

ISSN 2413-9203

# ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

рецензируемый научный журнал

**TRANSPORTATION  
SYSTEMS AND  
TECHNOLOGY**  
peer-review journal

[transst.ru](http://transst.ru)

**УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)

**«ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**

Электронный рецензируемый научный журнал  
Выходит ежеквартально – 4 раза в год  
Основан в 2013 году

**ИНДЕКСАЦИЯ**

РИНЦ (Российский индекс научного цитирования)  
Google Scholar  
WorldCat  
Ulrich's Periodical Directory

**КОНТАКТЫ**

**Адрес:** 190031, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, 115, ауд. 9/11-5  
**E-mail:** info@trassyst.ru  
**WEB:** www.trassyst.ru  
**Телефон:** +7 (812) 6198152; +7 (911) 2384445

Научный редактор Ю. Ф. Антонов, доктор технических наук, профессор  
Перевод на английский язык А. Ю. Гнатенко  
Выпускающий редактор Т. С. Антонова  
Редактор сайта А. В. Дитрих  
Литературный редактор Е. В. Васильева  
Верстка А. А. Стуканова

**СВИДЕТЕЛЬСТВО о регистрации средства массовой информации**

Эл№ФС77-53673 от 17.04.2013 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

**ОПИСАНИЕ ЖУРНАЛА**

Сетевой электронный журнал "Транспортные системы и технологии" публикует статьи фундаментального характера и прикладного направления, а также обзорные статьи, относящиеся ко всем видам транспортной технологии

**ПУБЛИКАЦИЯ В ЖУРНАЛЕ**

Журнал отбирает материал для публикации из числа присланных для рассмотрения рукописей. В ходе отбора проводится независимое двойное слепое рецензирование членами редакционной коллегии и внешними экспертами. Для публикации рукопись, а также все сопроводительные и дополнительные файлы следует направить в редакцию через личный кабинет на сайте журнала по URL: <http://trassyst.ru/>  
Рукопись и дополнительные материалы следует оформить в соответствии с правилами редакции, см. подробно по <https://trassyst.ru/trassyst/about/submissions>

**ПОДПИСКА**

Журнал распространяется через Интернет без ограничений и по адресно-целевой подписке через редакцию

**ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ  
И ТЕХНОЛОГИИ**

Том 5, № 3

2019

**ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ****ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

**Зайцев Анатолий Александрович**,  
Д.э.н., профессор, ПГУПС, Санкт-Петербург, Россия

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА, НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР**

**Антонов Юрий Федорович**, д.т.н., профессор ПГУПС,  
Санкт-Петербург, Россия

**МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Богданов Александр Владимирович**, д.физ.-мат.н., профессор Санкт-Петербургского Государственного университета, Санкт-Петербург, Россия;  
**Верескун Владимир Дмитриевич**, д.т.н., профессор, ректор Ростовского государственного университета путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия;  
**Ганиев Ривнер Фазылович**, академик РАН, д.т.н., профессор, Директор Института машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук, Москва, Россия;

**Глухих Василий Андреевич**, академик РАН, д.т.н., профессор, Научный руководитель НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, Санкт-Петербург, Россия;  
**Клюшпис Йоханнес**, доктор наук 2-й степени, полный профессор Деггендорфской высшей технической школы, Мюнхен, Германия;  
**Колесников Владимир Иванович**, академик РАН, д.т.н., профессор, президент Ростовского государственного университета путей сообщения, Ростов, Россия;

**Кручинина Ирина Юрьевна**, д.т.н., ВрИО директора Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН, Санкт-Петербург, Россия;  
**Линь Гобинь**, PhD, профессор, директор Национального транспортно-инженерного центра Маглев, доцент Университета Тунцзи, Шанхай, КНР;  
**Ли Вэйли**, PhD, профессор Пекинского транспортного университета, Пекин, КНР;

**Ма Чжисюнь**, PhD, старший научный сотрудник Национального транспортно-инженерного центра Маглев, доцент Университета Тунцзи, Шанхай, КНР;  
**Мулюков Радик Рафикович**, член-кор. РАН, д.физ.-мат.н., директор Института проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа, Россия;  
**Мыльников Сергей Владимирович**, к.биологич.н., доцент, ученый секретарь ООО «Эко-Вектор», Санкт-Петербург, Россия;

**Никитенко Владимир Александрович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Физика» Российского университета транспорта, Москва, Россия;  
**Никитин Виктор Валерьевич**, д.т.н., профессор Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия;

**Ни Фэй**, PhD, младший научный сотрудник, Национальный транспортно-инженерный центр Маглев, Университет Тунцзи, Шанхай, КНР  
**Подсорин Виктор Александрович**, д.э.н., профессор Российского университета транспорта, Москва, Россия;

**Повадол Сирирангси**, Др., Заместитель декана Факультета логистики и управления транспортом Паняпиватского института управления, Паккред, Таиланд;

**Соколова Яна Викторовна**, к.э.н., MBA, Заместитель руководителя Научно-образовательного центра инновационных пассажирских перевозок ПГУПС, Санкт-Петербург, Россия;

**Соломин Владимир Александрович**, д.т.н., профессор Ростовского государственного университета путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия;  
**Стэфан Ричард**, д.т.н., полный профессор Факультета электротехники, заведующий Лабораторией электрических машин Федерального университета Рио-де-Жанейро, Рио-де-Жанейро, Бразилия;

**Терешина Наталья Петровна**, д.э.н., профессор, Заведующая кафедрой «Экономика и управление на транспорте» Российского университета транспорта, Москва, Россия;

**Титова Тамилла Семёновна**, д.т.н., Первый проректор – Проректор по науке Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия;

**Хан Хьён-Сук**, PhD, начальник Департамента Маглев и линейных двигателей, старший научный сотрудник Корейского института машиностроения и материаловедения, Таджон, Республика Корея.

