ), Москва; e-mail: filipovvn@gmail.com | **Александр Васильевич Смолянинов**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Вагоны» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: asmolyaninov@inbox.ru | **Геннадий Иванович Петров**, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» Российского университета транспорта (МИИТ); e-mail: petrovgi@gmail.com | **Беспалько Сергей Валерьевич**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Российского университета транспорта (МИИТ), Москва; e-mail: bespalco@yandex.ru

Victor Nikolaevich Filippov, Dr. Sci. Tech., professor of "Wagons and Wagon Farm" Department of the Russian University of Transport (MIIT), Moscow; e-mail: filipovvn@gmail.com | **Alexander Vasilevich Smoljaninov**, Dr. Sci. Tech., professor of "Wagons" department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: asmolyaninov@inbox.ru | **Gennady Ivanovich Petrov**, Dr. Sci. Tech., professor managing "Wagons and Wagon Farm" Department of the Russian University of Transport (MIIT); e-mail: petrovgi@gmail.com | **Sergey Valerevich Besspal'ko**, Dr. Sci. Tech., professor of "Wagons and Wagon Farm" Department of the Russian University of Transport (MIIT), Moscow; e-mail: bespalco@yandex.ru

Многие современные отрасли промышленности испытывают большую потребность в химических веществах, которые перевозятся по железным дорогам в специализированных цистернах и относятся к категории особо опасных грузов (2, 3 и 8 классы опасности) [1]. Такие цистерны должны удовлетворять требованиям, обеспечивающим безопасность (в том числе экологическую) при эксплуатации на сети железных дорог. В комплексе проблем, связанных с безопасностью цистерн для особо опасных грузов, одной из наиболее важных является предотвращение аварийных повреждений котлов как объектов, непосредственно содержащих опасные грузы. Повреждение котла почти с неизбежностью приводит к таким последствиям, как разгерметизация, пролив вредного для окружающей среды продукта или взрыв. В частности, аварии, произошедшие с железнодорожными цистернами для сжиженных углеводородных газов в Алма-Ате в 1989 г., в Ельниково в 1990 г., на Горьковской железной дороге в 1995 г., вызвали пожары и взрывы с человеческими жертвами. Ликвидация последствий подобных аварийных ситуаций зачастую сопровождалась гибелью и ущербом здоровью работников противопожарной охраны и восстановительных поездов. Весьма вероятны также тяжелые последствия для инфраструктуры железных дорог, а также ущерб экологического характера в виде загрязнения местности и водоемов. Таким образом, имеет место весьма важная проблема, связанная с обеспечением безопасности особо опасных грузов на железных дорогах. Решению этой проблемы в части обеспечения механической безопасности посвящены многолетние исследования, проводившиеся в МИИТе совместно с другими организациями. При этом руководящими документами выступают «Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам» [2] и «Правила безопасности при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом» [3].

Начальный этап исследований состоял в анализе статистических данных об аварийных ситуациях при транспортировке опасных грузов на железных дорогах. Было получено распределение случаев аварий и крушений в зависимости от различных факторов:

- от месяца года и по годам;
- от скорости движения;
- от параметров участка пути, в том числе высоты насыпи, радиуса кривой, нахождения на станции или перегоне, региона эксплуатации.

В результате были разработаны «расчетные» аварийные режимы механических воздействий, что сделало возможными дальнейшие исследования по моделированию аварийных режимов и разработке соответствующих средств защиты.

Проведенный анализ показал, что с точки зрения механической безопасности наиболее часто имеет место аварийный режим, связанный с пробоем котла цистерны чужеродным телом: подвижный груз (опоры ЛЭП и кон-

тактной сети, трубы, прокат и т.п.) и автосцепки соседнего вагона. На рис. 1 приведены фотографии последствий подобного аварийного взаимодействия.

Поэтому основное направление дальнейших исследований в сфере механической безопасности цистерн сосредоточилось на разработке средств для предотвращения и защиты котла от пробоя. При этом проводилось моделирование поведения несущих элементов вагона-цистерны, передающих динамические нагрузки, а также предлагаемых конструктивных решений [4].

По итогам исследований была создана комплексная система обеспечения механической безопасности котла цистерны при действии продольных динамических нагрузок. Блок-схема системы показана на рис. 2.

Первый конструктивный элемент, минимизирующий возможность удара в днище котла, — это высокоэффективный поглощающий аппарат автосцепного устройства. Принцип данного направления защиты состоит в том, чтобы значительно снизить уровень продольных сил при столкновениях вагонов, в том числе и при авариях [5]. Этим требованиям в наибольшей мере удовлетворяет эластомерный тип поглощающих аппаратов.



Рис. 1. Результаты аварийного режима:
а — пробой днища котла автосцепкой вагона;
б — последствия пробоя днища

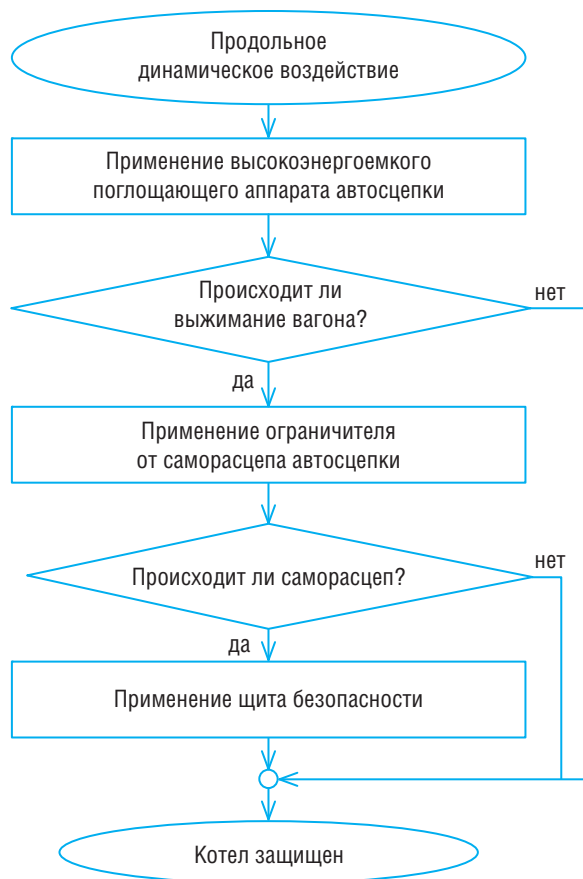


Рис. 2. Алгоритм системы механической безопасности

В связи с этим в начале 90-х годов МИИТом совместно с фирмой «КАМАКС» и фабрикой вагонов «Свидница» (Республика Польша) по заданию «СГ-ТРАНСа» были сконструированы [6] и поставлены на серийное производство эластомерные поглощающие аппараты типа 73ZW (табл. 1).

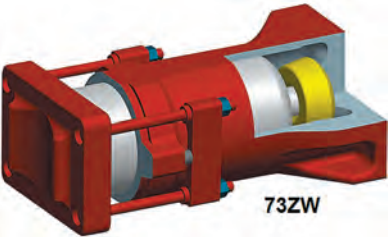
Поглощающие аппараты были подвергнуты динамическим испытаниям, в том числе и сравнительным с существующими моделями поглощающих аппаратов грузовых вагонов. На рис. 3 приведены некоторые результаты проведенных испытаний. Испытания по исследованию сил в динамометрической автосцепке от скоростей маневрового соударения вагонов с различными поглощающими аппаратами показали, что соударения вагонов, оборудованных аппаратами Ш2Т — ПМК-110А, при скорости 8 м/с закрываются, т.е. аппараты становятся практически жесткими телами. В то же время наличие в паре аппаратов 73ZW обеспечивает поглощение кинетической энергии соударения и при больших скоростях (рис. 3, б).

В последующем результаты наблюдения за работой поглощающих аппаратов в эксплуатации подтвердили стабильность заявленных параметров и их высокую надежность.

Оснащение вагонов для опасных и особо опасных грузов эластомерными поглощающими аппаратами позволило существенно снизить риски возникновения аварий, связанных с появлением сверхнормативных динамических нагрузок при соударениях [5]. Однако существует вероятность того, что автосцепки вагонов при механических воздействиях могут выйти из зацепления.

Таблица 1

Поглощающие аппараты и их параметры

		
	Значение	
Параметры	73ZW	73ZW12M
Ход аппарата, мм	90	120
Номинальная энергоемкость при силе 2 МН, кДЖ	110	136
Класс аппарата по ГОСТ 32913–2014	T2	T3
Устанавливаются на вагоны, перевозящие:	ценные грузы, опасные грузы классов 3, 4, 5, 8, 9	особо опасные грузы классов 1, 2, 6, 7

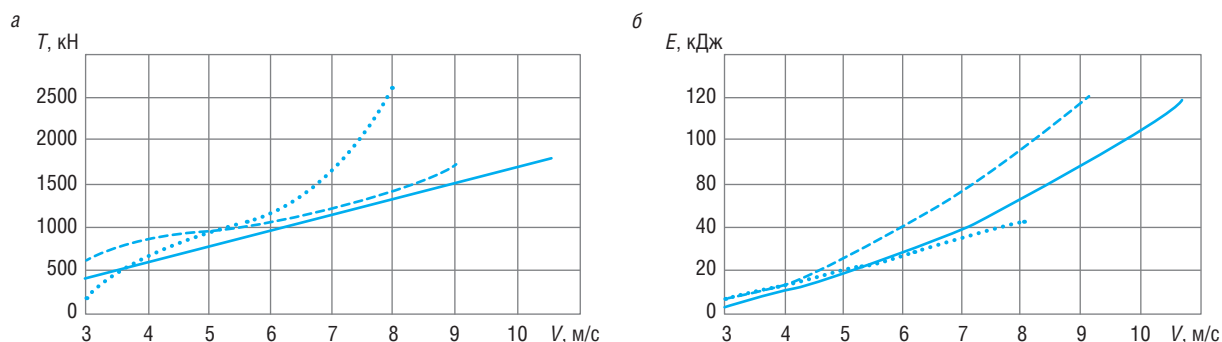


Рис. 3. Результаты маневрового соударения грузовых вагонов при различных комбинациях поглощающих аппаратов: а — зависимость усилий в автосцепке; б — зависимость воспринятой энергии; — Ш2Т - ПМК-110А; ---- — Ш2Т - 73ZW; — — — 73ZW - 73ZW

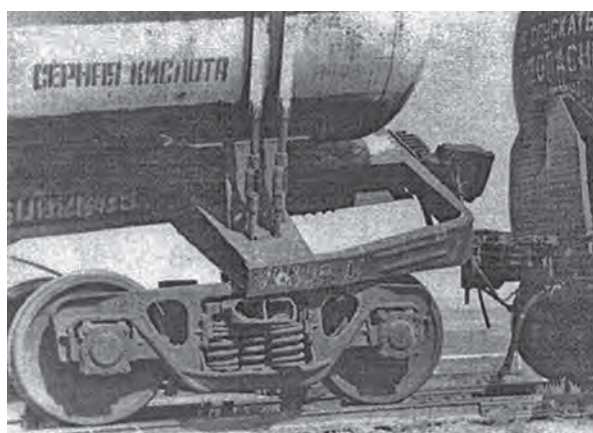


Рис. 4. Последствия аварийного саморасцепа вагонов

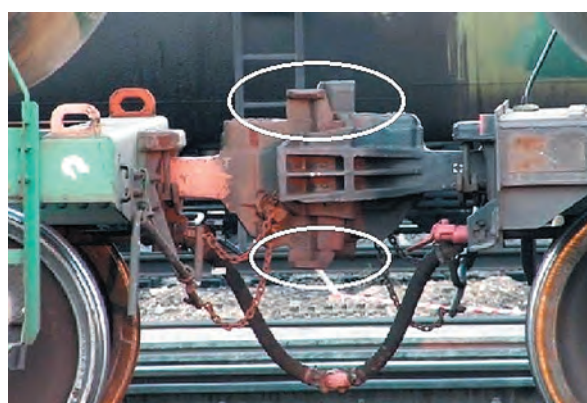


Рис. 5. Ограничители от саморасцепа на корпусе автосцепки

Это возможно из-за того, что на поведение автосцепного устройства влияют процессы, связанные с механикой поезда. Сжимающие продольные силы от соседних вагонов могут вызвать выжимание вагона с выходом автосцепок из зацепления и последующим ударом в днище цистерны. Подобный инцидент, смоделированный в процессе испытаний, показан на рис. 4.

Для предотвращения подобных аварийных ситуаций были проведены теоретические исследования, в ходе которых разработаны математическая модель и программный комплекс [7] для исследования условий выжимания вагона в поезде при переменных режимах движения.

В результате проведенных исследований был предложен и внедрен в серийное производство ограничитель от саморасцепа (рис. 5), а также разработаны нормативные требования к нему [8].

Наконец, при движении на перегонах возможны ситуации, когда скорость взаимодействия вагонов может достигать 15 км/ч, что может привести к тому, что названные выше средства защиты не смогут предотвратить удар в днище автосцепкой соседнего вагона. Для предотвращения последствий данной аварийной ситуации было предложено техническое средство в виде щита безопасности в торцевой части рамы [9] (рис. 6).

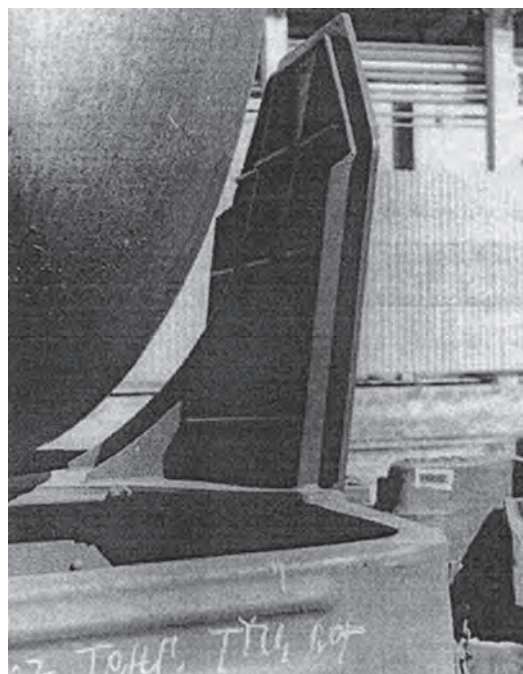


Рис. 6. Вариант конструктивного исполнения предохранительного щита

Щит при ударе автосцепкой играет тройную роль. Во-первых, при центральном ударе он может воспринимать усилия до 10–12 МН, предотвращая удар в днище котла. Во-вторых, установленный с зазором перед днищем щит воспринимает значительную часть энергии удара за счет работы контактной силы на прогибах щита. В-третьих, при нецентральной ударе щит перенаправляет удар от центра, создавая рикошет.

Конструктивное исполнение и параметры щитов были обоснованы теоретическими и экспериментальными исследованиями на полигоне. В процессе испытаний производились удары со скоростями до 15 м/с. При этом, как видно из рис. 6, щит мог разрушиться, но пробоя котла не происходило.

В результате проведенных исследований были разработаны и приняты нормативные требования к предохранительным щитам, а сами щиты стали обязательным элементом при постройке цистерн для опасных грузов.

Одновременно с описанными средствами защиты разрабатывались и иные направления защиты, связанные с другими опасными режимами, а именно: защитные устройства, обеспечивающие сохранность герметичности котла от повреждений органов сливо-наливной арматуры при опрокидывании на бок цистерны; новые конструктивные решения по арматуре цистерн для грузов 2-го класса опасности (газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением); средства защиты от аварийных тепловых воздействий и др. **ИТ**

Список литературы

1. ГОСТ 19433–88. Грузы опасные. Классификация и маркировка. — М.: ИПК Издательство стандартов, 1988. — 43 с.
2. Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам (в редакции с изменениями и дополнениями на 23 ноября 2007 г., 30 мая 2008 г., 22 мая 2009 г.) (с изменениями на 19 мая 2016 г.). — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902165571>.
3. Правила безопасности при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом (вместе с «Методическими указаниями по осуществлению лицензионной деятельности при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом», утв. Постановлением ГОСГОРТЕХНАДЗОРА РФ от 05.01.95 № 1; утв. постановлением ГОСГОРТЕХНАДЗОРА РФ от 16.08.94 № 50; ред. от 20.06.2002. — URL: <http://www.zakonpro.ru/content/base/8827>.
4. Смольянинов А. В. Основные методические положения расчетной модели изучения сил, действующих на днище цистерны при авариях / А. В. Смольянинов // Проблемы развития и эксплуатации железных дорог: межвуз. сб. науч. тр. — М.: МИИТ, 1990. — Вып. 837. — С. 114–120.
5. Филиппов В. Н., Смольянинов А. В. Применение энергоемких поглощающих аппаратов на подвижном составе / А. В. Смольянинов, В. Н. Филиппов // Безопасность движения, совершенствование конструкций вагонов и ресурсосберегающие технологии в вагонном хозяйстве: сб. науч. трудов. — Екатеринбург: УрГУПС, 2003. — Вып. 29 (112). — С. 158–165.
6. Filippow W. Aparat pochłaniający z amortyzatorem elastomerowym, zwłaszcza do kołowych sprzelgów automatycznych. Rzeczpospolita Polska Urząd patentowy rzeczypospolitej polskiej № 97130, 16.02.1993. PL № 54693 YI.
7. Филиппов В. Н. Исследование поведения вагонов при аварийном соударении / В. Н. Филиппов, Е. А. Радзиховский // Вестник ВНИИЖТ. — 1994. — № 3. — С. 9–12.
8. Пат. 2088450 Российская Федерация, МПК В 61 G 3/00. Автосцепка железнодорожного средства / Е. В. Абрамов, А. И. Романенко, В. А. Двухглавов, Ф. Т. Бондаренко, В. Н. Филиппов, И. Б. Феоктистов; заявитель и патентообладатель Государственное производственное объединение «Уралвагонзавод»; опубл. 27.08.1997
9. Пат. 2038241 Российская Федерация, МПК В 61 D 5/00. Железнодорожная цистерна / В. Н. Филиппов, Ю. А. Шмыров, Р. Ф. Канивец, В. В. Маловичко, В. А. Двухглавов, Е. В. Сафонов, В. Б. Кушнарв, В. М. Абросимов; заявитель и патентообладатель Московский государственный университет путей сообщения; опубл. 27.07.1995.



Юрий Владимирович
Голиков
Yury V. Golikov

Диагностика состояния железнодорожной насыпи и ее основания бесконтактным электромагнитным методом

Diagnostics of a condition of a railway embankment and its basis a contactless electromagnetic method

Аннотация

Для повышения безопасности движения поездов необходима информация о физико-механических свойствах железнодорожной насыпи и ее основания, в частности о положении и состоянии карстовых образований. Для достижения этой цели разработана технология и аппаратура, практически опробованная на перегоне Ергач — Иренский (нечетный путь), прямая: 1520 км ПК0+00 — ПК1+65 с известными на поверхности карстовыми воронками. Методика и полученные результаты представлены в статье.

Ключевые слова: диагностика железнодорожной насыпи и ее основания, состояние карстовых образований, технология и аппаратура, результаты.