**FOUNDER AND PUBLISHER**

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
St. Petersburg, Russia

**"TRANSPORTATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY"**

Electronic peer-reviewed research journal  
Issued 4 times a year (quarterly)  
Established in 2013

**INDEXING**

eLibrary (Russian Science Citation Index)  
Google Scholar  
WorldCat  
Ulrich's Periodical Directory

**CONTACTS**

**Address:** 190031, St. Petersburg, 115 Moskovskiy Ave., room 9/11-5  
**E-mail:** info@trassyst.ru  
**Website:** www.trassyst.ru  
**Phone:** +7 (812) 6198152; +7 (911) 2384445

Science Editor Yu. F. Antonov, Doctor of Technical Science, Professor  
Translation into English A. Yu. Gnatenko  
The Executive Editor T. S. Antonova  
WEB- Editor A. V. Dietrichs  
Literary Editor E. V. Vasileva  
Layout Editor A. A. Stukanova

**AIMS & SCOPE**

Network electronic journal "Transportation Systems and Technology" publishes articles of a fundamental nature and application areas, as well as review articles pertaining to all types of transport technology

**JOURNAL CONTENT SELECTION**

The journal selects material based on the double-blind peer-review conducted by members of the editorial board and external experts.

To be published, the manuscript and all accompanying files should be sent to the editorial team through a personal account on the journal's website at: <http://trassyst.ru/>

The manuscript and additional materials should be prepared and arranged in accordance with the author guidelines (see in detail at: <https://trassyst.ru/trassyst/about/submissions>)

**SUBSCRIPTION**

The Journal is distributed via Internet for free and by subscription via Editorial office

# TRANSPORTATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY

Vol. 5, Issue 3

2019

## ELECTRONIC PEER-REVIEWED RESEARCH JOURNAL

**EDITOR-IN-CHIEF**

Anatoly Zaitsev, Dr. Economics, Professor, PSTU, St. Petersburg, Russia

**DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF, THE SCIENTIFIC EDITOR**

Yuri Antonov, Dr.Sc., Professor PSTU, St. Petersburg, Russia

**INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD**

- Aleksandr Bogdanov**, Dr. Physics and Mathematics, Professor, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia;
- Vladimir Vereskun**, Dr. Sc., Professor, Rector of Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia;
- Rivner Ganiev**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sc..., Professor, Director Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;
- Vasily Glukhikh**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sc..., Professor, Scientific Adviser at JSC «D.V. Efremov Institute of Electrophysical Apparatus», St. Petersburg, Russia;
- Johannes Kluehspies**, 2nd Dr.'s Degree, Full Professor at Deggendorf Institute of Technology, Munich, Germany;
- Vladimir Kolesnikov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sc..., Professor, the President Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia;
- Irina Kruchinina**, Dr.Sc., Acting Director of Institute of Silicate Chemistry of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;
- Guobin Lin**, PhD, National Maglev Transportation Engineering Technology R&D Center (NMTCC), Director, Professor, Tongji University, Shanghai, China;
- Weili Li**, Ph.D., Professor, Beijing Jiaotong University, Beijing, China;
- Zhixun Ma**, PhD, Associate Professor, National Maglev Transportation Engineering Technology R&D Center (NMTCC), Tongji University, Shanghai, China;
- Radik R. Mulyukov**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Dr. Physics and Mathematics, Director of Superplasticity Metals Institute for Metals Superplasticity Problems at RAS, Ufa, Russia;
- Sergey Mylnikov**, PhD, Associate professor, Scientific secretary LCC "Eco-Vector", St. Petersburg, Russia;
- Vladimir Nikitenko**, Dr. Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Physics Russian University of Transport, Moscow, Russia;
- Viktor Nikitin**, Dr.Sc., Professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, St. Petersburg, Russia;
- Fei Ni**, PhD, Assistant Researcher, National Maglev Transportation Engineering Technology R&D Center, Tongji University, Shanghai, China;
- Viktor Podsorin**, Doctor of Economics Science, Professor Russian Transport University, Moscow, Russia;
- Sirirangsi Poovadol**, Dr.Sc., MBA, Deputy Dean Faculty of Logistics and Transportation Management Panyapiwat Institute of Management, Pakkred, Thailand;
- Yana Sokolova**, PhD, MBA, Deputy Head Scientific-Educational Center for Innovative Passenger Transport Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, St. Petersburg, Russia;
- Vladimir Solomin**, Dr. Sc., Professor, Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia;
- Richard Magdalena Stephan**, Dr.Sc., Full Professor, Department of Electrical Engineering, Head of Electric Machines Laboratory, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil;
- Natalya Tereshina**, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Economics and Transport Management Russian University of Transport, Moscow, Russia;
- Tamila Titova**, Dr.Sc., Professor, First Vice-Rector, Vice-Rector for Research at Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, St. Petersburg, Russia;
- Han Hyung-Suk**, PhD, Head of the Department of Maglev and Linear Drives, Principle Researcher, Korea Institute of Machinery & Material (KIMM), Daejeon, the Republic of Korea.

СОДЕРЖАНИЕ		TABLE OF CONTENTS
ОБЗОРЫ		REVIEWS
<p>Рубрика 1. ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТЫ Транспортные и транспортно-логистические системы</p> <p><b>Зайцев А.А.</b> Социализация общественного транспорта в новом технологическом укладе</p>	4	<p>Rubric 1. TECHNOLOGIES AND PROJECTS Transport and Transport &amp; Logistics Systems</p> <p style="text-align: right;"><b>Zaitsev A.A.</b></p> <p>Socialization of Public Transport in the New Technological Paradigm</p>
<p>Рубрика 3. БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ</p> <p><b>Григорьев Н.Н.</b> Реактивная и личная тревога при принятии управленческих решений на транспорте</p>	18	<p>Rubric 3. SAFETY ON TRANSPORT</p> <p style="text-align: right;"><b>Grigorev N.N.</b></p> <p>Reactive and Personal Anxiety When Making Management Decisions on the Transport</p>
<p>Рубрика 4. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА</p> <p><b>Чеченова Л.М., Егоров Ю.В., Волыхина Н.В.</b> Перспективы развития скоростного железнодорожного транспорта</p>	26	<p>Rubric 4. TRANSPORT ECONOMICS</p> <p style="text-align: right;"><b>Chechenova L.M., Egorov Y.V., Volykhina N.V.</b></p> <p>Perspectives for the Development of High-Speed Transport</p>
ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ		ORIGINAL STUDIES
<p>Рубрика 1. ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТЫ Транспортные и транспортно-логистические системы</p> <p><b>Богачев В.А., Терентьев Ю.А., Коледов В.В., Богачев Т.В.</b> Новые Джунгарские Ворота для вакуумного магнитолевитационного транспортного коридора: историческая необходимость</p>	36	<p>Rubric 1. TECHNOLOGIES AND PROJECTS Transport and Transport &amp; Logistics Systems</p> <p style="text-align: right;"><b>Bogachev V.A., Terentyev Y.A., Koledov V.V., Bogachev T.V.</b></p> <p>New Dzungaria Gates for WMLT-corridor: historical necessity</p>
<p>Рубрика 4. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА</p> <p><b>Сацук Т. П.</b> Ключевые индикаторы оценки результативности инновационной стратегии развития железнодорожного транспорта</p>	45	<p>Rubric 4. TRANSPORT ECONOMICS</p> <p style="text-align: right;"><b>Satsuk T.P.</b></p> <p>Key Indicators of Assessment of Effectiveness of Railway Transport Innovative Development Strategy</p>
<p>Рубрика 4. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА</p> <p><b>Бондарь С.Г.</b> Анализ взаимосвязи уровня мобильности и транспортных расходов населения</p>	59	<p>Rubric 4. TRANSPORT ECONOMICS</p> <p style="text-align: right;"><b>Bondar S.G.</b></p> <p>Analysis of Interrelation Between Level of Mobility and Transport Expenses of Population</p>

УДК [UDC] 656.025; 316.422.44  
DOI 10.17816/transsyst2019534-17

© А.А. Зайцев

Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I  
(Санкт-Петербург, Россия)

## СОЦИАЛИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В НОВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УКЛАДЕ

Человеческая цивилизация вступает в шестой технологический уклад. Образующие его прорывные технологии формируют новые сектора экономики, предполагают изменение парадигмы образования, появление инновационных видов транспорта и связи.

Магнитолевитационная транспортная система, одно из ключевых преимуществ перед традиционным транспортом которой – полная автоматизация, является мощным инструментом инновационного развития магистральной инфраструктуры, а также оптимальным решением, позволяющим обеспечить социализацию общественного транспорта.

Согласно законам перехода к очередному технологическому укладу, транспорт ожидает техническая революция. Существующая модель развития транспорта поддерживается гигантскими вливаниями ресурсов. Но очевидно, что это отстающая модель, не устраивающая ни общество, ни бизнес.

Развитие проектов создания инновационного транспорта, основанного на магнитолевитационной технологии, будет способствовать разработке новых материалов, технологий и элементной базы.

Магнитолевитационная технология является многофункциональной, позволяет создавать транспортные системы различного назначения, отвечающие изменяющимся запросам потребителей. Перспективы ее использования не полностью раскрыты. Однако ключевые вопросы экономической эффективности, способности новой технологии удовлетворять потребности общества и экономики эффективнее существующих технологий доказаны и очевидны.

Поддержанный Президентом РФ проект создания пассажирской высокоскоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург является идеальным для его реализации на магнитолевитационной технологии.

Заключение: Инновационной технологией, способной обеспечить прорывное развитие российской транспортной инфраструктуры, является технология магнитной левитации. Ее применение в транспортной отрасли, играющей ведущую роль в развитии безопасности, связности страны, обеспечит лидерские позиции России сегодня и гарантирует стабильное развитие экономики в будущем.

**Ключевые слова:** социализация транспорта, магнитолевитационная транспортная технология, транспортные коридоры.

© A.A. Zaitsev

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
(St. Petersburg, Russia)

## SOCIALIZATION OF PUBLIC TRANSPORT IN THE NEW TECHNOLOGICAL PARADIGM

The humanity is entering the 6<sup>th</sup> technological paradigm. The technologies that shape it, form new sectors of the economy, will trigger change in educational programmes, and emergence of innovative modes of transport and connection.