Abstract

The information on physio-mechanical properties of a railway embankment and its basis is necessary for increase of traffic safety of trains, in particular about position and a condition of karstic formations. To achieve this goal, the technology and equipment have been developed, practically tested on the Ergach-Irene (odd-numbered path) straight line: 1520 km PK0+00 — PK1+65 with known karst funnels on the surface. The technique and the received results are presented in article.

Keywords: diagnostics of a railway embankment and its basis, a condition of karstic formations, technology and equipment, results.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-34-37

Авторы Authors

Юрий Владимирович Голиков, д-р геол.-мин. наук, профессор кафедры «Мосты и транспортные тоннели» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: p12252@yandex.ru

Yury Vladimirovich Golikov, Dr. of geol.-min. Sci., professor of "Bridges and Transport Tunnels" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: 12252@yandex.ru

Общая длина железных дорог в мире, где имеются проявления карста, составляет 1370 тыс. км, в том числе в Российской Федерации — 5,3 тыс. км. Карст распространен на Горьковской, Куйбышевской, Свердловской, Восточно-Сибирской, Московской и Юго-Восточной железных дорогах. Суммарная протяженность карстоопасных участков на железных дорогах России составляет не менее 5000 км.

На Свердловской железной дороге проявления карста отмечены примерно на 1000 км пути. В 1993 г. на перегоне Ергач — Иренский на участке 1516-й километр Свердловской железной дороги произошел провал карстовой воронки. Длина провала составила 24 м, а видимая глубина — до 5 м (рис. 1).

После засыпки провала на этом участке было выполнено индукционное зондирование и получен геоэлектрический разрез. Карст прослежен по пути на 28 м, по глубине — от 7 до 26 м. Эти результаты явились основой для разработки технологии индукционного зондирования, которая к настоящему времени завершена.

Опытные работы по выявлению зон карста выполнены 20 июля 2017 г. с использованием авторской аппаратуры АНП-4 на перегоне Ергач — Иренский (нечетный путь), прямая: 1520 км ПК0+00 — ПК1+65.

Измерения выполнены авторской аппаратурой АНП-4 (аппаратура неустановившегося поля, 4-я модификация), разработанной и созданной под руководством проф. Голикова Ю. В. [1]. Теоретические основы предлагаемого способа подробно изложены в монографии [1]. Вид аппаратуры и основные технические характеристики генератора и измерителя приведены ниже (рис. 2).



Рис. 1. Провал карстовой воронки на участке 1516-й километр Свердловской железной дороги. Перегон Ергач — Иренский, 1993 г.



- Максимальный выходной ток в импульсе: 30 А
- Максимальное выходное напряжение в импульсе: 300 В
- Напряжение питания: 220 В AC, 3 кВт или аккумуляторы
- Длительность импульса: 10–100 мс
- Длительность переднего фронта импульса тока: не более 30 мкс
- Длительность заднего фронта импульса тока: не более 30 мкс
- Форма импульсов тока: разнополярная прямоугольная с паузой
- Синхронизация с измерителем: GPS-приемник
- Диапазон рабочих температур: –20...+30 °С
- Масса: 5,2 кг
- Габариты: 480×350×133



- Диапазон измеряемых напряжений: ± 5 В
- Динамический диапазон измерения ЭДС переходного процесса: не менее 80 дБ
- Минимальное время измерения переходного процесса: 10 мкс
- Максимальное время измерения переходного процесса: 300 мс
- Объем энергонезависимой памяти данных: 4 Гб
- Подавление периодической помехи 50 Гц: не менее 80 дБ
- Синхронизация с генератором тока: GPS-приемник
- Точность синхронизации с генератором тока: ± 900 нс
- Связь с компьютером регистратора: USB 2.0
- Питание от источника постоянного тока напряжением: ± 12 В
- Потребляемая мощность: 2,0 Вт
- Время автономной работы (без подзарядки аккумуляторов): 18 часов
- Диапазон рабочих температур: –20...+30 °С
- Масса: 1,1 кг
- Габариты: 240×190×100 мм

Рис. 2. Авторский комплект аппаратуры АНП-4:
а — генератор; б — измеритель

Измерения выполнены с шагом по пути 5 м, а по глубине — до 200 м, с шагом по глубине 0,2 м с использованием путеизмерительной тележки (рис. 3). Время измерений на одной точке составляет 10 секунд.



Рис. 3. Измерительная аппаратура

Сначала выполнялись на датчике измерения электромагнитной помехи.

Амплитуда помехи составляет ± 1 В. Полезный сигнал составляет от 300 до 1 мВ.

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м) вычисляется по формуле:

$$\rho_{\tau} = \frac{1}{4\pi} (0,4 S_{\mu} S_r)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{\mu_0}{t} \right)^{\frac{5}{3}} \times \left(\frac{J}{\Delta U} \right)^{\frac{2}{3}},$$

где $\mu_0 = 4 \times 10^{-7}$ — магнитная проницаемость вакуума, Гн/м; ΔU — ЭДС

переходного процесса на приемном датчике, В; J — ток в генераторном контуре, А; S_r и S_{μ} — площади генераторного и приемного контура, м²; t — время после включения тока, с.

На рис. 4 представлен инженерно-геологический разрез, построенный по результатам расчета удельного электрического сопротивления (ρ_{τ}), с шагом по глубине 20 см до глубины 200 м. Выделены 4 карстовые зоны.

Наиболее близкие к дневной поверхности зоны 1 и 2, которые проявлены на поверхности (рис. 5). Все карстовые зоны прослежены по глубине, за исключением зоны 4, которая идет ниже 200 м. Зоны 1 и 2 проявляются на дневной поверхности.

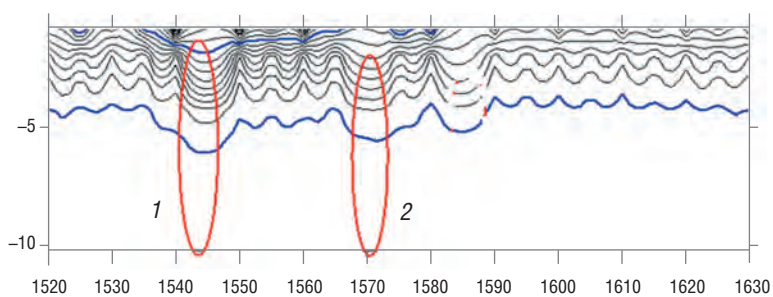


Рис. 5. Инженерно-геологический разрез до глубины 5 м

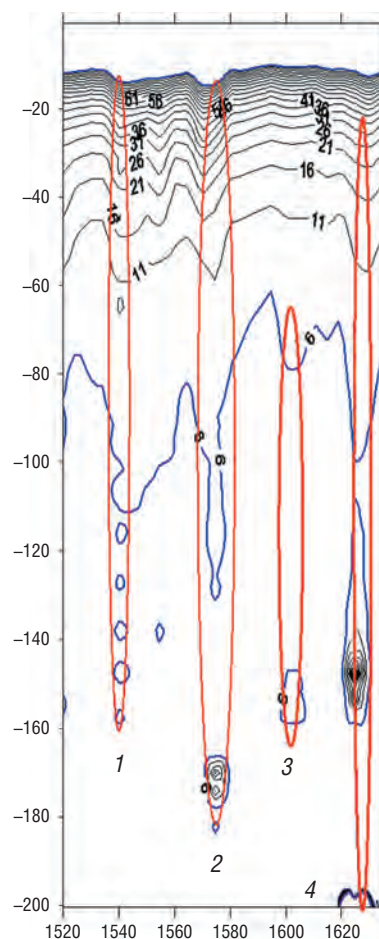


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез до глубины 200 м

На наличие вертикальных трещин в массиве известняков указывала в 1951 г. А. С. Новикова [2]. Эти трещины являются источниками образования карста на дневной поверхности [2].

Рекомендации

По результатам выполненных работ даны следующие рекомендации:

1. Впервые в практике работ с карстом получен разрез до 200 м с получением вертикальных трещин, которые создают карсты на дневной поверхности. Эти вертикальные зоны и являются объектом поисков и локализации.

2. Для отслеживания динамики развития карстовых зон, располагаемых в непосредственной близости от железнодорожного пути, предлагается проводить периодические измерения с интервалом не реже 1 раза в 3–4 месяца. **ИТ**

Список литературы

1. Голиков Ю. В. Импульсная электроразведка методом заряда : научное издание / Ю. В. Голиков. — Екатеринбург : Изд-во УГГГА, 2002. — 273 с.
2. Новикова А. С. О трещиноватости пород восточной части Русской платформы // Изв. АН СССР, серия геолог. — 1951. — № 5. — С. 68–85.



Алик Александрович
Чеботаев

Alik A. Chebotaev

Уровни трудо- и энергоемкости как факторы инновационной и деловой активности перевозок в экономике

Levels trade- and power consumption as factors innovative and business activity of transportations in economy

Аннотация

Выполнен краткий анализ комплекса проблем, определяющих чувствительность транспорта и экономики. С одной стороны, транспорт представляет собой цифро-мобильную электронную услугу как «четвертая отрасль материального производства», а с другой, для своей производственной деятельности потребляет значительные ресурсы страны, которые влияют на инновационную и деловую активность перевозок грузов и пассажиров.

Ключевые слова: транспорт, показатели чувствительности, трудоемкость, энергоемкость, технический уровень, обновление парков.

Abstract

The short analysis of a complex of the problems determining sensitivity of transport and economy is made. On the one hand, transport is a digital-mobile electronic service as the “fourth industry of material production”, and with another, for the productive activity consumes considerable resources of the country which influence on innovative and business activity of transportations of cargoes and passengers.

Keywords: transport, sensitivity indicators, labor input, power consumption, a technological level, renovation of parks.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-38-48

Авторы Authors

Алик Александрович Чеботаев, д-р техн. наук, профессор ФГБУ «Научный центр по комплексным транспортным проблемам Министерства транспорта Российской Федерации», лауреат Премии Совета Министров СССР, Москва

Alik Aleksandrovich Chebotaev, Dr. Sci. Tech., professor FSBI “Scientific Center of Complex Transport Problems of Ministry of Transport of Russian Federation” (SCCTP), the winner of the Award of Ministerial council of the USSR, Moscow

Чувствительность транспорта и экономики

Транспорт, как самостоятельная отрасль, выполняет функцию перемещения товаров-грузов и пассажиров разными видами подвижного состава [1, 2]. Одну и ту же транспортную потребность можно удовлетворять различными видами транспорта (рис. 1). В рыночных отношениях потребителей транспортных услуг интересует факт поступления товара-груза к получателю или пассажира к месту назначения. Важнейшими характеристиками для потребителей транспортной продукции являются натуральные критерии: скорость доставки, сохранность и безопасность, регулярность перевозки, партионность товаров-грузов, комфортабельность для пассажиров. В большинстве случаев в выполнении перевозок товаров-грузов эти качественные критерии взаимно обусловлены.

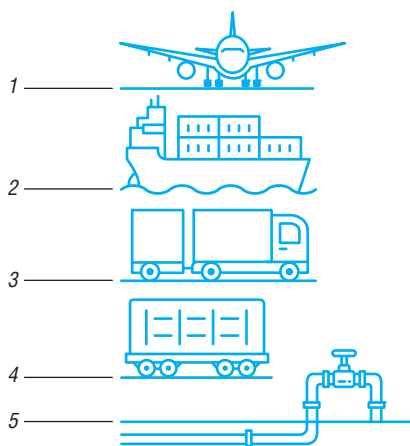


Рис. 1. Разновидности транспортных средств:
1 — воздушный; 2 — морской, речной; 3 — автомобильный;
4 — железнодорожный; 5 — трубопроводный

Транспорт влияет на скорость обращения вложенных инвестиций и часто используется в конкурентной борьбе между видами транспорта за клиента. Например, скорость доставки товара-груза рассматривается как важная часть транспортной продукции, но транспорту общего пользования безразлично, будет ли реализовано это качество потребителем транспортных услуг в его производственном цикле. И здесь отдельные виды транспорта в конкурентной борьбе имеют существенные преимущества. Так, например, перевозка товаров-грузов на одинаковые расстояния для водного, воздушного, автомобильного и железнодорожного транспорта не сопоставима: для воздушного и автомобильного транспорта — это часы, для водного, железнодорожного — сутки. Это важно и при решении проблемы размещения расширенного производства с учетом существующей сети путей сообщения.

Используя рыночный механизм SWOT-анализа, все многообразие перевозок, выполняемых отечественной транспортной отраслью, можно классифицировать на следующие виды:

А. Перевозки, которые выполняются внутри предприятий, фирм, корпораций и отраслей экономики.

Б. Перевозки, которые выполняются между регионами, отраслями экономики, в том числе с использованием логистических центров общего пользования — ЛЦО [3].

В. Перевозки, которые выполняются между странами, в том числе и с использованием международных логистических центров общего пользования — МЛЦО.

Г. Перевозки транзитные.

Перевозки группы А характеризуют внутрипроизводственные отношения, т.е. связанные с технологическим процессом производства в реальном секторе экономики. Они выполняются либо своим, ведомственным транспортом, либо привлеченным, арендованным. Эти транспортные расходы включаются в стоимость производимой продукции. Технологические перевозки влияют на время производства выпускаемой продукции.

Перевозки группы Б характеризуют транспортно-производственные связи между регионами, отраслями экономики внутри страны. Это так называемая сфера обращения транспортных услуг. Тариф выступает как показатель связи между отраслями экономики.

Перевозки группы В характеризуют внешнеторговую деятельность отечественного транспорта в экспорте и импорте услуг. Тариф определяет конкурентоспособность отечественного транспорта на международном рынке услуг.

Перевозки группы Г характеризуют способность отечественных воздушных и наземных путей сообщения обеспечивать транзит товаров-грузов и пассажиров через территорию нашей страны. Тариф характеризует конкурентоспособность отечественных путей сообщения на международном рынке.

Таким образом, транспорт выполняет перевозки как технологические, являющиеся составной частью производства, так и экономические в сфере обращения, которые, по сути, четко не разграничены, особенно в логистических технологиях.

Из теории развития транспорта известно, что в рыночных отношениях общее время оборота инвестиций в производство состоит из двух частей: времени изготовления и времени обращения. Чем больше скорость перевозок, тем выше и скорость оборота инвестиций, а следовательно, и конкурентоспособность транспортных услуг. Исходя из теоретических положений формирования емкости рынка на основе спроса-предложения и государственного регулирования перевозок, впервые разработана ноу-хау-модель чувствительности взаимодействия транспорта как цифро-мобильной услуги — «четвертой отрасли материального производства» и экономики РФ (рис. 2). И хотя особенностью транспортной

продукции не является материальная форма товара, тем не менее транспорт, через систему тарифов и электронных услуг, влияет на эффективность внешнеторговых связей, функционирование промышленности, строительства, добычи полезных ископаемых, торговлю и сельское хозяйство.

Ежегодно транспорт перевозит 7,5–7,7 млрд т товаров-грузов при средней дальности 600–700 км. Это в 2–2,5 раза превышает объем выпускаемой продукции. Чем надежнее, регулярнее работает транспорт, тем меньше объемы складских запасов у клиентуры. Перевозки пассажиров составляют 19–20 млрд человек при частоте поездки, мобильности каждого жителя страны более 130 раз в год. По данным ЮНКТАД, стоимость экспортно-импортных услуг, оказываемых отечественным транспортом в международном сообщении, в течение уже длительного времени колеблется на уровне 12–19 млрд долларов в год. Это достигается за счет мобильно-электронных услуг, пассажирских, грузовых перевозок, услуг по заправке топливом, выполнения погрузочно-разгрузочных и складских операций. Доходы от пакетно-контейнерных транзитных перевозок в транспортном коридоре «Восток — Запад» пока незначительны. В итоге транспорт является не только всеобъемлющей рыночной услугой перевозок, обеспечивая кругооборот товарно-грузовых потоков, но и на экономическом макроуровне — участником формирования ВВП (6–7 %) и долей в основных фондах (19–20 %).

Из-за необходимости создания резервов транспортной продукции при обслуживании отраслей экономики и участия во внешнеторговой деятельности представляется целесообразным осуществлять его государственное финансирование в первую очередь. Сложность заключается в том, что процесс потребления и реализации транспортной продукции осуществляется, как известно, одновременно по времени, что вызывает соответствующие дополнительные затраты в стоимостном и натуральном измерении.

Стоимость, тариф транспортных услуг, вне зависимости от вида сообщения — внутреннего, международного или транзитного, в значительной степени определяется количеством трудовых затрат и энергии, затраченным на перевозки. Проблема влияния различных факторов на транспортный тариф, обеспечивающий прибыль и платежеспособный спрос, требует специального исследования и здесь не рассматривается.

Выполненный статистический анализ формирования издержек на видах транспорта [4, 5] показывает, что основными видами расходов (до 60–70 %) являются натуральные затраты труда и энергии. Возможная статистическая модель совместного влияния затрат труда и энергии на перевозки приведена на рис. 3. Из данных рисунка следует, что зависимость между стоимостью потребляемого труда, топливно-энергетических ресурсов и себестоимостью перевозок достигает 60–70 %.

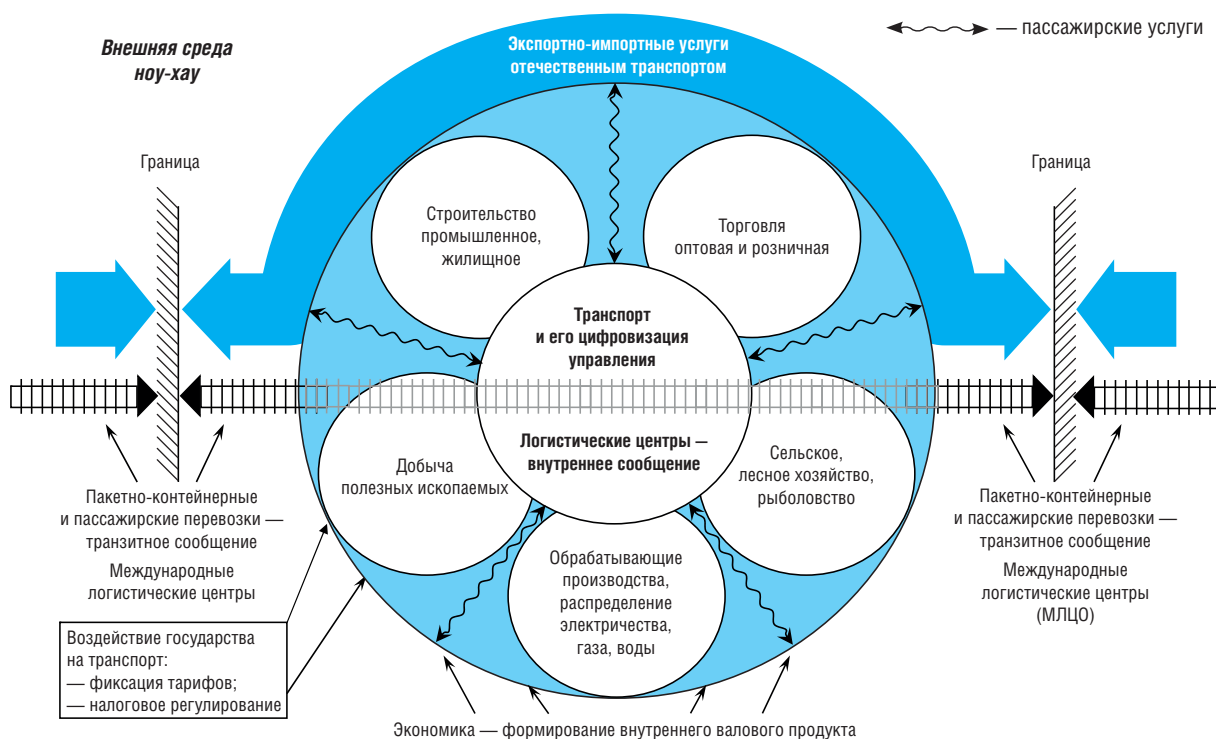


Рис. 2. Ноу-хау-модель чувствительности взаимодействия транспорта как цифро-мобильный электронный сервис — «четвертая отрасль материального производства» и экономики РФ

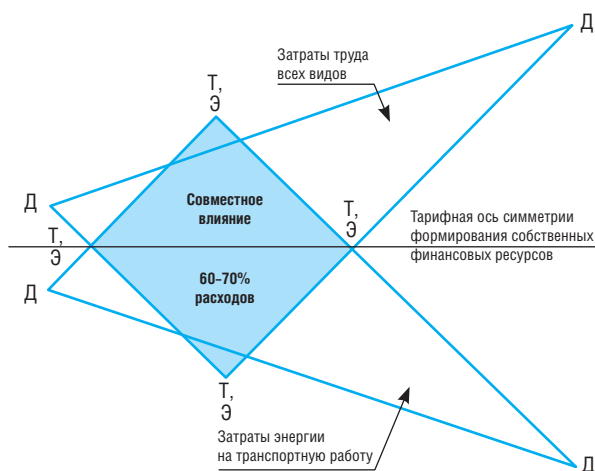


Рис. 3. Модель совместного влияния затрат труда (Т), энергии (Э) и других издержек (Д) при формировании общих расходов на перевозки

Трудоемкость перевозок

Данные о структуре среднегодовой численности гражданского населения [4, 5] приведены на рис. 4. Влияние занятых на транспорте на общую среднегодовую численность в стране незначительное и составляет 7,1 %, что существенно ниже, чем в торговле или добывающих отраслях экономики. Количество занятых в отечественной транспортной отрасли составляет 3,3 % от транспортной общемировой численности, составляющей $141 \cdot 10^6$ человек.

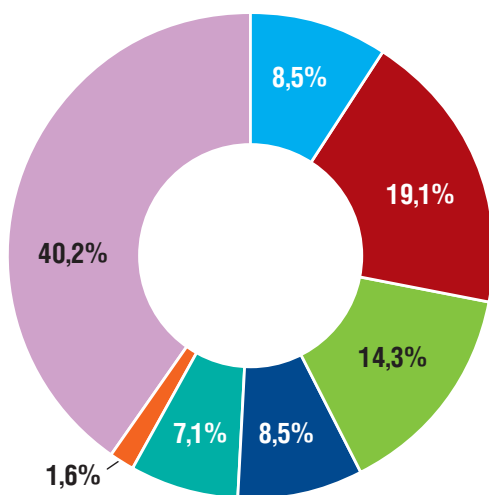


Рис. 4. Структура распределения среднегодовой численности занятых по видам экономической деятельности
 ■ — сельское хозяйство; ■ — торговля;
 ■ — обрабатывающее производство;
 ■ — строительство; ■ — транспорт;
 ■ — добыча полезных ископаемых;
 ■ — остальные виды деятельности

В качестве показателей оценки трудоемкости перевозок используется специальный расчетный показатель — приведенный грузооборот. Для расчета приведенного грузооборота применяется коэффициент приведения, объединяющий грузовую и пассажирскую работу. Значение коэффициента приведения:

- для железнодорожного транспорта — 2,0;
- для автомобильного транспорта — 0,4;
- для воздушного транспорта — 0,09;
- для морского, внутреннего водного, внутригородского электротранспорта — 1,0;
- для трубопроводного транспорта — 1,0.

В исследовании приведенный грузооборот с использованием коэффициента приведения $K_{пр}$ рассчитывается по формуле:

$$\Gamma_{пр.т.км} = \Gamma_{ф} \times K_{пр}, \text{ пр.т.км}, \quad (1)$$

где $\Gamma_{ф}$ — фактический грузооборот по видам транспорта, т.км.

Трудоемкость перевозок характеризует количество прямых трудовых затрат всех видов, которые расходуются на выполнение работы на каждом виде транспорта и в целом по системе. Удельная трудоемкость определяется путем деления годового фонда рабочего времени занятых в перевозках, ремонте, обслуживании, перегрузочных работах на выполненную приведенную транспортную работу по формуле:

$$T = \frac{\Phi}{\Gamma_{пр.т.км}}, \text{ чел.-ч/пр.т.км}, \quad (2)$$

где Φ — среднегодовая численность занятых по видам транспорта, чел.; Φ — годовой бюджет времени (в расчетах принят годовой норматив, равный 1979 часов при 40-часовой рабочей неделе), ч; $\Gamma_{пр.т.км}$ — приведенный грузооборот, пр.т.км.

Ранжированные уровни трудоемкости перевозок, полученные на основании разработанных методических положений, статистических данных по грузо- и пассажирообороту по 13 видам транспорта и выполненным расчетам по формулам (1) и (2), сведены в табл. 1.

Однако такой упрощенный способ нахождения затрат труда в зависимости от приведенной транспортной работы не учитывает другие факторы. В реальных условиях эксплуатации на затраты труда влияет организация перевозок, использование более производительных транспортных средств, беспилотников и т.п., поэтому не всегда корректно полностью относить полученные затраты труда на соответствующую приведенную транспортную работу. Однако ранжирование удельной трудоемкости свидетельствует о предпочтительности вида транспорта в условиях, например, дефицита трудовых ресурсов и формирования устойчивого положения в перевозках.

Таблица 1

Уровни трудоемкости перевозок

Вид транспорта	Виды перевозок	Доля (пропорция) в приведенном грузообороте, %	Удельные затраты труда, чел.-ч/10 ⁴ пр. т.км	Номер ранжирования
Газопроводный	Грузовые	44,5	1,5	1
Нефтепроводный	Грузовые		1,5	1
Нефтепродуктопроводный	Грузовые		1,6	1
Железнодорожный	Грузовые, пассажирские	46,4	4,6	2
Морской	Грузовые, пассажирские	0,8	6,9	3
Внутренний водный	Грузовые, пассажирские	1,2	10,1	4
Автомобильный	Грузовые, карьерные, пассажирские	5,1	17,9	5
Городской электрический метрополитен	Пассажирские	0,8	28,1	6
Промышленный железнодорожный транспорт	Грузовые, карьерные	0,6	35,1	7
Воздушный (без учета вертолетов)	Грузовые, пассажирские	0,5	67,1	8
Городской электрический троллейбус	Пассажирские	0,1	198,0	9
Городской электрический трамвай	Пассажирские	0,09	228,5	10
Автомобильный транспорт — легковые такси	Пассажирские	0,002	23,1 чел.-ч/ пр.т.км	11
Транспортная система	Грузовые, пассажирские	100	18,0	

Сравнительные расчетные уровни трудоемкости на различных видах транспорта показывают, что наивысшую эффективность применения обеспечивает трубопроводный транспорт. Кроме того, необходимо отметить важную роль в экспорте страны трубопроводного транспорта, обеспечивающего 30 % валютной выручки. Переключение, например, перевозок с железнодорожного транспорта общего пользования на трубопроводный снижает трудоемкость перевозок на 3,0 чел.-ч/10⁴ пр.т.км. Весьма эффективно переключение перевозок с автомобильного¹ на железнодорожный транспорт, которое снижает удельные трудозатраты с 17,9 до 4,6 чел.-ч/10⁴ пр.т.км. В сегменте морских и внутренних водных перевозок наблюдается сравнительно низкий уровень трудоемкости перевозок. Они конкурентоспособны в сравнении с автомобильным, промышленным железнодорожным транспортом. Весьма сложной и до конца не решенной про-

блемой, как с технической, так и с эксплуатационной стороны, являются большие удельные трудозатраты на городском пассажирском транспорте. Воздушный транспорт, даже без вертолетов, по удельной трудоемкости почти в 4 раза более затратный по сравнению с автомобильным и в 15 раз — по сравнению с железнодорожным. Легковые такси, естественно, наиболее трудоемкий вид транспорта.

В исследовании доказано, что для собственников подвижного состава, потребителей транспортных услуг при формировании деловой активности по снижению затрат труда всех видов на перевозки необходимо иметь критерий оценки, с помощью которого должна оцениваться получаемая экономия (табл. 1).

Чтобы использовать разработанные методические рекомендации в технико-экономических расчетах, необходимо иметь критерий оценки, по величине которого можно определить прирост эффекта от уменьшения

¹Важно отметить, что в США большое распространение получили международные автопоезда, так называемые «рабочие лошади» с годовым пробегом 150–170 тыс. км, водители которых получают 39–45 тыс. долл. в год (при минимальной ставке в стране — 7,25 долл. в час). Парк из 15·10⁶ автопоездов осваивает 40 % всех грузовых перевозок в США.

затрат труда. В качестве такого показателя рекомендуется использовать «прирост эффективности», который возникает от замены более трудоемкого вида транспорта на менее трудоемкий. Прирост эффекта рассчитывается по эмпирической формуле:

$$\Delta T = P \times G_{пр}(T_v - T_n), \text{ чел.-ч}, \quad (3)$$

где P — период эксплуатации вида транспорта, месяц, квартал, год; $G_{пр}$ — переключаемый приведенный грузооборот, пр.т.км; T_v , T_n — соответственно более высокая и более низкая трудоемкость перевозки, чел.-ч/пр.т.км.

При этом экономия численности занятых получается путем деления значения формулы (3) на общий фонд рабочего времени.

Выводы

На рынке спроса и предложения транспортных услуг практическое использование полученных результатов (табл. 1 и расчеты, получаемые по формулам (1), (2), (3)) в области экономии и распределении затрат труда может быть реализовано в различных сферах:

- в транспортных организациях для снижения внутриотраслевой трудоемкости своих перевозок;
- у потребителей транспортных услуг при выборе вида подвижного состава или переключении перевозок на менее трудоемкие;
- у муниципальных, региональных властей при формировании своей транспортной политики с учетом влияния транспортного фактора на составление баланса трудовых ресурсов с использованием общемировой и советской практики, когда планируемый темп прироста производительности труда выше темпов прироста реальной заработной платы в транспортном комплексе.

В целом транспортная система РФ характеризуется трудоемкостью на уровне 18 чел.-ч/10⁴ пр.т.км, что на 11 % выше, чем в США с количеством занятых 7,5 · 10⁶ чел., и на 13 % выше, чем в ЕС-27 с количеством занятых 17 · 10⁶ чел.

Показатели прямых трудовых затрат стимулируют работу отечественного подвижного состава как на отечественном, так и на международном транспортном рынке. Дальнейшее снижение трудоемкости перевозок связано с масштабным расширением цифровизации системы управления на транспорте и поставками новых, более надежных транспортных средств с высоким техническим уровнем и минимизацией затрат труда при ремонте, обслуживании и эксплуатации.

Энергоемкость перевозок

В Энергетической стратегии РФ на 2020–2030 годы² определено, что основной, приоритетной тенденцией развития мировой энергетики, производящей 12,5 · 10⁹ т у.т., будет не только наращивание абсолютного прироста добычи и производства электроэнергии, но и повсеместное снижение расхода энергии на единицу продукции, а также поиск и расширение использования альтернативных видов энергии.

Структура потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в РФ приведена на рис. 5.

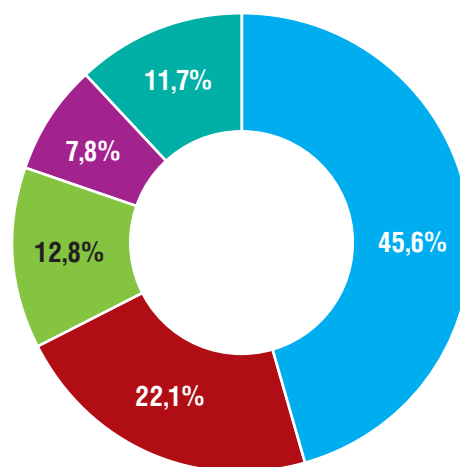


Рис. 5. Структура распределения ТЭР по видам экономической деятельности в РФ:
■ — обрабатывающее производство; ■ — строительство;
■ — транспорт; ■ — сельское хозяйство; ■ — прочие

Энергоемкость характеризует то количество энергии, которое расходуется на выполнение полезной транспортной работы при перевозке товаров-грузов и пассажиров. При этом следует указать на отсутствие статистических данных о потреблении топливно-энергетических ресурсов по отдельным видам транспорта. Кроме того, специфической особенностью ТЭР является различная теплотворная способность, которая проявляется в эксплуатации. Для приведения к единому измерителю используется угольный эквивалент, который равен 29,3 МДж/кг³. И любое количество и вид какой-либо энергии, потребляемой на транспорте, сводится к единому понятию условного топлива. В исследовании приняты следующие коэффициенты перевода энергии в условные единицы:

- для дизельного топлива — 1,45;
- для бензина — 1,49;

²Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р.

³Используется и нефтяной эквивалент с теплотворной способностью 41,9 МДж/кг.

- для керосина для реактивных двигателей — 1,47;
- для сжатого газа — 1,154;
- для сжиженного природного газа — 1,54;
- для флотского мазута — 1,43;
- для электроэнергии — 0,3445.

Энергоемкость перевозок в эксплуатации определяется путем деления объема расхода общей энергии на выполненную работу в любой модели рынка: чистая конкуренция или чистая монополия. Удельная энергоемкость определяется путем деления фактического эксплуатационного расхода топливно-энергетических ресурсов на выполненную приведенную транспортную работу с учетом особенностей каждого вида транспорта по формуле:

$$\mathfrak{Z}_y = Q_T \times \frac{K_n}{\Gamma_{\text{пр.т.км}}}, \text{ кг.; т у.т./пр.т.км,} \quad (4)$$

где Q_T — фактический объем потребляемой энергии, кг·т; K_n — коэффициент перевода натурального топлива в условное, ед.; $\Gamma_{\text{пр.т.км}}$ — приведенный грузооборот, пр.т.км.

На основе статистических данных [3, 4], ранее выполненного исследования [7], Энергетической стратегии России на период до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р) по приведенному грузообороту и коэффициентам перевода K_n рассчитан ранжированный ряд объемов потребления топливно-энергетических ресурсов основными видами транспорта (без учета 3 млн мотоциклов) (табл. 2).

Таблица 2

Уровень энергоемкости перевозок и потребления условного топлива¹

Вид транспорта	Топливо-энергетические ресурсы	Удельный расход, кг у.т./10 ³ пр. т.км	Потребление, млн т у.т.	Доля в потреблении, %	Номер ранжирования
Газопроводный	Природный газ, электроэнергия	50–54	70,1	37,74	1
Автомобильный (без личных автомобилей)	Бензин, дизельное топливо, газ, электроэнергия, альтернативные источники энергии	210–215	60,2	32,41	2
Железнодорожный	Электроэнергия, дизельное топливо	6,0–6,6	15,4	8,3	3
Воздушный	Керосин для реактивных двигателей	490–494	12,7	6,84	4
Автомобильный (личные автомобили)	Бензин, дизельное топливо, газ, электроэнергия, альтернативные источники энергии	32–36	6,4	3,45	5
Железнодорожный (промышленный)	Дизельное топливо, электроэнергия	42–47	5,8	3,12	6
Внутренний водный транспорт	Дизельное топливо, бензин	8,7–8,9	5,5	2,96	7
Морской	Мазут флотский, дизельное топливо	10,2–11,1	4,2	2,26	8
Нефтепроводный	Электроэнергия	2,0–2,2	2,1	1,13	9
Городской — электрический метрополитен	Электроэнергия	30–33	1,39	0,75	10
Автомобильный — легковое такси	Бензин, дизельное топливо, газ, альтернативные источники энергии	25–29	0,74	0,4	11
Городской — электрический троллейбус	Электроэнергия	89–92	0,54	0,29	12
Нефтепродуктопроводный	Электроэнергия	4,1–4,3	0,45	0,24	13
Городской — электрический трамвай	Электроэнергия	42–44	0,21	0,11	14
Транспортная система	Различные виды ТЭР		185,73	100	

¹Расчет проведен с участием сотрудницы МАДИ Чеботаевой Д. Д.

В эксплуатации энергозатраты зависят также от ряда других факторов: массы транспортных средств, типов двигателей, видов топлива, скоростных режимов движения, навыков водительского персонала, состояния путей сообщения, сроков службы подвижного состава и т.п., поэтому полученные данные следует считать не отчетными, а расчетными, зависящими от вида потребляемых ТЭР и рассчитанной приведенной транспортной работы.

Полученный ряд позволяет выявить, какой из приведенных видов транспорта является наиболее энергоемким для транспортного комплекса.

На первом месте по наибольшей доле потребляемых топливно-энергетических ресурсов находится магистральный трубопроводный транспорт⁵ в составе газопроводного, выполняющего 55 % грузооборота, нефтепроводный, выполняющий 40 % грузооборота, и нефтепродуктопроводный, выполняющий 5 % грузооборота. Доля энергии, потребляемой трубопроводным транспортом, составляет почти 40 % всего объема условного топлива. Почти 10 % добываемого газа идет на его перекачку на компрессорных станциях. На перекачку газа и нефти расходуется 30–31 % из общего объема электропотребления на транспорте, достигающего 87–88 млрд кВт в год. Характерной особенностью трубопроводного транспорта является формирование наиболее сохраненных непрерывных материальных потоков и даже без «порожних пробегов». Резерв по снижению расходов топливного газа заключается в использовании перекачивающих агрегатов с более высоким КПД.

На втором месте по общему расходу ТЭР находится автомобильный транспорт: грузовой, автобусный и легковой. В энергетическом балансе отрасли автомобильный транспорт потребляет бензин, дизельное топливо, газ, электроэнергию. Его доля в балансе составляет 36,26 %. Автомобильный транспорт характеризуется высокой маневренностью, но имеет сравнительно высокую трудо- и энергоемкость перевозок. Резервы экономии ресурсных затрат заключаются в снижении максимальной скорости, например автопоездов, до 80–90 км/ч, что обеспечивает снижение расхода топлива на 15–20 %, расширении использования альтернативных источников энергии и появлении в ближайшей перспективе гибридных и автомобилей-беспилотников. Стратегической задачей отечественной автомобильной отрасли является переход в течение 5–7 лет к совместному с зарубежными фирмами производству более экономичных легковых автомобилей.

Характерной особенностью железнодорожного транспорта, находящегося на третьем месте по энергопотреблению, является переход к цифровому модель-элек-

тронному управлению. Данный вид транспорта отличается высокой провозной способностью, большими расходами электроэнергии (44–45 млрд кВт·ч). В энергетическом транспортном балансе доля железнодорожного транспорта общего пользования и промышленного достигает почти 12 %. В ближайшей перспективе необходимо решить проблему скоростного пассажирского сообщения, основанного не на системе «колесо — рельс» для скоростей до 250 км, а на бесконтактной системе в электромагнитном поле (зарубежные системы JR Maglev, Япония; Transrapid SMT, Китай — Германия). Ввод в больших количествах скоростных пассажирских поездов увеличит расход электроэнергии железнодорожным транспортом. Переключение автомобильных перевозок на железнодорожные снижает для собственника транспортных средств удельный расход топливно-энергетических ресурсов при перевозке товаров-грузов и пассажиров на 204–208 кг у.т./10³ пр.т.км.