Maglev transport system, where one of the key advantages over conventional transport is full automation, is a powerful instrument for innovative development of mainline infrastructure, and an optimal solution, that enables achieving digital the socialization of public transport.

In accordance with the laws of transition to the next technological paradigm, transport will face a technical revolution. The existing transport development model is maintained by gigantic infusion of resources. However, it is obvious that this is a backward model, being inadequate to both the society and business.

The development of projects of innovative transport based on maglev technology, will foster development of new materials, technologies and hardware.

The maglev technology is multifunctional, it allows engineering transport systems for various purposes, that correspond to consumers' changing demand. Its application spheres are not fully exposed yet. However, the key issues, such as economic efficiency, aptitude to meet the society's and economy's demand, are proved and obvious.

The Russian president supported project of construction of the Moscow-Saint Petersburg high-speed mainline is ideal for realisation on the basis of maglev technology.

The innovative technology that is able to provide disruptive development of Russia's transport infrastructure is the maglev technology. Its application in transport industry, that plays a decisive role in development of safety and the country's connectivity, will secure Russia's leading position today and guarantee stable economy development in the future.

**Keywords:** socialization of transport, magnetic transport technology, transport corridors.

## ВВЕДЕНИЕ

Основной тренд нашего времени – глобализация социальных, экономических, технологических процессов и явлений. Основным лозунгом большинства руководителей ведущих стран мира сегодня является заявление о том, что мир стоит на пороге глубоких перемен. Связанные с ними процессы протекают неравномерно, высока их волатильность и нестабильность, но общее направление трансформации мира на социализацию экономики сохраняется.

Транспорт, одна из важнейших отраслей народного хозяйства, играющей ключевую роль в развитии экономики, стоит на пороге смены мирового технологического уклада. Переход от технологии «колесо-рельс» к технологии, применяющей эффект магнитной левитации, от

классического вращающегося электрического привода к линейному тяговому двигателю, автоматизация (цифровизация) процесса перевозки людей и грузов – вот видимые стороны новых транспортных наземных технологий.

Россия, как страна с огромной протяженностью и малой плотностью заселения территорий, переживает острый период трансформации, суть которой заключается в перемещении людей в крупные города, достаточно удаленные друг от друга, в обезлюживании территорий Сибири, Дальнего Востока, Севера.

Для «сшивания» территории нашей страны, социально и экономически эффективной связи ее регионов необходим транспорт с новыми характеристиками, отличными от существующих транспортных систем – магнитолевитационный транспорт, технологические основы которого разработаны российскими учеными и инженерами с учетом мирового опыта.

Российская наука и промышленность в состоянии создавать экономически эффективные, социально востребованные транспортные магнитолевитационные системы.

Новая транспортная парадигма, основанная на внедрении магнитолевитационных транспортных систем, может включать в себя следующие составляющие:

- 1) общественный транспорт для мегаполисов;
- 2) сверхскоростной транспорт для междугороднего сообщения, обеспечивающий потребности в перемещении высокого пассажиропотока за время, аналогичное затрачиваемому для внутригородских поездок;
- 3) грузовые межконтинентальные транзитные коридоры по территории России для внутригосударственных и межгосударственных перевозок с высокой добавочной стоимостью.

Освоение магнитолевитационной технологии существенно сократит необходимость бюджетных расходов на строительство и эксплуатацию транспортных систем, приведет к реализации социальной функции транспорта.

## **ШЕСТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД И УСКОРЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

Сегодня Россия движется по пути трансформации экономической системы для выхода на новую, качественно более высокую ступень ее развития.

Ключевым ориентиром изменений во многих странах, включая Россию, является переход на цифровую экономику, при которой ставка делается на новые знания и технологии. Правительством Российской Федерации разработан ряд мер для осуществления цифровизации

отраслей, играющих ведущую роль в развитии и укреплении экономики страны.

Теоретическое обоснование происходящих процессов представлено в трудах отечественных и зарубежных ученых:

- «теория длинных волн» или «большие циклы конъюнктуры» советского экономиста Н. Д. Кондратьева;
- теория экономического развития австрийского экономиста Й. Шумпетера;
- смена технологических укладов и наступление нового, 6-го технологического уклада, описанные в трудах отечественных экономистов Д. С. Львова, С. Ю. Глазьева;
- 4-я промышленная революция К. Шваба;
- «Закон ускоряющейся отдачи» Р. Курцвейла.
- 



Н. Д. Кондратьев  
Русский экономист, автор теории экономических циклов, известных как «Циклы Кондратьева»



Й. Шумпетер  
Австрийский экономист, политолог, социолог и историк экономической мысли



Д. С. Львов  
Советский и российский экономист, академик РАН



С. Ю. Глазьев  
Российский экономист, политик, академик РАН



К. Шваб  
Немецкий экономист; президент Всемирного экономического форума в Давосе



Р. Курцвейл  
Американский изобретатель и футуролог

Рис. 1. Ученые об ускорении экономической трансформации

Труды этих выдающихся ученых (Рис. 1) выстраивают картину неизбежности ускорения цифровой трансформации экономической системы и жизни общества. Сегодня формируется воспроизводственная система нового, шестого технологического уклада, становление и рост

которого будет определять глобальное экономическое развитие в ближайшее время. Гуманитарным преимуществом и достоинством предстоящих изменений является существенное увеличение продолжительности жизни человека.