Воздушный транспорт в линии ранжирования по потреблению энергии находится на 4-м месте в транспортном энергетическом балансе с долей 6,84 %. Воздушный транспорт характеризуется шумностью, большой скоростью и высокой энергоемкостью перевозок. Переключение перевозок с воздушного транспорта на автомобильный любому товаровладельцу обеспечивает снижение удельных расходов энергии до 280 кг у.т./10³ пр.т.км. Основной стратегической целью в ближайшие 10 лет является восстановление производства отечественных гражданских самолетов с экономичными 2-контурными турбовинтовентиляторными двигателями.

Морской и внутренний водный транспорт в транспортном энергетическом балансе занимают всего 5,22 % — 7-е и 8-е место. Они отличаются низкими удельными расходами энергии на перевозки, небольшими скоростями — до 20 узлов и высокой провозной способностью в экспортно-импортном сообщении. Использование скоростных судов на подводных крыльях, в том числе и на воздушной подушке, связано с дополнительным расходом энергии, хотя они обеспечивают скорость до 100 км/ч.

Городской электрический транспорт в ранжированной линейке расхода энергии находится на 10, 11 и 12-м месте. Этот вид транспорта характеризуется экономичностью, но имеет ряд недостатков, связанных с шумностью. Уровень внешнего шума у трамваев составляет 90–95 дБ(А), у троллейбусов — 80–85 дБ(А), у метрополитена — 90–95 дБ(А). Однако по санитарным нормам в жилых квартирах уровень звука не должен превышать 30–35 дБ(А), в служебных помещениях — 50–70 дБ(А), в салонах городского транспорта — 60–70 дБ(А). Переключение перевозок с городских автобусов

⁵На мировом рынке появился серьезный конкурент магистральному газопроводному транспорту. Новое заключается в том, что сжиженный до –162°С газ перевозится судами-газовозами. Планируется на Ямале, на Южно-Тамбейском месторождении реализовать такую отечественную систему доставки. Для этого уже построен первый ледокольный танкер-газовоз «Кристоф де Маржери».

на трамваи обеспечивает снижение удельных расходов на 168–170 кг у.т./10³ пр.т.км, а на троллейбусы — на 120–130 кг у.т./10³ пр.т.км.

В работе доказано, что для собственников подвижного состава, потребителей транспортных услуг при формировании топливно-энергетического баланса и деловой активности по уменьшению расходов ТЭР на перевозки необходимо иметь некий критерий оценки, представленный в табл. 2.

Чтобы использовать разработанные методические рекомендации в технико-экономических расчетах, необходимо иметь критерий оценки, по величине которого можно определить прирост эффекта от снижения расхода энергии на перевозки. В качестве такого показателя рекомендуется использовать «прирост эффективности» от замены на менее энергоемкий вид транспорта, который рассчитывается по эмпирической формуле:

$$\Delta \mathcal{E} = \Pi \times \Gamma_{\text{пр}} (\mathcal{E}_\text{в} - \mathcal{E}_\text{н}), \text{ кг у.т. (т у.т.)}, \quad (5)$$

где Π — период эксплуатации вида транспорта, месяц, квартал, год; $\Gamma_{\text{пр}}$ — переключаемый приведенный грузооборот, пр.т.км; $\mathcal{E}_\text{в}$, $\mathcal{E}_\text{н}$ — соответственно более высокая и более низкая энергоемкость перевозок, кг у.т./пр.т.км.

Выводы

На рынке спроса и предложения транспортных услуг практическое использование полученных результатов (табл. 2 и расчеты, получаемые по формулам (4), (5)) в области снижения энергозатрат может быть реализовано в различных сферах:

- в транспортных организациях для уменьшения у себя эксплуатационных расходов ТЭР;
- у потребителей транспортных услуг при выборе подвижного состава или переключении перевозок на менее энергоемкие;
- у муниципальных, региональных властей при формировании своей транспортной политики в условиях ограничения видов энергетических ресурсов, а также при регулировании и составлении топливно-энергетических балансов различного уровня.

В целом транспортный комплекс, по данным табл. 2, потребляет 185,73 млн т у.т., что составляет 12,8 % от общего объема потребляемых ТЭР.

Выполненное сравнительное сопоставление долей транспорта в топливно-энергетических балансах стран показывает, что в РФ эта доля составляет не более 13 %, в США — 27 %, в ЕС — 27–33 %. Энергетическая эф-

фективность отечественного транспорта в топливно-энергетическом балансе очевидна.

Дальнейшее снижение энергоемкости обусловлено ожидаемыми масштабами внедрения в эксплуатацию более современного подвижного состава с минимальными удельными расходами.

Расходы ресурсов и обновление парков⁶

В соответствии с данными рис. 2, государство воздействует на рыночное равновесие в области транспорта с помощью двух способов: с помощью фиксации тарифов и налогового регулирования. Конечно, государство может устанавливать тарифы на все или большинство транспортных услуг, но для этого потребуются значительные усилия регулирующих органов. Поэтому в рыночных отношениях государство участвует главным образом в фиксации тарифов ниже цен равновесия только для социально ориентированных перевозок и в масштабных инвестиционных проектах.

Налоговое регулирование заключается в том, что налоги выплачиваются непосредственно из выручки транспортной фирмы. Чем выше ставка налогооблагаемой прибыли, тем меньше чистый денежный доход организации. Например, чистый денежный доход собственника малого транспортного предприятия (или чистый денежный поток — net cash flow) формируется из следующих элементов:

$$\text{ЧДД} = [(B - C - A)(1 - H)] + A, \text{ руб.}, \quad (6)$$

где B — выручка от перевозки, руб.; C — расходы с включением стоимости ресурсов, но без амортизации, руб.; H — ставка налогооблагаемой прибыли (гл. 21 НК РФ), доля ед.; A — амортизационные отчисления (без учета инфляции) (ст. 259 НК РФ) [8], руб.

Так, например, при годовой выручке малого транспортного предприятия 600 тыс. руб., расходах 200 тыс. руб. (без учета амортизации) и амортизационных отчислениях 100 тыс. руб. налоговая база, подлежащая налогообложению, составит 400 тыс. руб. Сумма уплачиваемого налога при ставке 15 % составит 45 тыс. руб. Чистая прибыль составит 355 тыс. руб. Тогда годовой чистый денежный поток, т.е. чистая прибыль и амортизация, достигнет 455 тыс. руб. В течение ближайших трех лет существования малого бизнеса с 5%-ной инфляцией ЧДД в первый год составит 478 тыс. руб., во второй год — 502 тыс. руб. и в третий — 527 тыс. руб.

⁶В части постановки проблемы

Следовательно, в рыночных отношениях прибыль от перевозок и амортизационные отчисления являются единственными источниками инвестиций, если нет бюджетного финансирования. В то же время амортизационные отчисления напрямую связаны со сроком службы транспортных средств и нормами отчислений:

$$H = \left[\frac{(C_6 - C_n)}{T_{cl} \times C_6} \right] \times 100, \% \quad (7)$$

где C_6 , C_n — соответственно приобретаемая балансовая и остаточная, ликвидная стоимость транспортных средств, руб.; T_{cl} — срок службы полезного использования транспортных средств, устанавливаемый производителем, лет.

Выполненный статистический анализ показывает увеличение доли подвижного состава с более высоким сроком службы различных видов транспортных средств. Это заставляет собственников транспортных средств искать

новые подходы к обновлению парков (механизм лизинга и сублизинга здесь не рассматривается).

На основании анализа зарубежного и отечественного опыта эксплуатации установлено, что существует теоретическая зависимость между убывающим приростом эффективности и сроком эксплуатации парков транспортных средств. Такая зависимость характеризуется некой параболой типа $y = \sqrt{x}$ (рис. 6), где в качестве аргумента используются нормативные сроки службы различных видов транспортных средств. Такое поведение кривой объясняется тем, что до определенного периода времени затраты на модернизацию, усовершенствование, проблемы безопасности, расход запчастей на ремонт и расход топливно-энергетических ресурсов становятся больше, чем получаемый эффект от эксплуатации подвижного состава. Пределом прироста эффективности использования транспортных средств и трубопроводов становится нормативный срок службы, который, в соответствии с рис. 6, изменяется в очень широких пределах — от 5–7 до 50 лет⁷.

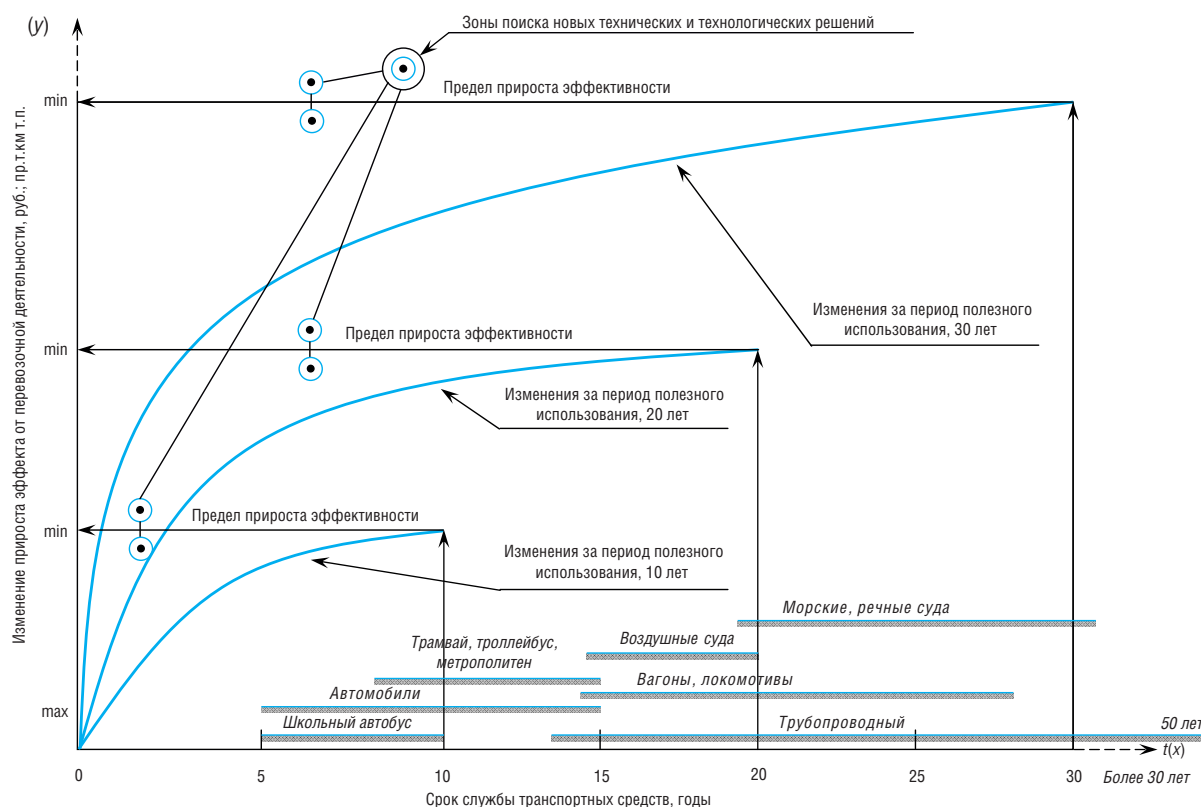


Рис. 6. Теоретическая зависимость прироста эффективности перевозок от нормативного срока службы транспортных средств

⁷В США, например, Федеральное авиационное агентство запрещает в стране использование самолетов с количеством летных часов более 60 тыс. (т. е. со сроком службы от 12 до 16 лет).

Для трех групп транспортных средств со сроками службы 10, 20, 30 и более лет показано, что в начальный период эксплуатации наблюдается максимальный прирост эффективности от перевозочной деятельности. При приближении эксплуатируемого подвижного состава к нормативному предельному сроку использования, установленному производителем, прирост эффективности минимизируется, приближаясь к нулю. Наступает период поиска технических и технологических решений обновления парка.

Однако в современных условиях пока отсутствуют какие-либо принудительные механизмы, которые по налоговому, бухгалтерскому учету заставляли бы коммерческие транспортные организации использовать амортизационные отчисления по назначению. Единственным принудительным мотивом к начислению и целевому использованию амортизационного фонда остается желание развивать и совершенствовать свой бизнес. В коммерческом смысле сроком полезного использования определяется период, в течение которого использование транспортных средств приносит прибыль. В этих условиях повышение технического уровня парков подвижного состава и его обновление представляется сложным.

По нашему мнению, одной из первоочередных задач в области повышения технического уровня и обновления парков всех видов транспорта является разработка и введение законодательного нормирования сроков службы транспортных средств, что позволит существенно обновить парки.

Общие выводы

В исследовании впервые построена ноу-хау-модель чувствительности, которая включает инновационную и деловую активность транспортного комплекса, влияющую на скорость обращения инвестиционных вложений, тарифы, налоговое регулирование.

Сформулированная инновационная активность, которая направлена на формирование взаимодействия транспорта и экономики, в итоге определяет его доле-вое участие в ВВП, основных фондах.

Представлена технологическая модель деловой активности как способность транспорта занимать устойчивое положение в трудовых и топливно-энергетических балансах страны. Сделанные уточнения, ранжированные по видам транспорта, помогут транспортным организациям, потребителям транспортных услуг, муниципальным и региональным властям в условиях неопределенности спроса и предложения более полно учитывать влияние транспортного фактора при составлении перспективных трудовых и топливно-энергетических балансов.

Предложенная в порядке обсуждения проблема снижения прироста эффективности в перевозочной деятельности в зависимости от старения парков транспортных средств настоятельно требует введения законодательного нормирования сроков службы с целью повышения их технического уровня и конкурентоспособности на рынке. **ИТ**

Список литературы

1. Чеботаев А. А. Генезис «маятника экономики» в регулируемых рыночных отношениях. — М. : Колос, 2003. — ISBN 5-10-003902-7.
2. Чеботаев А. А. Геотранспортные ресурсы России. — М. : Экономика, 2012.
3. Чеботаев А. А. Логистика и менеджмент товародвижения. — М. : Экономика, 2012.
4. Россия в цифрах. Официальное издание. — М. : Росстат, 2017.
5. Российский статистический ежегодник. — М. : Росстат, 2016, 2017.
6. Чеботаев А. А. Стратегия топливно-энергетической устойчивости транспортного комплекса в России // Альтернативные источники энергии для транспорта и энергетики больших городов. Международная конференция : сб. докладов. — М. : Прима-Пресс-М, 2005. — Ч. 2. — С. 228–236.
7. Топливо-экологические проблемы развития транспортного комплекса: труды НИИ КТП Минэкономики РФ / ред. А. А. Чеботаев, С. С. Ушаков. — М., 1992. — Вып. 137. — 236 с.
8. Налоговый Кодекс РФ. Ч. 1, 2. — М. : ЭКСМО, 2017.



Никита Андреевич
Аксенов

Nikita A. Aksyonov



Алексей Анатольевич
Ковалев

Aleksey A. Kovalev

Разработка прибора по контролю установочных параметров опоры контактной сети

Device development under the control of attitudinal parameters of a support of a contact network

Аннотация

На сегодняшний день системы непрерывного контроля объектов железнодорожной инфраструктуры развиваются весьма активно, а их использование позволяет контролировать и устранять дефекты на ранних стадиях.

В статье рассматриваются вопросы мониторинга опор контактной сети. Предложен способ контроля углов наклона опор контактной сети, позволяющий не только определять угол наклона опор, но и создавать базу данных «Отчет формирования вертикальности опоры», что значительно облегчает фиксацию данных рабочим персоналом в журнале опорного хозяйства. В основе способа лежит совместное использование электронного дальномера и разработанного программного комплекса.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, опора, разрегулировка, нагрузка, контроль, риск, угол наклона, статистика, габарит, конусность, параметры, автоматизация.

Abstract

For today of system of the continuous control of objects of a railway infrastructure develop rather actively, and their use allows to supervise and eliminate defects at early stages.

In article questions of monitoring of support of a contact network are considered. The method of the control of angles of slope of support of the contact network is offered, allowing not only to determine an angle of slope of support, but also to create a database "the Report of forming of vertical position of a support" that considerably facilitates fixing given by the working personnel in magazine of a basic economy. At the heart of a method sharing of an electronic range finder and the developed program complex lies.

Keywords: a rail transport, a support, maladjustment, loading, the control, risk, an angle of slope, statistics, a dimension, taper, parameters, automation.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-49-53

Авторы Authors

Никита Андреевич Аксенов, аспирант кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург | Алексей Анатольевич Ковалев, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Nikita Andreevich Aksenov, post-graduate student of "Transport Power Supply" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg | Alexey Anatolevich Kovalev, Cand. Tech. Sci., assistant professor of "Transport Power Supply" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Опора контактной сети — это несущая строительная конструкция, на которой крепятся устройства контактной сети, состоящая из верхней части (стойки) и подземной части (фундамента).

По состоянию на 2017 г., в эксплуатации на железных дорогах России находится около 1,3 млн железобетонных опор контактной сети. Это опоры из предварительно напряженного железобетона типа СК или SKU. Ежегодно из-за влияния различных внешних факторов на железобетонные стойки происходит их разрегулирование, повышается риск отказа, что приводит к замене (0,4+1)% от общего количества опор.

В процессе эксплуатации опоры подвергаются действию постоянных и временных нагрузок. Постоянные нагрузки создаются весом проводов с арматурой, изоляторами и всеми поддерживающими устройствами контактной сети. Временные нагрузки связаны с условиями внешней среды: ветровые нагрузки на опору и провода, а также нагрузки, связанные с отложением на проводах гололеда, в результате чего изменяются прочностные характеристики бетона и арматуры. Функционирование устройств будет обеспечено только при своевременном проведении профилактических мероприятий и оперативном выявлении отклонений опор контактной сети на раннем этапе эксплуатации опоры [1].

С целью контроля устойчивости несущей конструкции необходимо разработать устройство, обеспечивающее контроль установочных параметров на всех этапах службы опоры контактной сети.

В рамках решения поставленной задачи необходимо рассмотреть существующие приборы для контроля

угла наклона опор контактной сети железных дорог, составить их классификацию и выделить основные требования, которыми должен обладать разрабатываемый прибор [2, 3].

По итогам исследований была составлена классификация приборов, способных контролировать установочные параметры опор контактной сети (табл. 1).

Как видно из таблицы классификации приборов, наиболее оптимальным по автоматизации процессов является устройство «СДУМ КС». Устройство «СДУМ КС», в конструкцию которого входят датчики «Инклинометр», позволяет считывать, передавать и сохранять данные о состоянии опор контактной сети по специальному энергосберегающему протоколу передачи с наименьшей погрешностью, выигрывает по своим характеристикам, но проигрывает высокой стоимостью оборудования, так как для каждой опоры должен использоваться свой отдельный датчик передачи информации.

Рассмотрим принцип работы прибора «Устройство контроля угла наклона опор контактной сети». В основу его работы положено снижение влияния конусности на точность определения угла наклона опоры. Для данного устройства характерны: уменьшение времени замеров, автоматическая обработка расчетов, привязка проведенных замеров к геопозиции объекта диагностики.

В качестве основы используется мобильное электронное устройство (МЭУ) со специально разработанной программой, которая изначально содержит основные параметры опор контактной сети и использует их для замеров и расчетов.

Таблица 1

Классификация приборов для определения степени разрегулировки опор контактной сети

Приборы	Скорость проведения одного эксперимента	Точность определения угла наклона опор КС, %	Обработка результатов	Сложность эксперимента	Количество задействованного персонала
Теодолит и нивелир	20 мин	±2	Требуется проведение вычислений (15 мин)	Сложность установки прибора	3 чел.
УВК-1	6–8 мин	±3	Полуавтоматическое вычисление угла наклона (10 мин)	Требуется видеобработка данных	2 чел.
СДУМ КС	1 мин	±1	Автоматическое вычисление угла наклона (0 мин)	Применение датчика «Инклинометр»	—
Устройство контроля угла наклона опор контактной сети	3 мин	±2	Результаты обрабатываются автоматически (0 мин)	Применение мобильных средств	1 чел.

Для диагностирования угла наклона опоры контактной сети требуется со стороны рельсового пути на штативе, оборудованном пузырьковым уровнем, установить лазерный дальномер. После чего электромонтер должен определить первую точку замера, расположенную на уровне головки рельса, и вторую точку замера, расположенную по высоте на расстоянии одного метра от первой точки замера. Полученные результаты измерений, а также марку диагностируемой опоры, включающую высоту и конусность опоры, вводят в МЭУ, которое рассчитывает по заданным параметрам угол наклона опоры контактной сети.

Результатом диагностирования является сравнение полученных данных с нормативными, при превышении нормативного уровня на дисплее МЭУ появляется сигнал об аварийном состоянии опоры.

На рис. 1 представлена схема осуществления замеров угла наклона опоры контактной сети.

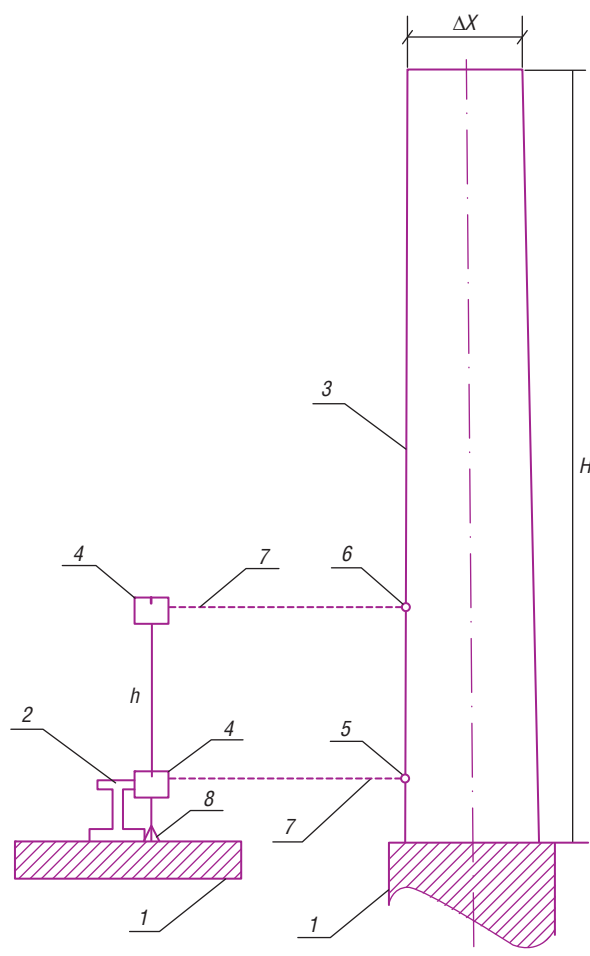


Рис. 1. Способ контроля угла наклона опор контактной сети железных дорог:
1 — земляное полотно; 2 — рельсы; 3 — опора контактной сети; 4 — лазерный дальномер, фиксирующий первую точку замера; 5 — то же для второй точки замера; 6 — луч проецирования; 7 — штатив с пузырьковым уровнем 8

Предлагаемый способ контроля угла наклона опор контактной сети осуществляют по алгоритму (рис. 2), включающему следующие операции:

- начало — установка штатива с противоположной стороны максимального наклона опоры по пузырьковому уровню;
- установка лазерного дальномера 4 на штатив;
- выполнение первого замера h_1 , точка 5 (рис. 1);
- выполнение второго замера h_2 , точка 6 (рис. 1);
- промежуточный предварительный контроль угла наклона опоры контактной сети: $h = h_2 - h_1$.

Если $h \leq 0$, то угол наклона опоры не превышает нормативного значения и опора находится в рабочем состоянии.

Если $h > 0$, то продолжают замеры до определения фактического угла наклона опоры контактной сети. По нормативам, максимально допустимым является угол наклона $\varphi = 3^\circ$ [4].

Расчет угла наклона опоры контактной сети производят по формуле:

$$\varphi = \Delta x - h \cdot H,$$

где Δx — конусность опоры контактной сети; H — высота опоры контактной сети, см; h — промежуточный угол наклона, см.

Специальная программа в МЭУ содержит параметры опор контактной сети, в том числе высоту и конусность, угол наклона программа рассчитывает автоматически. Если полученная величина угла наклона φ опоры контактной сети 3 (рис. 1) не превышает 3° , то состояние опоры определяют как рабочее и результат фиксируют в журнале измерений и журнале опорного хозяйства.

Если угол наклона опоры контактной сети превышает 3° , то принимают решение о выправке или замене опоры контактной сети. Полученный результат также фиксируют в журнале измерений и журнале опорного хозяйства.

По разработанному алгоритму в программном комплексе *Microsoft Visual Studio 2015* была разработана программа, позволяющая определять угол наклона опор контактной сети.

При наклоне опоры контактной сети на угол более чем 3° ($3^\circ = 12$ см) при максимально допустимом значении зигзага в ± 40 см возможен риск схода контактного провода с полоза токоприемника.

Полученные результаты замеров сохраняются в программном комплексе, а также копируются на переносной носитель информации в формате *MS Excel* (табл. 2).

Разработанный автоматизированный программно-измерительный комплекс позволяет не только определять угол наклона опор контактной сети, но и создавать базу данных, так называемый «Отчет формирования вертикальности опоры», что значительно облегчает фиксацию данных рабочим персоналом в журнале опорного хозяйства.

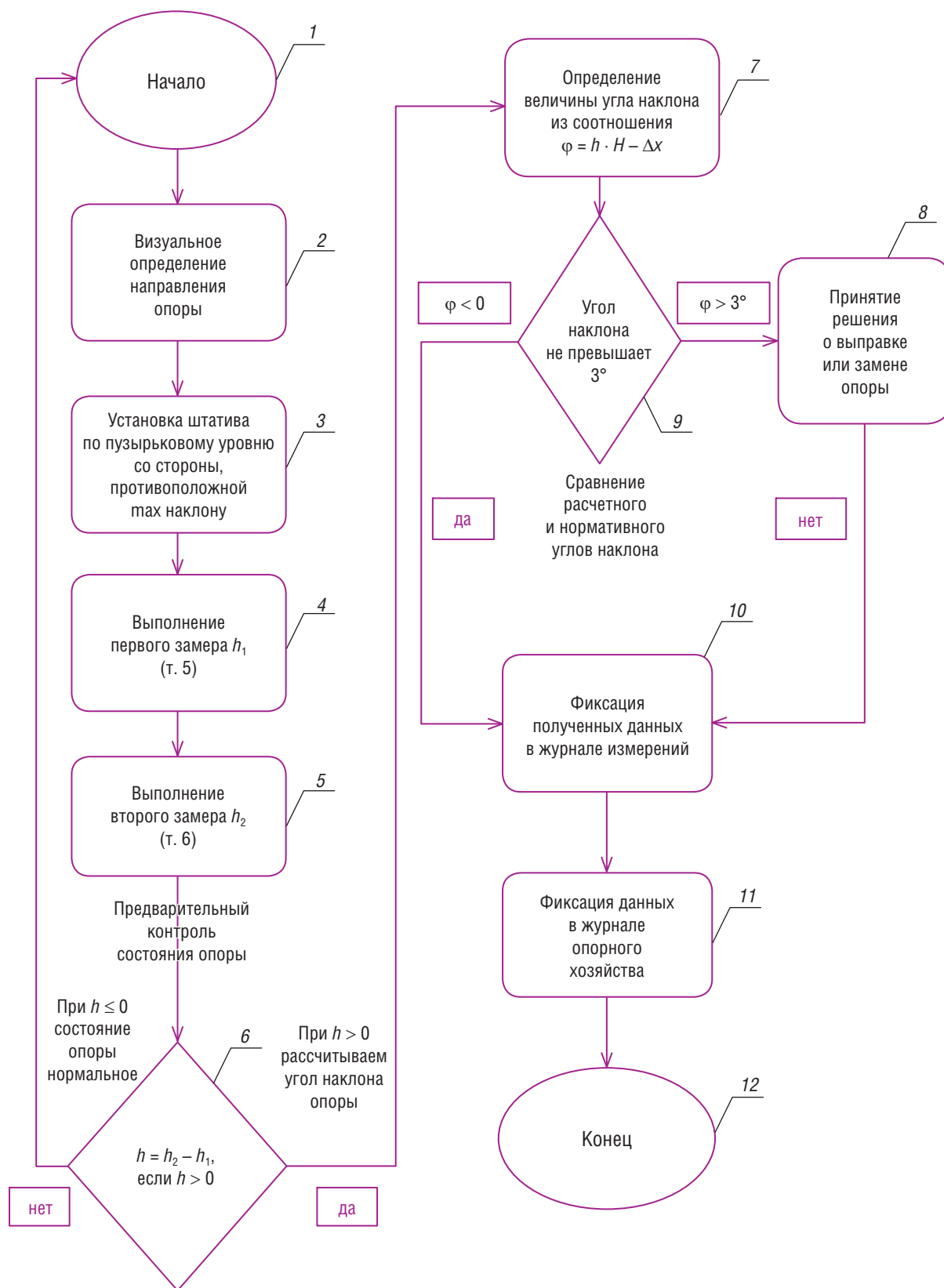


Рис. 2. Алгоритм определения угла наклона опор контактной сети

Таблица 2

Результаты замеров

Данные состояния опорного парка «А — В»			
№ опоры	Марка опоры	Координаты	Угол наклона, град.
101	СС156.6	Ш 55,18281 Д 59,64576	9,95
102	СС156.6	Ш 56,18281 Д 60,64576	10,1
103	СС156.6	Ш 57,18281 Д 61,64576	8,468
104	СС156.6	Ш 58,18281 Д 62,64576	12,5
105	СС156.6	Ш 59,18281 Д 63,64576	10,12
106	СС156.6	Ш 60,18281 Д 64,64576	9,85

По данному программному комплексу отправлена заявка на полезную модель: дата поступления 12.05.2017, входящий № 028976, регистрационный № 2017116774. **ИТ**

Список литературы

1. А. с. 2008611930 РФ. Определение угла наклона контактной сети по видеоизображению / А. Г. Галкин, А. А. Ковалев, Я. Н. Бусыгин. — № 2008610754 ; заявл. 26.02.2008 ; опубл. 18.04.2008. — 5 с.
2. Галкин А. Г. Обслуживание опор контактной сети / А. Г. Галкин, А. А. Ковалев // Транспорт Урала. — 2008. — № 1. — С. 60–64. — ISSN 1815–9400.
3. Ковалев А. А. Развитие инфраструктурного комплекса системы токосъема / А. А. Ковалев // Инновационный транспорт. — 2013. — № 2 (8). — С. 43–46. — ISSN 2311–164X.
4. Аксенов Н. А. Оценка возникновения риска отказа участка контактной сети / Н. А. Аксенов. — Инновационный транспорт. — 2015. — № 4 (18). — С. 57–61. — ISSN 2311–164X.



Иван Павлович
Неугодников
Ivan P. Neugodnikov

Устройство сигнализации для определения места короткого замыкания в контактной сети станции стыкования

The device of the alarm system for determination of a place of short circuit in a contact network of docking station

Аннотация

В статье приведены схема и принцип работы устройства сигнализации для определения места короткого замыкания в контактной сети станции стыкования железных дорог. Основной особенностью данного устройства является то, что контроль тока короткого замыкания дополнительно осуществляется на вводах постоянного тока напряжением 3,3 кВ пунктов группировки с помощью высоковольтных непolarизованных реле постоянного тока, реагирующих на скорость нарастания тока короткого замыкания. Предложенное устройство сигнализации позволяет определить место короткого замыкания, а именно номер пункта группировки и номера переключаемых секций контактной сети станции стыкования, и, соответственно, уменьшить время поиска места короткого замыкания.

Ключевые слова: станция стыкования, контактная сеть, пункты группировки, переключаемые секции, короткое замыкание, датчики тока, сигнальные реле.

Abstract

In article the scheme and a principle of work of the device of the alarm system for determination of a place of short circuit in a contact network of station стыкования railroad communications are resulted. The basic feature of the given device is that the control of a current of short circuit is in addition performed on inputs of a direct current by pressure 3,3 kw points of grouping by means of the high-voltage not polarized relays of a direct current reacting for speed of increase of a current of short circuit.

The offered device of the alarm system allows to specify a short circuit place, namely, number of point of grouping and number of switched sections of a contact network of docking station and, accordingly, to reduce time of search of a place of short circuit.

Keywords: docking station, a contact network, the grouping points, switched sections, short circuit, current gauges, alarm relays.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-54-57

Авторы Authors

Иван Павлович Неугодников, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: ineugodnikov@usurt.ru

Ivan Pavlovich Neugodnikov, Cand. Tech. Sci., assistant professor of "Transport Power Supply" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: ineugodnikov@usurt.ru

Стыкование линий участков железных дорог большой протяженности, электрифицированных на постоянном и переменном токе, осуществляют на станциях стыкования. Контактная сеть таких станций содержит ряд переключаемых секций, число которых зависит от путевого развития станции и организации ее работы. На переключаемые секции контактной сети можно с помощью специальных переключателей подавать как напряжение 3,3 кВ постоянного тока, так и напряжение 27,5 кВ переменного тока. Переключатели станции стыкования группируются в отдельные пункты группировки, которые располагают на обочине пути или в широком междупутье станции таким образом, чтобы расстояние до переключаемых секций было минимальным. Питание пунктов группировки осуществляется от тяговой подстанции по отдельным фидерным линиям переменного и постоянного тока по кольцевой схеме или отпайками при консольном питании [1].

Управление работой переключателей пунктов группировки блокируют с устройствами маршрутно-релейной централизации (МРЦ) железнодорожной станции и осуществляют одновременно с переключением стрелочных переводов и сигналов светофоров при подготовке маршрута следования электроподвижного состава. Следовательно, так как станции стыкования в большинстве случаев имеют большую протяженность, они имеют большую стоимость и сложны в эксплуатации. Кроме того, при возникновении короткого замыкания в переключаемых секциях контактной сети срабатывает защита на фидерной линии тяговой подстанции и происходит снятие напряжения со всех питаемых по данной фидерной линии пунктов группировки. Это приводит к увеличению времени поиска места короткого замыкания и, соответственно, к более длительным задержкам движения электроподвижного состава.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому устройству сигнализации является устройство, содержащее N трансформаторов тока (по количеству пунктов группировки), установленных на вводах переменного тока напряжением 27,5 кВ пунктов группировки, вторичные обмотки которых подключены через соответствующие токовые реле к сигнальным реле поста электрической сигнализации [2].

Недостатком указанного устройства является невозможность определить место короткого замыкания (номера пункта группировки и соответствующих секций контактной сети станции стыкования) при питании переключаемых секций контактной сети по фидерным линиям постоянного тока напряжением 3,3 кВ тяговой подстанции, так как от одной фидерной линии тяговой подстанции получают питание N пунктов группировки станции стыкования. При наличии короткого замыкания на одном из пунктов группировки срабатывает токовая защита на данной фидерной линии постоянного тока напряжением 3,3 кВ тяговой подстанции и происходит снятие

напряжения со всех питаемых по данной фидерной линии пунктов группировки и соответствующих переключаемых секций контактной сети. Это приводит к увеличению времени поиска места короткого замыкания (в N пунктах группировки и переключаемых секциях контактной сети) и, соответственно, к более длительным задержкам движения электроподвижного состава [3].

На рис. 1 приведена принципиальная схема устройства сигнализации для определения места короткого замыкания в контактной сети станции стыкования, включающая фидерные линии 1 и 2, соответственно, постоянного тока напряжением 3,3 кВ и переменного тока напряжением 27,5 кВ тяговой подстанции, врезные изоляторы 3, разъединители 4, вводы 5 и 6, соответственно, постоянного тока напряжением 3,3 кВ и переменного тока напряжением 27,5 кВ пунктов группировки 7 (ПГ-1 ... ПГ- N) [4].

Каждый из пунктов группировки 7 содержит блок сигнализации 8, переключатели 9, шины 10 и 11 постоянного тока напряжением 3,3 кВ и переменного тока напряжением 27,5 кВ соответственно, питающие фидерные линии 12 переключаемых секций контактной сети станции стыкования.

Блок сигнализации 8 содержит измерительный трансформатор тока 13, токовое реле 15 с нормально разомкнутым контактом, высоковольтное неполяризованное реле постоянного тока 14 с нормально замкнутым контактом, реагирующее на скорость нарастания тока короткого замыкания, промежуточное реле 16 с нормально замкнутым контактом и сигнальное реле 17 с нормально разомкнутым контактом поста электрической сигнализации (ЭЦ) 18 станции стыкования.

Устройство сигнализации для определения места короткого замыкания в контактной сети станции стыкования работает следующим образом.

Питание пунктов группировки 7 станции стыкования осуществляется двумя фидерами постоянного тока 3,3 кВ и двумя фидерами переменного тока 27,5 кВ по кольцевой схеме (при этом все разъединители 4 включены) или отпайками при консольном питании (один из разъединителей 4 отключен). Переключатели 9 пунктов группировки 7 обеспечивают питание по линиям 12 переключаемых секций контактной сети станции стыкования от шин 10 постоянного тока напряжением 3,3 кВ или от шин 11 переменного тока напряжением 27,5 кВ (рис. 1).

При подаче переменного тока напряжением 27,5 кВ с помощью переключателя 9 пункта группировки 7, например ПГ-1, на переключаемые секции контактной сети и при появлении короткого замыкания в контактной сети ток короткого замыкания протекает по фидерной линии 2 переменного тока напряжением 27,5 кВ, разъединитель 4, ввод 6 пункта группировки ПГ-1, через первичную обмотку трансформатора тока 13 блока сигнализации 8, шины 11 переменного тока напряжением 27,5 кВ пункта группировки ПГ-1, переключатель 9 (при этом

проявление источника оперативного тока, и сигнальное реле 17 срабатывает. На посту ЭЦ станции стыкования фиксируется номер пункта группировки, в нашем случае ПГ-1, и соответствующие номера переключаемых секций контактной сети. Отключение тока короткого замыкания происходит от токовой защиты выключателем на фидерной линии переменного тока напряжением 27,5 кВ тяговой подстанции, при этом происходит снятие напряжения со всех пунктов группировки, подключенных к данной фидерной линии.