Структура нового технологического уклада (рис. 2) представлена академиком С. Ю. Глазьевым [1].



Рис. 2. Структура нового (VI) технологического уклада (по материалам Глазьева С.Ю.)

Несущими отраслями являются электронная, ядерная и электротехническая промышленности, информационно-коммуникационный сектор, авто-, приборостроение и другие. Имеются все предпосылки для появления новых видов транспорта.

Учитывая перспективы и возможности технологического развития для укрепления и роста экономики страны, Президент Российской Федерации В.В. Путин поставил задачу цифровизации экономики за счет опережающего развития науки и динамичной реализации ее достижений.

Теория и практика смены одного технологического уклада другим подтверждает два параллельно идущих процесса:

- 1) борьба старого уклада за выживание (яркий пример – мощное

вливание ресурсов в существующую инфраструктуру, сопровождаемое победными реакциями в ведомственных СМИ, что обеспечивает лишь поддержание показателей эффективности на существующем уровне, который не устраивает ни представителей бизнеса, ни руководство страны);

2) непринятие инновационных прорывных технологий (общественно-экономический словарь определяет это явление луддизмом, а людей, его олицетворяющих, – луддитами).

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Переход существующей железнодорожной системы на цифровую технологию обеспечен, в том числе, трудами ученых и специалистов Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I:

– созданы и апробированы системы автоматического регулирования межпоездного интервала, ориентированные на решение задач, формулируемых заказчиком;

– созданы и апробированы системы «ПКО-П», «ПАУК» и «ПКО-Т», позволяющие в автоматизированном режиме управлять жизненным циклом верхнего строения пути, подвижного состава (вагонов и локомотивов);

– создана и в течение трех лет локально эксплуатируется система электронного управления перемещением грузов – интеллектуальное запорно-пломбировочное устройство с электронной компонентой «Сириус»;

– ведутся исследования и разработки в направлении создания магнитолевитационных транспортных технологий для мегаполисов.

Возникает вполне резонный вопрос: что препятствует массовому внедрению инновационных, не имеющих мировых аналогов разработок на железных дорогах России?

Ответ можно проиллюстрировать словами российского врача и психолога, философа и создателя «Академии смысла» А. В. Курпатова: «Наша главная слабость – в глупости, лени и самодовольстве» [2].

## СОЦИАЛИЗАЦИЯ – ОСНОВНОЙ ТРЕНД В ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТА

Развитие техники, технологии на уровне нового технологического уклада предопределяет существенное повышение продолжительности жизни, высокий уровень ее комфортности, избавление от хронических, тяжелых болезней. Транспорт здесь играет существенную роль. Международным союзом железных дорог пересмотрены требования к

транспортным системам. На первое место выносятся задача обеспечения экологической безопасности, недопустимости технологических катастроф на транспорте.

Магнитолевитационные транспортные системы полностью соответствуют требованиям к экологически чистому, безопасному общественному транспорту. Исследования, проведенные специалистами Научно-образовательного инженерного кластера «Российский Маглев», доказали его способность решить ряд социальных проблем, связанных с транспортом, за счет следующих характеристик.

1. Преимущества магнитолевитационного городского транспорта перед существующими видами (трамвай, троллейбус, автобус):

- минимальное воздействие на окружающую среду (сохранение природного ландшафта, незначительная полоса отчуждения, отсутствие вибрации, выбросов металлической и резиновой пыли, низкий уровень шума);

- безопасность перевозок для пассажиров; транспортная безопасность за счет строительства эстакадной линии, не пересекающейся с другими видами транспорта;

- низкий уровень эксплуатационных расходов, энергопотребления, стоимости жизненного цикла;

- существенное повышение скорости перевозки;

- высокие темпы строительства; эффективное использование земель;

- отсутствие барьерного эффекта, присущего железным и автомобильным дорогам.

Названные характеристики позволяют создавать городские транспортные системы, обеспечивающие шаговую доступность для граждан города, т. к. могут «входить» в жилые и общественные здания. На принципе магнитной левитации могут быть созданы лифты непрерывного движения (без пересадок) для перемещения людей в многоквартирных домах и общественных зданиях как в вертикальных, так и в горизонтальных плоскостях.

2. Возможности магнитолевитационного сверхскоростного транспорта, позволяющие обеспечить соединение центров крупных городов (например, Санкт-Петербурга и Москвы) за период времени, аналогичный для городских поездок.

Время, в среднем затрачиваемое сегодня на поездку в общественном транспорте Санкт-Петербурга, оценивается в 72 минуты. Это время, достаточное для движения сверхскоростного пассажирского поезда из центра Санкт-Петербурга до центра Москвы.

Москва и Санкт-Петербург – два крупнейших деловых и исторических центра России с высокой плотностью населения, территории между ними постепенно превращаются в единую конурбацию согласно тренду нашего времени, определяемого наступлением нового шестого

технологического уклада. Социальная составляющая, ее значимость для настоящего и будущего населения страны в этот период неизбежно подвержена поиску оценок и развитию определяющих суждений в работах философов, социологов, футурологов и других специалистов.

3. Универсальность магнитолевитационного транспорта, способного адаптироваться к климатическим и ландшафтным условиям местности. Научное сообщество обосновано выражает обеспокоенность процессом обезлюживания огромных пространств Сибири и Дальнего Востока, вплоть до возникновения серьезных опасений потери этих территорий.

На протяжении многих лет справедливо подвергается критике неспособность соответствующих властных структур поставить на службу населению России богатства Сибирского и Дальневосточного районов.

Решение проблемы упирается в ограниченность существующих технологий в возможностях обеспечить транспортную доступность данных регионов, которая выражается в способности отвечать современным потребностям общества во времени перемещения людей и грузов по приемлемым ценам (тарифам).

4. Эффективность и надежность магнитолевитационного транспорта. Значимая социальная функция транспорта обеспечивать качественное сообщение в мировых масштабах обретает особую актуальность в период интенсификации процесса создания транспортных коридоров по Евразийскому континенту в обход России. Понимания значимость для российской экономики прохождения транспортных потоков по территории России, Президент России в майском указе 2018 года поручил Правительству РФ создать транспортные транзитные коридоры Запад – Восток, Север – Юг.

Решение такой глобальной задачи возможно только при условии внедрения магнитолевитационного транспорта в единую транспортную систему страны.

В вопросах социализации экономики транспорт играет значимую роль, обеспечивая следующие возможности гражданам страны:

а) пользоваться природными или искусственно созданными условиями для удовлетворения социальных потребностей (прежде всего, лечения, образования в любом уголке страны, независимо от места проживания);

б) сменить место жительства, работы, посещать исторические, культурные центры, памятники архитектуры и природы;

в) обеспечивать потребности в материальных благах за счет обмена товарами.

Результатом перечисленных возможностей неизбежно станет консолидация общества в вопросах достижения национальных целей развития страны, укрепление здоровья нации, увеличение продолжительности жизни граждан.

## ПРОЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Отечественными учеными и инженерами проделан путь от идеи исследования эффекта левитации и линейного двигателя, математического и физического моделирования до обоснования спектра реальных проектов (Рис. 3).

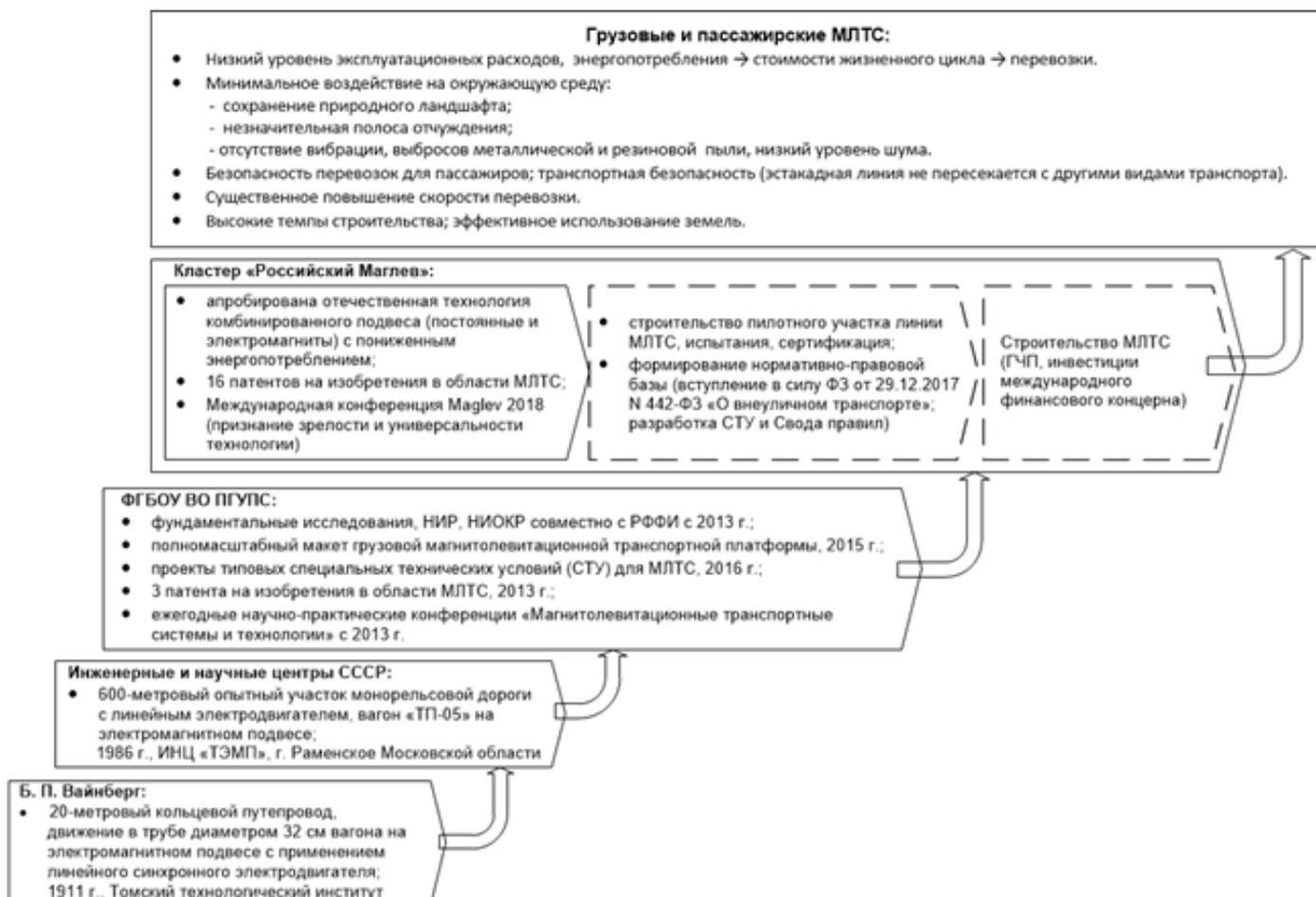


Рис. 3. Исследования, разработки и создание магнитолевитационных транспортных систем в России