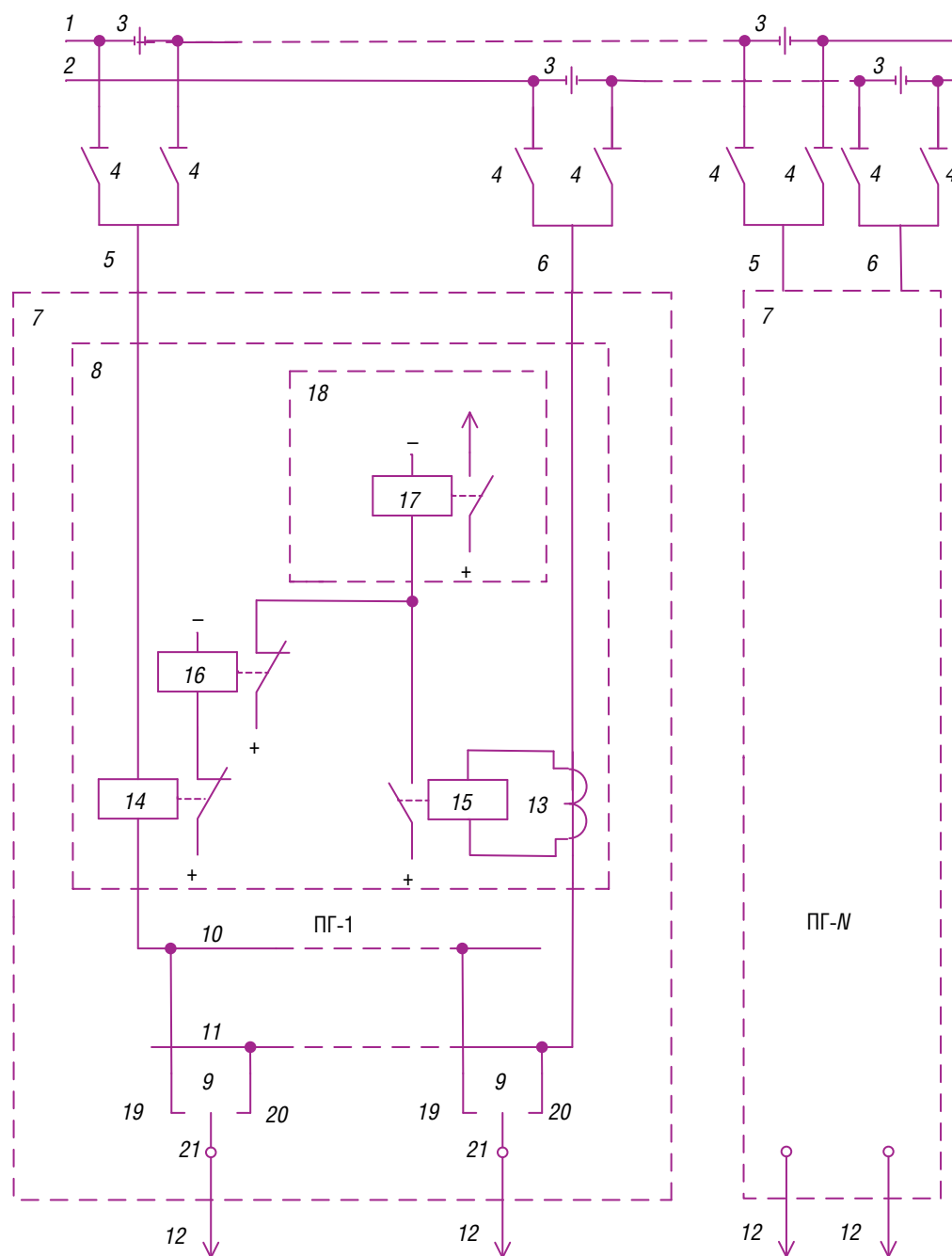


Рис. 1. Схема устройства сигнализации для определения места короткого замыкания в контактной сети станции стыкования

Чтобы обеспечить сигнализацию места короткого замыкания, при питании переключаемых секций контактной сети станции стыкования по фидерным линиям постоянного тока напряжением 3,3 кВ на вводах 5 пунктов группировки 7 устанавливают высоковольтные неполяризованные реле постоянного тока 14, выходы которых через соответствующие промежуточные реле 16 подключены к сигнальным реле 17 поста ЭЦ станции стыкования. В качестве реле постоянного тока 14 можно применить высоковольтное неполяризованное реле типа РПТ-206-Н-1 УХЛ4, которое имеет собственное время срабатывания не более 2,5 мс [5].

При подаче постоянного тока напряжением 3,3 кВ с помощью переключателя 9 пункта группировки 7, например ПГ-1, на переключаемые секции контактной сети и при появлении короткого замыкания в контактной сети ток короткого замыкания протекает по фидерной линии 1 постоянного тока напряжением 3,3 кВ, разъединитель 4, ввод 5 пункта группировки ПГ-1, катушке высоковольтного неполяризованного реле постоянного тока 14 блока сигнализации 8, шины 10 постоянного тока напряжением 3,3 кВ пункта группировки ПГ-1, переключатель 9 (при этом неподвижный контакт 19 замкнут с подвижным контактом 21), по питающей линии 12, контактной сети и через рельсовую сеть на тяговую подстанцию. При этом высоковольтное неполяризованное реле постоянного тока 14, реагирующее на скорость нарастания тока короткого замыкания, срабатывает и размыкает свои нормально замкнутые контакты, что приводит к снятию напряжения источника опера-

тивного тока с промежуточного реле 16 и замыканию его контактов (при отсутствии короткого замыкания в контактной сети промежуточное реле 16 находится под напряжением, что приводит к размыканию его нормально замкнутых контактов). При этом на катушку сигнального реле 17 подается напряжение источника оперативного тока, и сигнальное реле 17 срабатывает. На посту ЭЦ станции стыкования фиксируется номер пункта группировки, в нашем случае ПГ-1, и соответствующие номера переключаемых секций контактной сети. Отключение тока короткого замыкания происходит от токовой защиты автоматическим быстродействующим выключателем на фидерной линии постоянного тока напряжением 3,3 кВ тяговой подстанции, при этом происходит снятие напряжения со всех пунктов группировки, подключенных к данной фидерной линии тяговой подстанции. Для обеспечения селективной работы устройства сигнализации время его работы не должно превышать минимально возможное время отключения тока короткого замыкания фидерными автоматическими быстродействующими выключателями тяговой подстанции.

Таким образом, применение предлагаемого устройства сигнализации позволяет определить место короткого замыкания, а именно номер пункта группировки и номера переключаемых секций контактной сети станции стыкования, и, соответственно, уменьшить время поиска места короткого замыкания, что приводит к сокращению возможных задержек движения электроподвижного состава на станции стыкования при возникновении короткого замыкания. **ИТ**

Список литературы

1. Фрайфельд А. В. Устройство, сооружение и эксплуатация контактной сети и воздушных линий : учебник для техн. школ ж.-д. транспорта / А. В. Фрайфельд, Н. А. Бондарев, А. С. Марков ; под ред. А. В. Фрайфельда. — М. : Транспорт, 1980. — 422 с.
2. Бондарев Н. А. Контактная сеть : учебник для студентов техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / Н. А. Бондарев, В. Е. Чекулаев. — М. : Маршрут, 2006. — 590 с.
3. Фигурнов Е. П. Релейная защита : учебник для студентов вузов ж.-д. транспорта. В 2 ч. Ч. 2. Релейная защита устройств тягового электроснабжения железных дорог. — М. : УМЦ по образованию на ж.-д. транспорте, 2009. — 604 с.
4. Пат. № 172643 Российская Федерация, В60М 3/04, В60М 1/18, G01R 31/08. Устройство для определения места короткого замыкания в пунктах группировки и переключаемых секциях контактной сети станции стыкования / Неугодинов И. П., Варламов Д. А.; заявитель и патентообладатель Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС). — № 2016136877 ; заявл. 14.09.16 ; опубл. 18.07.17. Бюл. № 20. — 2 с.
5. Реле постоянного тока РПТ-206. Руководство по эксплуатации. — СПб. : Изд-во ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО», 2010. — 18 с.



Ирина Анатольевна
Баева
Irina A. Baeva

Обзор методов электрического расчета системы тягового электроснабжения постоянного тока

The review of methods of electric calculation of system of a traction electrical supply of a direct current

Аннотация

Статья посвящена обзору основных методов электрического расчета системы тягового электроснабжения. Методы условно разбиты на две категории: расчет по заданным размерам движения и расчет по заданному графику движения поездов. Описаны особенности, достоинства и недостатки методов.

Ключевые слова: электрический расчет, аналитические методы, имитационное моделирование системы, график движения.

Abstract

Article is devoted the review of the basic methods of electric calculations of system of a traction electrical supply. Methods are conditionally broken on two categories: calculation on the set sizes of movement and calculation under the set train schedule. Features, merits and demerits of methods are described.

Keywords: electric calculation, analytical methods, system simulation modelling, the traffic schedule.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-58-62

Авторы Authors

Ирина Анатольевна Баева, аспирант кафедры «Электроснабжение транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: IBaeva@usurt.ru

Irina Anatolevna Baeva, post-graduate student of "Transport Power Supply" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: IBaeva@usurt.ru

Для обеспечения нормальной работы устройств системы тягового электроснабжения (СТЭ), электрифицированных на постоянном токе 3,0 кВ, при организации маршрутов движения грузовых поездов повышенной массы и соединенных грузовых поездов, а также скоростных пассажирских поездов необходимо проведение электрических расчетов СТЭ с целью выявления ограничений пропускной способности электрифицированного участка [1].

Существующие методы электрического расчета системы тягового электроснабжения (рис. 1) можно разбить на две группы: расчет по заданным размерам движения и расчет по заданному графику движения поездов [2–7].

В табл. 1 приведены особенности, достоинства и недостатки основных методов расчета СТЭ.

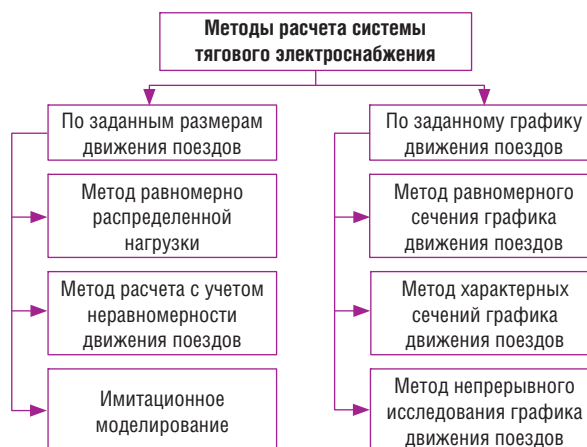
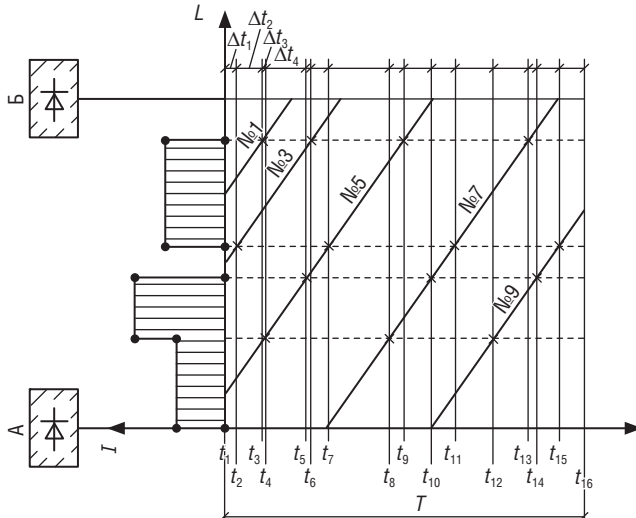
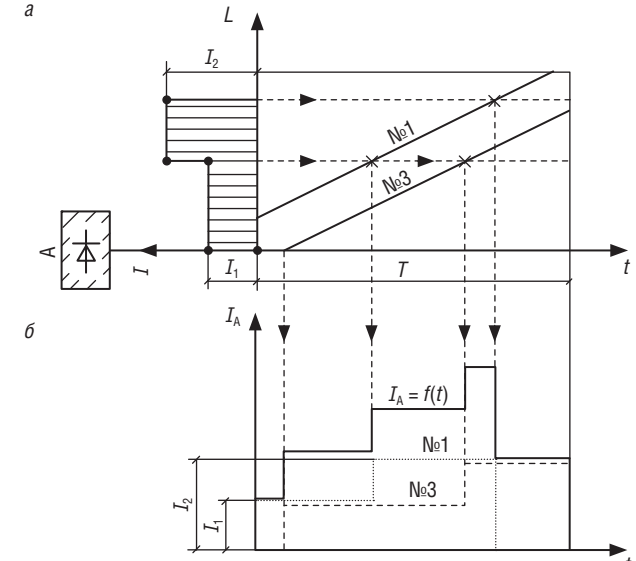


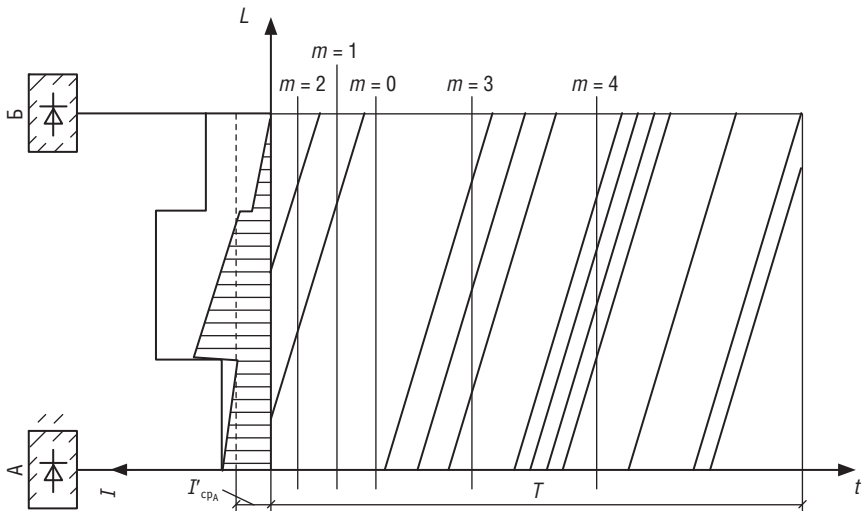
Рис. 1. Методы расчета системы тягового электроснабжения

Таблица 1

Методы электрического расчета системы тягового электроснабжения

Метод электрического расчета СТЭ	Особенности расчета, достоинства и недостатки метода
По заданному графику движения поездов	
1. Метод равномерного сечения графика движения поездов	<p>а — условный график движения и кривая поездного тока;</p> <p>б — мгновенные схемы расположения нагрузок;</p> <p>в — кривые изменения тока подстанции А и потери напряжения в тяговой сети до поезда № 9</p> <p>На график движения поездов параллельно оси пути наносится ряд равноотстоящих друг от друга сечений с выбранным интервалом времени Δt. (а). Рассматривая весь ряд полученных таким образом мгновенных схем, можно построить зависимость интересующего показателя работы системы электроснабжения (ток, потеря напряжения, напряжение, потеря мощности и энергии и т.д.) от времени.</p> <p>Достоинство метода: простота.</p> <p>Недостатки: точность метода определяется величиной отрезка времени Δt (шага расчета); трудоемкость расчета при малом значении Δt, большом расчетном периоде T, более сложных схемах питания контактной сети; не позволяет оценить экстремальные значения (максимум, минимум) интересующих величин</p>

Метод электрического расчета СТЗ	Особенности расчета, достоинства и недостатки метода
<p>2. Метод характерных сечений графика движения поездов</p>	 <p>На кривой тока поезда намечаются «характерные» точки, отмечающие места резкого изменения величины тока или характера его изменения, через которые проводятся прямые, параллельные оси времени графика движения до пересечения с нитками графика движения на протяжении всего расчетного периода T.</p> <p>Достоинство метода: определение экстремальных значений интересующих величин.</p> <p>Недостаток метода: трудоемкость расчета при малом значении Δt, большом расчетном периоде T, более сложных схемах питания контактной сети</p>
<p>3. Метод непрерывного исследования графика движения поездов</p>	 <p><i>а</i> — упрощенный график движения поездов; <i>б</i> — перестроенные кривые тока поездов в функции времени и кривая тока фидера подстанции A</p> <p>Кривую тока для каждого поезда расчетного периода T, заданную в функции пути, перестроить в функции времени. Затем, суммируя перестроенные кривые токов отдельных поездов во времени, получают кривую тока подстанции.</p> <p>Достоинство метода: позволяет рассчитывать систему электроснабжения, не прибегая к получению и расчету мгновенных схем расположения нагрузок.</p> <p>Недостаток метода: требует больших затрат времени</p>

Метод электрического расчета СТЗ	Особенности расчета, достоинства и недостатки метода
По заданным размерам движения поездов	
1. Метод равномерно распределенной нагрузки	<p>Переменная по величине и месту расположения тяговая нагрузка заменяется постоянно действующей, равномерно распределенной по длине зоны. Ее величина определяется таким образом, чтобы общая нагрузка на зоне питания за расчетный период была равна заданной.</p> <p>Достоинство метода: не требуется наличие конкретного графика движения поездов в графическом изображении.</p> <p>Недостаток метода: при оценке средних значений величин дает результаты с определенной погрешностью и не позволяет определять максимальные и минимальные значения расчетных величин, а при малом числе поездов — за расчетный период дает большую погрешность и при оценке средних значений интересующих величин</p>
2. С учетом неравномерности движения поездов	 <p>Исходными данными являются график движения поездов в неявном виде, результаты тяговых расчетов, представленные в виде зависимостей тока поезда и времени его хода в функции пути $I = f(l)$ и $t = f(l)$.</p> <p>Достоинство метода: число и месторасположение поездов в зоне, тип поезда (грузовой, пассажирский) и их масса, межпоездный интервал и время хода определяют непосредственно по заданному графику движения.</p> <p>Недостаток метода: формулы достаточно сложны</p>
3. На основе имитационной модели	<p>Сущность технологии кратко выражает триада «модель — алгоритм — программа». Речь идет о замене исходного объекта его моделью и дальнейшем ее исследовании (экспериментировании) на ЭВМ при помощи вычислительно-логических алгоритмов.</p> <p>Имитационное моделирование есть процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев) различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы.</p> <p>Достоинства метода: возможность решения задач, которые не могут быть решены аналитическими методами; высокий уровень детализации систем любого уровня сложности; возможность исследования динамики развития процесса; возможность достаточно просто оценить факторы, в наибольшей степени влияющие на поведение системы.</p> <p>Недостатки метода: разработка часто обходится дорого и требует много времени; имитационная модель не точна, возникают некоторые проблемы, связанные с оценкой точности получаемых результатов, которые в принципе решаемы</p>

Из табл. 1 следует, что большинство из описанных методов может быть использовано для электрического расчета системы тягового электроснабжения при организации маршрутов движения грузовых поездов повышенной массы и соединенных поездов, а также скоростных пассажирских поездов.