Реализация проектов создания магнитолевитационных систем позволит Российской Федерации совершить мощный рывок в модернизации экономики, инфраструктуры, войти в шестой технологический уклад и, как главная цель, достичь существенного повышения качества жизни людей.

В качестве вариантов развития транспортной инфраструктуры страны за счет внедрения магнитолевитационной технологии специалистами кластера «Российский Маглев» прорабатываются проекты пассажирских и грузовых линий.

## Городская магнитолевитационная пассажирская линия «Станция метро «Обухово» - район «Балтийская Жемчужина» в Санкт-Петербурге

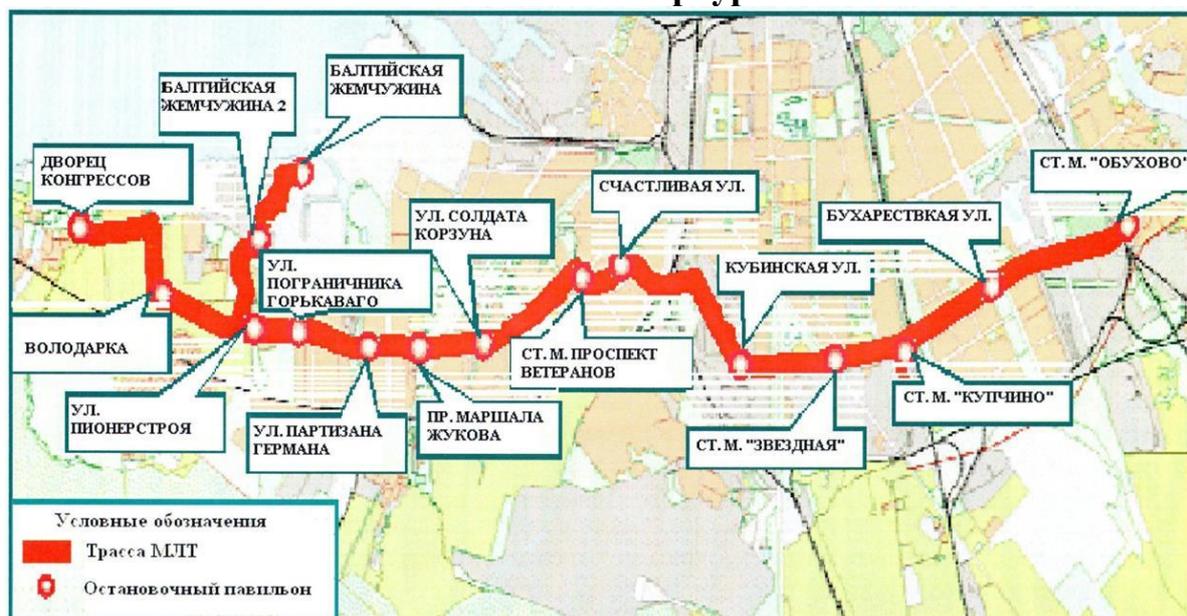


Рис. 4. Схема линии магнитолевитационного транспорта  
(проект развития пассажирской транспортной системы Санкт-Петербурга)

Строительство линии магнитолевитационного транспорта, обеспечивающей транспортную связь нового жилого района «Балтийская Жемчужина» с существующей транспортной инфраструктурой в районе станции метро «Обухово» (Рис. 4), обеспечивает экономические эффекты за счет:

- 1) соединения периферийных станций метро, что избавляет граждан от перемещения между ними через центр города, позволяя экономить время на совершение поездки;
- 2) разгрузки автодорог при отказе от пользования личным автотранспортом в условиях высокой плотности движения в часы «пик» с низкой скоростью в пользу комфортного скоростного общественного транспорта, не оказывающего отрицательного влияния на экологическую среду;
- 3) обеспечения транспортной доступности районов интенсивной жилищной застройки;
- 4) повышения уровня комфорта и скорости поездки.

### Высокоскоростная пассажирская магистраль Санкт-Петербург – Москва

В 1992 году в инициативном порядке был выполнен серьезный объем работ, предваряющих создание высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург – Москва на классической технологии «колесо-рельс»:

подготовлена концепция, разработан проект магистрали с продлением ее до берегов Черного моря. Был спроектирован, построен и испытан высокоскоростной поезд «Сокол» с характеристиками, позволяющими полностью использовать потенциал технологии «колесо-рельс».

Данный социальный проект остался не реализованным, в частности, по причине субъективных подходов к его оценке.

В настоящее время Президент РФ Путин В.В. поддержал новую инициативу, возвращающую к идее создания отдельной высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург – Москва (Рис. 5) [3].