В ОАО «РЖД» используется программный комплекс расчетов тягового электроснабжения КОРТЭС на основе

имитационного моделирования, позволяющий построить модель реального участка железной дороги и провести эксперименты на этой модели с целью определения поведения системы, например расчет системы тягового электроснабжения без устройств регулирования напряжения электрифицированных участков на постоянном токе 3,0 кВ, с целью технико-энергетического анализа СТЭ [8]. **ИТ**

Список литературы

1. Баева И. А. Дополнение к методике электрического расчета программы КОРТЭС // Инновационный транспорт — 2016: специализация железных дорог : м-лы Международ. науч.-практ. конф. / [отв. за выпуск С. В. Бушуев, канд. техн. наук]. — Екатеринбург : УрГУПС, 2017. — Вып. 8 (227). — 1122, [1] с.
2. Аржанников Б. А. Тяговое электроснабжение постоянного тока скоростного и тяжеловесного движения поездов : монография / Б. А. Аржанников. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2012. — 207 с. — ISBN 978-5-94614-235-9.
3. Марквардт К. Г. Энергоснабжение электрических железных дорог. — М. : Транспорт, 1982. — 528 с.
4. Марквардт Г. Г. Применение теории вероятностей и вычислительной техники в системе энергоснабжения. — М. : Транспорт, 1972. — 224 с.
5. Справочник по электроснабжению железных дорог. Т. 1 / под ред. К. Г. Марквардта. — М. : Транспорт, 1980. — 256 с.
6. Блинкова С. А. Совершенствование методики расчета энергообеспеченности скоростных пассажирских перевозок на железных дорогах постоянного тока : дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук: 05.22.07 / Блинкова Светлана Александровна. — Самара, 2015. — 120 с.
7. Тер-Оганов Э. В., Пышкин А. А. Электроснабжение железных дорог : учеб. для студентов университета (УрГУПС) / Э. В. Тер-Оганов, А. А. Пышкин. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2014. — 432 с.
8. Аржанников Б. А. Концепция усиления системы тягового электроснабжения постоянного тока 3,0 кВ : монография / Б. А. Аржанников, И. О. Набойченко. — Екатеринбург : УрГУПС, 2015. — 258 с. — ISBN 978-5-94614-337-0.



Константин Анатольевич
Паршин

Konstantin A. Parshin

Использование экосистемы «Интернет вещей» для повышения безопасности дорожного движения

Using of «Internet of things» ecosystem for improving traffic safety

Аннотация

В статье рассматривается вопрос архитектурной реализации системы мониторинга величины давления в шинах грузового автомобиля на базе экосистемы «Интернет вещей». Приводится системный анализ причин преждевременного износа шин, обзор решений мониторинга величины давления в шинах, рассматриваются возможные решения, предлагаемые операторами мобильной связи и телематическими сетями, по удаленному мониторингу параметров в реальном времени.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, активная безопасность транспортных средств, система мониторинга давления воздуха в шинах, экосистема «Интернет вещей», Connected Cars, M2M-устройства, технология LPWAN, LoRa, технология «СТРИЖ».

Abstract

A question of architectural implementation of the monitoring system for the magnitude of tire pressure in a truck based on «Internet of Things» ecosystem is considered in the article. System analysis of the causes of premature wear of tires, a review of solutions for monitoring tire pressure are given, possible solutions offered by mobile operators and telematics networks, by remote monitoring of parameters in real time are viewed.

Keywords: traffic safety, traffic accident, active vehicle safety, monitoring system for the magnitude of tire pressure, «Internet of Things» ecosystem, Connected Cars, M2M devices, LPWAN technology, LoRa, technology «STREJ».

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-63-68

Авторы Authors

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

Konstantin Anatolyevich Parshin, candidate of technical science, associate professor of the department «Information technologies and information security» of Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg

Обеспечение безопасности дорожного движения, согласно ст. 2 Федерального закона № 196, заключается в деятельности, направленной на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, снижение тяжести их последствий. В Российской Федерации за текущий 2017 год уже погибло в ДТП более 16 000 человек и более 160 000 получили ранения различной степени тяжести [1]. Данные обстоятельства требуют поиска решений по снижению аварийности на дорогах нашей страны. Комплексные решения реализуются в рамках федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах» и предполагают развитие различных направлений деятельности. В данный момент реализуется второй этап программы (2016–2020 гг.), одним из основных направлений которого является повышение активной безопасности транспортных средств, включая внедрение ряда интеллектуальных транспортных систем:

- регистрации параметров движения транспортных средств;
- регистрации параметров дорожно-транспортных происшествий;
- предупреждения о выходе с полосы движения (LDWS);
- мониторинга давления воздуха в шинах;
- контроля состояния водителя [2].

Актуальность работ по повышению активной безопасности транспортных средств определяет формирование и внедрение на транспорте систем мониторинга, обеспечивающих контроль за параметрами транспортного средства в реальном времени. Дистанционное получение актуальной информации о транспортных средствах диспетчером или главным механиком существенно повышает оперативность реагирования на инциденты, связанные с техническим состоянием транспортного средства, а обратная связь с водителем может предотвратить дорожно-транспортное происшествие.

Начнем рассмотрение вопроса повышения активной безопасности транспортных средств с невероятной по масштабу трагедии, произошедшей 9 сентября 2017 г. вблизи г. Екатеринбурга на 24-м км Полевского тракта. В результате дорожно-транспортного происшествия у самосвала оторвало колесо, тяжелая машина завалилась на бок и раздавила два УАЗика. Восемь человек скончались на месте, еще четверо пострадали. В ГИБДД озвучили предварительные причины аварии. По информации ведомства, водитель большегруза Renault Premium, груженного песком (23 тонны), при движении с Полевского в сторону Екатеринбурга выехал на полосу встречного движения, где произошло столкновение с двумя автомашинами УАЗ, двигающимися друг за другом в сторону Полевского. Под капотом грузовика Renault после аварии вспыхнул огонь, который потушили прибывшие пожарные. Водитель самосвала уже в больнице пояснил, что у машины лопнуло коле-

со, из-за чего его вынесло на встречку [3]. На фотографии с места происшествия (рис. 1) четко видно, что покрышка на левом колесе тягача разорвана, это привело к резкому изменению траектории движения автомобиля и выносу его на встречную полосу.



Рис. 1. Причина аварии

Рассмотрим возможную причину разрыва шины на тягаче грузового автомобиля с научной точки зрения. Известно, что маршрут следования грузовых автомобилей проходит по дорогам с различными типами покрытия. Карьер располагается в нескольких километрах от трассы. Данный участок дороги не имеет асфальтового покрытия и представляет собой грунтовую дорогу (рис. 2).



Рис. 2. Маршрут следования большегруза

Таким образом, при движении груженого самосвала по дорогам с разным покрытием наблюдаются различные режимы эксплуатации автомобильных шин, что скажется на сроках их службы и может привести к механическим повреждениям. Оба фактора повышают вероятность развития деформаций и разрушений элементов шины и ее преждевременного выхода из строя.

Для более глубокого анализа описанной проблемы обратимся к известным теоретическим выкладкам. Долговечность шины в эксплуатации определяется полным износом протектора или наличием местных разрушений. По статистическим данным, 74 % шин грузовых автомо-

билей снимают с эксплуатации вследствие износа протектора, 20 % — из-за механических повреждений (пробои, порезы) и 5 % — в результате разрыва каркаса.

По данным НИИ шинной промышленности, около половины шин разрушается преждевременно вследствие нарушения правил их эксплуатации. На срок службы шин влияют такие факторы, как величина внутреннего давления, нагрузка, скорость движения, состояние дороги, климатические условия, качество вождения и др. [4].

Рассмотрим подробнее проблему контроля давления в шинах. Несоблюдение норм давления в шинах — одна из главных причин их преждевременного износа. При снижении давления увеличивается радиальная деформация шины, знакопеременная деформация боковых стенок покрышки, возрастают гистерезисные потери в материалах шины, за счет чего возрастает температура нагрева материалов, уменьшается прочность резины и ее связи с кордом каркаса. Таким образом, при эксплуатации нельзя допускать даже кратковременного снижения давления в шинах. Это обусловлено тем, что начавшийся процесс разрушения шин невозможно выявить по внешним признакам.

Эксплуатация шин с повышенным давлением приводит к уменьшению площади пятна контакта протектора с дорогой, увеличению удельного давления в центральной части беговой дорожки протектора и, как следствие, к интенсивному ее износу. При повышенном давлении в шине возрастают напряжения в нитях корда каркаса и брекера от значительного их растяжения, что может вызвать их разрыв и повреждение при наезде на какое-нибудь дорожное препятствие. Шины с повышенным давлением более склонны к проколам и порезам [5].

Анализируя материал, можно сделать вывод, что несоблюдение норм давления в шине зачастую приводит к негативным последствиям и существенно повышает вероятность разрыва шины на ходу.

Перегрузка транспортных средств — нередкая ситуация, когда вопрос получения прибыли ставится во главу угла. При загрузке автомобиля или прицепа сверх допустимой грузоподъемности происходит перегрузка шин. Признаками перегрузки шин являются увеличенная радиальная деформация боковых стенок, резкие колебания кузова, затрудненное управление транспортным средством при движении. Повреждения и износ шин при перегрузке аналогичны характеру повреждений при эксплуатации при пониженном давлении в шинах. Однако при этом интенсивность износа и тяжесть повреждений значительно выше. Это объясняется тем, что при перегрузке тепловые и механические напряжения в деталях шины несоизмеримо выше тех, что возникают в шинах с пониженным давлением, причем особенно быстро повышается температура разогрева шин [5].

Таким образом, можно сделать вывод, что ключевым параметром, определяющим долговечность и надежность эксплуатации шины при соблюдении условий

эксплуатации транспортного средства в целом, является давление воздуха или газа, которым она наполнена. Косвенным фактором, влияющим на давление, является температура шины, величина которой зависит от покрытия дороги, скорости движения автомобиля.

Анализируя дорожную ситуацию с вышеописанным дорожно-транспортным происшествием, можно выделить следующие факторы, оказавшие влияние на его исход:

- движение груженого длинномера под гору (рис. 3);
- цикличное изменение условий эксплуатации шин;
- экстренное торможение, которое существенно увеличило нагрузку на передние шины тягача;
- внутренний радиус поворота — дополнительная нагрузка на левое колесо тягача.

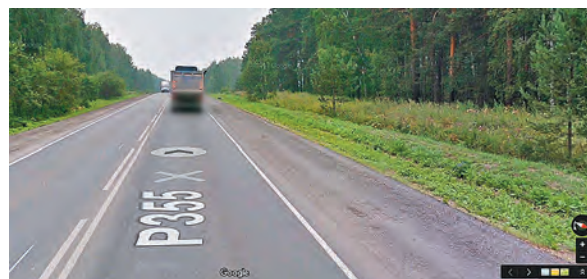


Рис. 3. Место ДТП. Спуск с горы в сторону Екатеринбурга

Описанные и систематизированные факторы указывают, что каждый из них связан с давлением в шинах, и, следовательно, именно этот параметр следует включить в систему мониторинга автотранспортного средства. Аварии и ДТП по причине разрыва шин случаются довольно часто и практически всегда приводят к тяжелым последствиям. Необходим современный подход к решению данной проблемы, который позволит системно и на качественно новом уровне усилить контроль за состоянием автомобильных шин как со стороны водителя, так и со стороны ГИБДД.

В США в 2002 г. был принят закон об обязательном оснащении всех новых автомобилей, производимых на территории страны, системами Tire Pressure Monitoring System (TPMS). В США и странах ЕС присутствие такой системы является обязательным. Американские исследования показали, что TPMS на 70 % снижает риски аварий с летальным исходом, причиной которых стал или факт прокола колеса с последующим его разбортовыванием, или же перегрев покрышки, который привел к взрыву последней [6].

Если вернуться к российской целевой программе, то такое направление предусмотрено, но пока не реализуется. На данный момент возможным решением поставленной задачи является использование экосистемы «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT) для сбора, передачи и формирования данных о состоянии автомобильных шин, эксплуатируемых на транспортных средствах, в реальном времени как на смартфоны или

бортовые компьютеры владельцев транспортных средств, так и в централизованные облачные ресурсы ГИБДД с целью выявления несоответствия режимов эксплуатации автомобильных шин и оперативного принятия мер по устранению данного инцидента. Пример экосистемы представлен на рис. 4.

Особенности экосистемы:

1. Энергонезависимость первичных датчиков.
2. Низкое энергопотребление системы за счет асинхронного способа взаимодействия и протоколов доступа.
3. Стандартизованные интерфейсы шлюзов доступа.
4. Отсутствие лицензирования частотного диапазона ввиду малой мощности передатчиков.
5. Высокая степень проникновения сигналов и дальность передачи ввиду используемых методов модуляции.
6. Низкая стоимость решений.
7. Доступность в любой точке покрытия сети.
8. Использование облачных сервисов для работы с заказчиками.

Интеграция предлагаемого решения в интеллектуальную систему предупреждения дорожно-транспортных происшествий, описанную в [7], существенно расширит ее функционал, а использование экосистемы позволит реализовать концепцию Connected Cars как одно из направлений экосистемы «Интернет вещей» на транспорте (рис. 5). Детальный анализ направления концепции Connected Cars показывает, что более 40 % решений направлено на безопасность участников дорожного движения (рис. 6). Connected Cars — это «подключенный» инновационный автомобиль с сетевыми возможностями, оснащенный средствами навигации и ориентации, связью с Интернетом. «Умный» автомобиль через самоорганизующуюся сеть передачи данных взаимодействует с окружающей средой и объектами посредством нескольких систем: автомобиль — автомо-

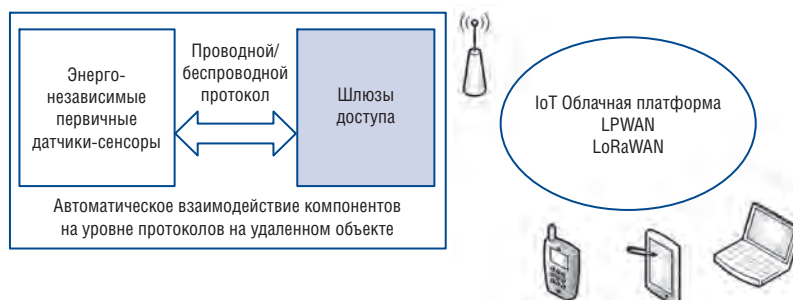


Рис. 4. Экосистема «Интернет вещей»

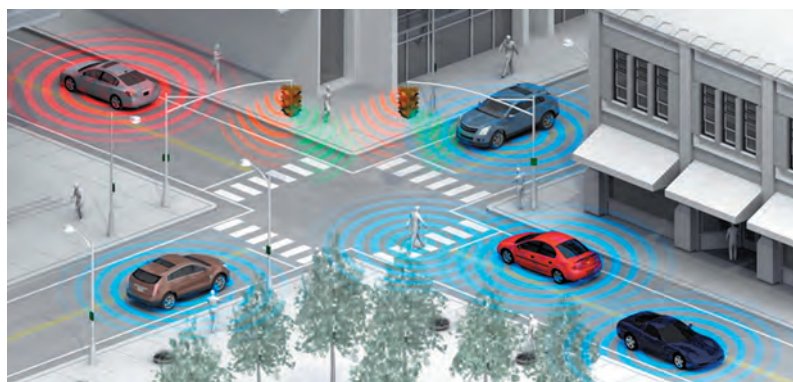


Рис. 5. Концепция Connected Cars

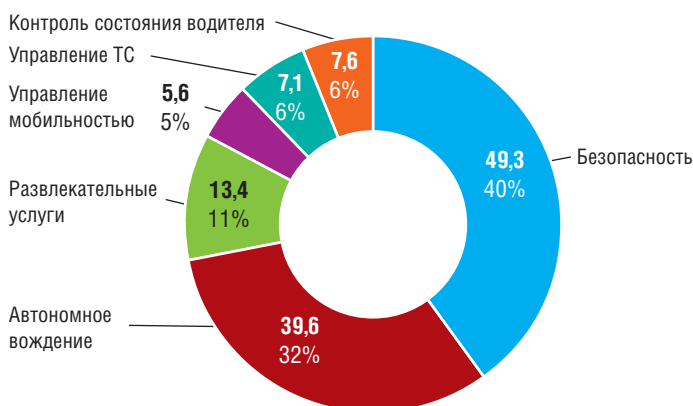


Рис. 6. Структура мирового рынка подключенных автомобилей

биль (vehicle-to-vehicle, V2V), автомобиль — инфраструктура (vehicle-to-infrastructure, V2X), автомобиль — пешеход (vehicle-to-pedestrian, V2P) и автомобиль — устройство (vehicle-to-device, V2D). В совокупности набор стандартов взаимодействия реализуют телематические сети, развертываемые на территории Российской Федерации.

В своем ежегодном отчете Russia Internet of Things Market компания IDC представила текущее состоя-

ние рынка Интернета вещей в России и прогноз его развития на период 2017–2021 гг. Согласно данному прогнозу, инвестиции в оборудование, программное обеспечение, услуги и связь, привлеченные для создания решений Интернета вещей, будут расти в среднем на 22 % ежегодно (CAGR). IDC ожидает, что в 2021 г. расходы на Интернет вещей в России превысят 9 млрд долларов. Среди основных факторов, способствующих росту инвестиций, IDC отмечает на-

чавшийся процесс цифровой трансформации компаний, создание экосистемы и взаимное партнерство поставщиков решений, а также значительный интерес со стороны государства. Важное влияние на развитие рынка оказали положительные результаты первых проектов, направленных в основном на сбор данных и интеграцию решений Интернета вещей с существующими ИТ-системами. Транспорт и производство остаются лидирующими отраслями по инвестициям в Интернет вещей благодаря большому количеству установленных конечных устройств и востребованности решений по управлению транспортными средствами, мониторингу транспорта и управлению производственными активами [8].

Актуальность оказания телематических услуг для отрасли транспорта подтверждают операторы связи, предоставляющие M2M-услуги. По итогам первого полугодия 2016 г., объем передачи данных между устройствами в сети МТС на Урале вырос в 4,5 раза в годовом исчислении, количество M2M-клиентов — в четыре раза. Сегодня более трети наших корпоративных клиентов на Урале регулярно пользуются телематическими сервисами: онлайн-координацией работы сотрудников и технологических машин, а также решением APN по защищенной передаче данных. Наиболее активно sim-карты применяются в транспортной сфере (40 % всех M2M sim-карт на Урале), банкоматах и терминалах оплаты (21 %), промышленности и энергетике (16 %) и системах безопасности (14 %) (например, в противоугонных системах в автомобилях) [9].

Рассмотрим возможные реализации предлагаемого решения. Анализируя рынок, следует выделить решения, основанные на использовании услуг операторов мобильной связи и услуги IoT. Например, оператор МТС предлагает услугу «M2M-менеджер» — удобный универсальный инструмент для удаленного управления sim-картами в M2M-устройствах (machine-to-machine), а также комплексное решение «Телеучет данных», охватывающее весь жизненный цикл обработки данных телеметрии, начиная с первичного сбора информации с датчиков на удаленном объекте и заканчивая визуализацией параметров в web-браузере [10].

Сложность в получении данных с датчиков давления заключается в использовании беспроводного протокола передачи данных на борт автомобиля. Обычно используется технология Bluetooth, как, например, в решении Tire Keeper. Сведения с датчиков передаются в смартфон и далее через оператора связи в облако TK Cloud, которое позволяет контролировать давление в шинах независимо от местоположения автомобиля [11].

Решения, использующие обычный мобильный Internet, обойдутся дороже по сравнению с телематическими услугами сетей M2M, предоставляемыми операторами связи. Взаимодействие с информационными ресурсами ГИБДД для копирования сведений о значении давления в шинах конкретного транспортного сред-

ства актуально организовать через информационную систему «Платон», где уже зарегистрированы грузовые транспортные средства, и систему «Эра-ГЛОНАСС», обеспечивающую локацию подвижной единицы. В результате к сведениям о грузовом транспортном средстве добавится реальная информация о давлении в шинах, сопоставление этих сведений с пробегом поможет отследить возможную проблему на ранних стадиях.

Кардинально изменить вектор направления в области использования экосистемы «Интернет вещей» призвана программа «Цифровая экономика», разработанная Минкомсвязи по поручению Президента РФ Владимира Путина, которая после утверждения Правительством была дополнена рядом новых пунктов. В частности, в разделе «Информационная инфраструктура» появился пункт о строительстве федеральной сети стандарта LPWAN. Технология LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) предназначена для передачи данных на большие расстояния с низкой скоростью. Она рассчитана на сбор информации с устройств Интернета вещей и осуществление межмашинных коммуникаций (M2M). Сейчас в Европе LPWAN работает на частотах 169 МГц, 433 МГц и 868 МГц. Согласно программе, до конца 2017 г. будет разработана концепция развития сетей узкополосной связи сбора телеметрической информации в городах с территорией более 100 кв. км. Также будут определены потребности в услугах, подходы к созданию и использованию сети LPWAN [12].

В США и европейских странах данные сети реализуются по стандарту LoRaWAN, на базе которого строятся телематические сети LoRa. В Российской Федерации данный стандарт поддерживает сеть 868 МГц, но ее покрытие пока недостаточно для повсеместной работы. Более перспективным на данный момент выглядит использование сети телематических услуг «СТРИЖ». Технология «СТРИЖ» универсальна и находит применение в самых разных отраслях, где требуется передача данных на большие расстояния без использования сетей мобильных операторов связи. Провайдер предлагает совокупность периферийных устройств и облачный сервис, доступный заказчику через сеть Internet [13].

Подводя итоги и систематизируя полученные сведения, рассмотрим возможную архитектуру экосистемы «Интернет вещей» для реализации поставленной задачи. На рис. 7 изображены варианты реализации системы мониторинга с использованием услуг операторов мобильной связи и сети «СТРИЖ». В качестве контроллера бортовой системы предлагается использовать «Автограф GSM+» и системы контроля давления в шинах TMPS 6–13, объединяемые через интерфейс RS-232 [14]. Сохранив штатную функцию доступа через сеть оператора мобильной связи, можно реализовать переходный уровень развития системы мониторинга и повысить ее живучесть. **ИТ**

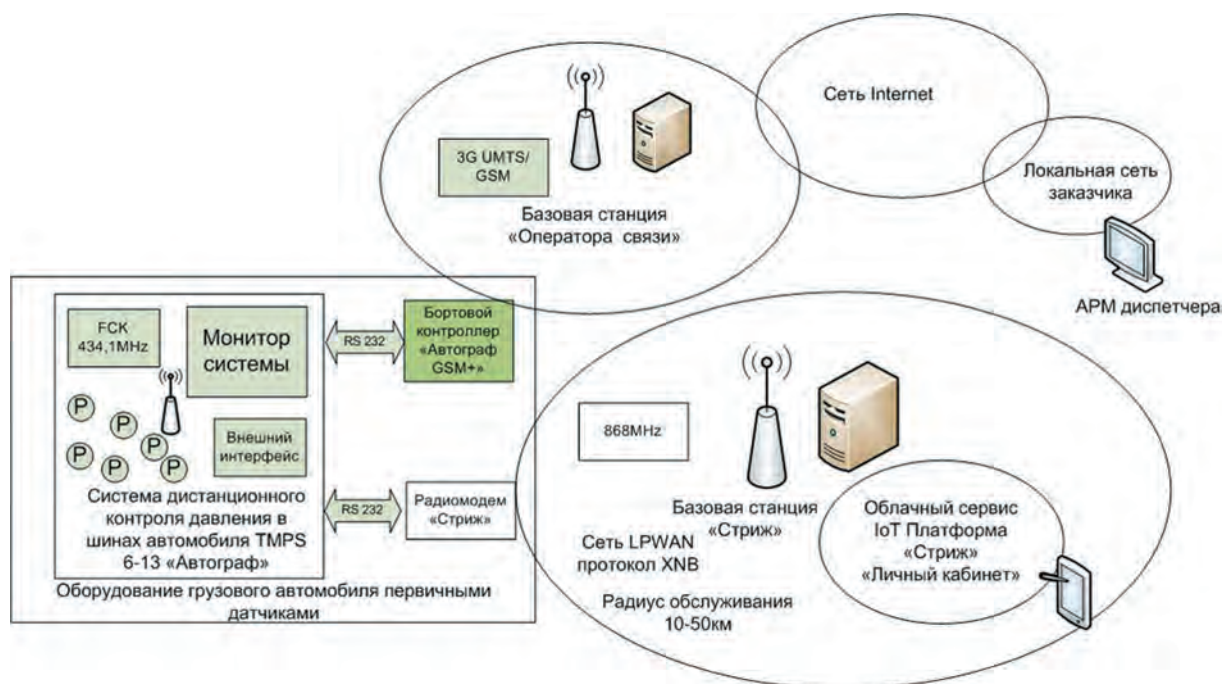


Рис. 7. Архитектура экосистемы «Интернет вещей» для системы мониторинга транспортного средства

Список литературы

1. Статистика автокатастроф за 2017 год в России [Электронный ресурс]. — URL: <http://avtopravozashita.ru/dtp/statistika-dtp-v-rossii-za-2016-god.html> (дата обращения: 16.10.2017).
2. Федеральный закон № 196-ФЗ. О безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. — URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102038671> (дата обращения: 16.10.2017).
3. Еликова А. «Разбросаны части машин, останки людей»: на Полевском тракте в ДТП погибли 8 человек [Электронный ресурс]. — URL: http://www.e1.ru/news/spool/news_id-476764.html (дата обращения: 01.10.2017).
4. Пилюшина Г. А., Звонников П. В. Влияние условий эксплуатации автомобильных шин на коэффициент сцепления [Электронный ресурс]. — URL: http://www.science-bsea.bgita.ru/2015/mashin_2015_21/pilushina_vl.htm (дата обращения: 10.10.2017).
5. Основные причины преждевременного разрушения пневматических шин [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.topof.ru/help> (дата обращения: 10.10.2017).
6. Все про систему контроля давления в шинах [Электронный ресурс]. — URL: <http://autotopik.ru/gadget/808-sistema-kontrolya-davleniya-v-shinah.html> (дата обращения: 10.10.2017).
7. Паршин К. А. Интеллектуальная система предупреждения дорожно-транспортных происшествий (ИСПДТП) на автомобильных дорогах интеллектуального значения / К. А. Паршин // Инновационный транспорт. — 2013. — № 4 (10). — С. 43–48. — ISSN 2311–164X.
8. Расходы на интернет вещей в РФ вырастут до 9 млрд [Электронный ресурс] // Вести экономика. — URL: <http://www.vestifinance.ru/articles/91471> (дата обращения: 14.10.2017).
9. Тренина А. Вещь в сети [Электронный ресурс] // Коммерсант. — URL: <http://www.kommersant.ru/doc/3036782> (дата обращения: 10.10.2017).
10. Тариф «Телематика» [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.corp.e-burg.mts.ru/telematika/tariffs/telematika/> (дата обращения: 12.10.2017).
11. Система автоматизации контроля давления в шинах [Электронный ресурс]. — URL: <http://tirekeeper.org/> (дата обращения: 12.10.2017).
12. Программа для Путина. В России появится федеральная сеть интернета вещей на отечественном оборудовании [Электронный ресурс] // Cnews. — URL: http://www.cnews.ru/news/top/2017-0905_programma_dlya_putinav_rossii_royavitsya_federalnaya_1 (дата обращения: 12.10.2017).
13. «СТРИЖ» — телематика на базе LPWAN для Интернета вещей, ЖКХ и промышленности [Электронный ресурс]. — URL: <https://strij.tech/internet-of-things/resheniya> (дата обращения: 12.10.2017).
14. Оборудование для мониторинга транспорта [Электронный ресурс]. — URL: <http://glonassgps.com/cat> (дата обращения: 12.10.2017).



Оксана Владимировна
Печура
Oksana V. Pechura

Исследование вариативности грузооборота автомобильного транспорта в границах Свердловской области

Research of variability of a cargo turnover of a road transport in borders of Sverdlovsk region

Аннотация

В статье обосновывается необходимость анализа колеблемости социально-экономических процессов; рассчитываются показатели вариации и равномерности грузооборота автомобильного транспорта в Свердловской области; определяется сезонность грузоперевозок и ее особенности в границах изучаемого региона.

Ключевые слова: вариация, равномерность, сезонные колебания, индексы сезонности, сезонная волна, динамика, грузооборот, регион.

Abstract

In the article, the necessity of the analysis of variability social and economic processes is proved; calculated the indicators of variation and uniformity of turnover of road transport in the Sverdlovsk region; determines the seasonality of cargo transportation and its features within the boundaries of the studied region.

Keywords: a variation, uniformity, seasonal fluctuations, seasonal prevalence indexes, a seasonal wave, dynamics, a cargo turnover, region.

DOI:10.20291/2311-164X-2017-4-69-71

Авторы Authors

Оксана Владимировна Печура, канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика транспорта» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: OPechura@usurt.ru

Oksana Vladimirovna Pechura, Cand. Eco. Sci., assistant professor of "Transport Economics" Department of the Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: OPechura@usurt.ru

Любому социально-экономическому явлению присущи постоянно повторяющиеся сезонные либо другие колебания, резонирование которых зависит от тех или иных периодов времени (как внутригодовых, так и более протяженных). Изучение вариации показателей имеет большое практическое значение, поскольку позволяет заранее ориентироваться в ожидаемых объемах экономических событий и соответственно планировать потребности производителей и потребителей как на уровне регионов, так и на других территориальных уровнях.

Колеблемость социально-экономических процессов в краткосрочной перспективе методологически базируется на выявлении равномерности и сезонности рядов динамики. Под равномерностью экономических явлений подразумевается поступление (перевозка) товаров равными партиями через равные промежутки времени. В основе анализа равномерности грузоперевозок лежат статистические методы исчисления абсолютных и относительных показателей вариации — дисперсии, среднего квадратического отклонения, коэффициентов вариации и равномерности, что позволяет количественно оценить степень изменчивости изучаемых явлений.

Статистические данные о величине грузооборота автотранспорта в Свердловской области представлены в табл. 1.

Для выявления степени колеблемости приведенных показателей использовался пакет анализа Microsoft Excel в среде Windows (функция «Описательная статистика»). Анализ подвергались внутригодовые колебания грузооборота региона в разрезе данных за каждый месяц. Исчисленные показатели сведены в табл. 2.

Значение коэффициента вариации, не превышающее 33 %, свидетельствует о достаточно малой степени вариативности грузооборота, что подтверждается и величиной коэффициента равномерности, близкой к 100 %. Но необходимо отметить, что колеблемость грузооборота автотранспорта в 2016 г. была несколько ниже (на 3,09 %), чем в 2015 г. Следовательно, грузооборот автотранспорта Свердловской области в 2016 г. в разрезе месячных сведений стал более равномерным по сравнению с данными 2015 г.

Другой стороной исследования вариативности грузооборота автомобильного транспорта является выявление сезонности перевозок. Наиболее простым способом расчета сезонных колебаний выступает построение сезонной волны изучаемых данных на базе определения индексов сезонности методом простых средних. Алгоритм данной методики заключается в следующих последовательных действиях (рис. 1).

Индексы сезонности, рассчитываемые отношением внутригодовых показателей к среднегодовому уровню, характеризуют в относительном выражении степень отклонения фактических значений показателей от их средней величины с учетом распределения данных во времени.

Таблица 1

Динамика грузооборота автомобильного транспорта Свердловской области в 2015–2016 гг., млн т-км [1]

Месяц	2015 г.	2016 г.
Январь	230,7	265,6
Февраль	184,6	197,8
Март	218,8	245,5
Апрель	268,4	273,2
Май	257,3	279,3
Июнь	278,5	274,3
Июль	296,4	282,8
Август	298,3	308,3
Сентябрь	311,7	287,7
Октябрь	279,2	242,5
Ноябрь	280,3	255,8
Декабрь	282,9	260,1

Таблица 2

Показатели вариации грузооборота автомобильного транспорта Свердловской области в 2015–2016 гг.

Показатель	2015 г.	2016 г.
Дисперсия	1254,7	733,89
Среднее квадратическое отклонение, млн т-км	35,42	27,09
Коэффициент вариации, %	13,34	10,25
Коэффициент равномерности, %	86,66	89,75

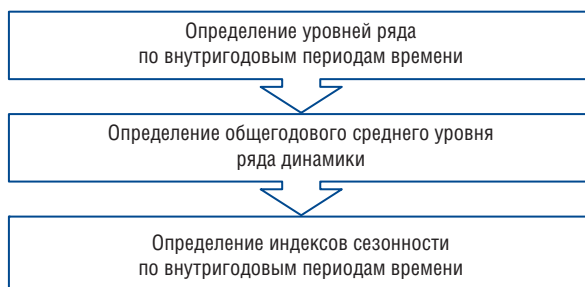


Рис. 1. Этапы исчисления индексов сезонности

Определенные по показателям грузооборота автомобильного транспорта индексы сезонности, графически представленные в виде сезонной волны, отражены на рис. 2–3.

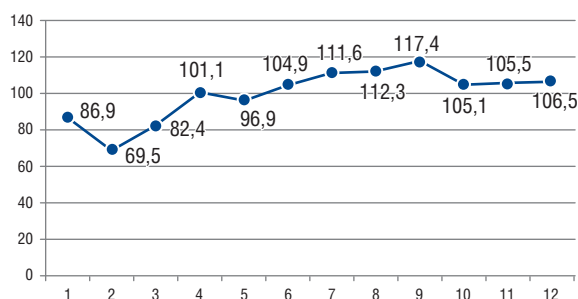


Рис. 2. Сезонная волна грузооборота автомобильного транспорта Свердловской области в 2015 г., %

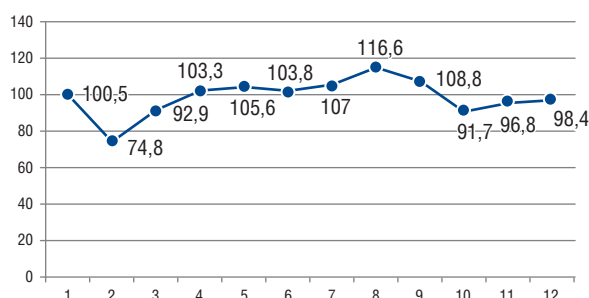


Рис. 3. Сезонная волна грузооборота автомобильного транспорта Свердловской области в 2016 г., %

Сравнивая графические данные, можно утверждать, что в целом региональные тренды сезонных волн уровня грузооборота совпадают. Минимальные значения присущи февралю — 69,5 % и 74,8 % соответственно, в третьем квартале наблюдается сопряженный рост грузооборота, а максимальные показатели характерны для августа 2016 г. (116,6 %) и сентября 2015 г. (117,4 %), но все же имеется ряд различий:

- 1) если в январе 2016 г. грузооборот автомобильного транспорта был выше среднегодового уровня на 0,5 %, то в январе 2015 г. — ниже на 13,1 %;
- 2) в мае 2016 г. уровень грузооборота отличается увеличением на 5,6 %, а в мае 2015 г. — падением на 3,1 %;
- 3) в IV квартале от октября к декабрю наблюдается рост грузооборота, но в 2015 г. с опережением среднегодового уровня на 5–6 %, а в 2016 г. — с отставанием от него на 1,6–8,3 %.

Таким образом, установленная в результате данного исследования вариативность грузооборота автомобильного транспорта Свердловской области характеризуется следующими особенностями:

1. Колеблемость уровней грузооборота по месяцам 2015–2016 гг. весьма низкая, не превышающая 10,3–13,3 %, но в 2016 г. она несколько ниже, чем в 2015 г.
2. Сезонные волны изучаемых показателей в 2015–2016 гг. держатся примерно в одном тренде, но на несколько различных высотах в части снижения и роста отдельных элементов — участков сезонности. **ИТ**

Список литературы

1. Социально-экономическое положение Свердловской области. 2016 : стат. сб. [Электронный ресурс] — URL: www.gks.ru/region/doc/1165/isswww.exe/St/2016_12/i120006r.htm (дата обращения 27.10.2017).

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/vypusknikam/assotsiatsiya-vypusknikov-urgups>

Извещение	<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 Платательщик: _____ Адрес плательщика: _____ ИНН плательщика: _____ № л/сч. плательщика: _____ Сумма: _____ руб. ____ коп. Подпись: _____ Дата: «___» _____ 2018 г.</p>
Квитанция	<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 Платательщик: _____ Адрес плательщика: _____ ИНН плательщика: _____ № л/сч. плательщика: _____ Сумма: _____ руб. ____ коп. Подпись: _____ Дата: «___» _____ 2018 г.</p>

Подписка на 2018 год.

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» — 85022.

Периодичность — 4 номера в год.

ф. СП-1



АБОНЕМЕНТ

на ~~газету~~
журнал

85022

(индекс издания)

Инновационный транспорт

(наименование издания)

Количество
комплектов:

на 2018 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)

Стои- мость	подписки	_____ руб. ____ коп.	Количество комплектов:	
	переадресовки	_____ руб. ____ коп.		

на 2018 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 «Пресса России» — 85022.**



РАЗРАБОТКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ВНЕДРЕНИЕ И СОПРОВОЖДЕНИЕ КОМПЛЕКСА СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

- ЭЦ-МПК, ЭЦ-МПК-У — релейно-процессорная централизация
- МПЦ-МПК — микропроцессорная централизация
- ДЦ-МПК — диспетчерская централизация
- УЭП-МПК — устройства электропитания
- СТД-МПК — система технической диагностики
- АСУ АРЛМ — автоматизированная система учёта и анализа работы линий метрополитена
- КАС ДУ — комплексная автоматизированная система диспетчерского управления



Наш адрес: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, корпус Б, оф. В3-7
 Тел./факс: (343) 221-25-23
 E-mail: info@nilksa.ru. Веб-сайт: www.nilksa.ru



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ»

Основные направления работы

- Разработка проектов реконструкции и модернизации контактной сети железнодорожного транспорта.
- 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, оф. Б3-03.
 Тел./факс: (343) 221-25-27.

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