Рис. 5. Схема высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург – Москва

В результате проведенных исследований кластера «РосМаглев» и экспертной оценки международных специалистов в области маглев-систем была определена необходимость создания данной магистрали с применением новой для России магнитолевитационной транспортной технологии. Обоснованием служит возможность создания пилотного участка магнитолевитационной линии, развитие которой позволит создать систему сверхскоростных магистралей, охватывающих территорию страны. Соединение центров двух столиц инновационным транспортом позволит существенно сократить затраты времени на поездку, обеспечит экономическую выгоду при эксплуатации за счет за счет низкой стоимости обслуживания магнитолевитационной линии.

### Межконтинентальные магнитолевитационные коридоры Запад – Восток, Север – Юг

Магнитолевитационная транспортная технология за счет преимуществ перед другими видами транспорта способна удовлетворить потребности России в перевозках грузов по территории России, предоставить возможности для транзитных перевозок между странами Запада и Востока (Рис. 6).



Рис. 6. Евразийские транспортные коридоры

Проведенная сравнительная оценка железнодорожного и магнитолевитационного транспорта в разрезе создания транзитного транспортного коридора «Запад – Восток» (табл. 1) подтверждает эффективность инновационной системы, выраженную в показателях стоимости, скорости, экологичности и безопасности перевозок.

Таблица 1. Сравнительная оценка железнодорожного и магнитолевитационного транспорта в разрезе создания ТТК «Запад – Восток» [4]

Показатели	Транспорт	
	железнодорожный	магнитолевитационный
Инфраструктура	Существует, реализуется проект развития Транссиба	Создается за счет средств инвестора (\$ 100 млрд. за 11,3 тыс. км)
Стоимость 1 года жизн. цикла (50 лет) без учета эксплуатации	999 901,8 млн. руб.	131 622,4 млн. руб.
Коммерческая скорость	43,75 км/ч, планируется увеличение до 62,5 км/ч	500-600 км/ч
Срок прохождения груза	10 сут., планируется снижение до 7 сут.	19 часов
Стоимость перевозки 1 контейнера	От 180 тыс. руб.	150 тыс. руб.
Операционные затраты	590,44 коп. за 10 т.-км.	448,73 коп. за 10 т.-км.
Энергоэффективность	0,61 кВт*час за 1 вагоно-км.	0,53 кВт*час за 1 вагоно-км.

Показатели	Транспорт	
	железнодорожный	магнитолевитационный
Экологичность	Относительно низкий объем выбросов при электр. тяге, средний уровень шума	Отсутствие выбросов, низкий уровень шума
Безопасность	Возможен сход состава с пути, аварии на переездах, механическая деформация узлов и элементов подвижного состава и верхнего строения пути	Высокая за счет невозможности схода подвижного состава с пути, отсутствия пересечения с др. видами транспорта

Создание ТТК позволит существенно повысить конкурентоспособность транспортной системы Российской Федерации за счет внедрения инновационных транспортных и транспортно-логистических технологий, реализовать экспортный и транзитный потенциал страны; обеспечить комплексную безопасность и устойчивость транспортной системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Магнитолевитационная транспортная технология достигла своей зрелости, что подтверждается достигнутыми характеристиками, имеющими неоспоримые преимущества перед другими транспортными технологиями, и возможностью получения значимого социального эффекта.

В условиях наступающей смены технологических укладов Россия имеет все возможности укрепить позиции на мировой экономическом рынке, решить ключевые транспортные проблемы за счет внедрения магнитолевитационной транспортной технологии. Результатами инновационного развития транспортной системы станут:

- создание в крупных городах транспортных систем, обеспечивающих «шаговую доступность» общественного транспорта, избавление городов от проблемы транспортных «пробок»;
- создание общенациональной системы сверхскоростного наземного пассажирского транспорта, соединяющего города-миллионники и центры массового посещения людей;
- обеспечение прохождения по территории России наиболее значимых межконтинентальных грузовых транзитных коридоров, получение потока экспортной валютной выручки.

Автор заявляет, что настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

## Библиографический список / References

1. Глазьев С.Ю. Великая цифровая революция: вызовы и перспективы для экономики XXI века. [Glaz'yev SYu. Velikaya tsifrovaya revolyutsiya: vyzovy i perspektivy dlya ekonomiki XXI veka. (In Russ.)]. Доступно по: <https://glazev.ru/articles/6-jekonomika/54923-velikaja-tsifrovaja-revoljutsija-vyzovy-i-perspektivy-dlja-jekonomiki-i-veka>. Ссылка активна на: 09.07.2019.
2. Курпатов А.В. Четвертая мировая война. Будущее уже рядом. [Kurpatov AV. Chetvertaya mirovaya voyna. Budushcheye uzhe ryadom (In Russ.)]. Доступно по: <https://online-knigi.com/page/635474>. Ссылка активна на: 09.07.2019.
3. Путин возродил проект строительства высокоскоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург. [Putin vozrodil proyekt stroitel'stva vysokoskorostnoy magistrali Moskva – Sankt-Peterburg (In Russ.)]. Доступно по: <https://megapolisonline.ru/putin-vozrodil-proekt-stroitelstva-vysokoskorostnoj-magistrali-moskva-sankt-peterburg/>. Ссылка активна на: 09.07.2019.
4. Зайцев А.А., Соколова Я.В. О масштабных проектах развития инфраструктуры / Международная научно-практическая конференция «Транспорт России: проблемы и перспективы»; Ноябрь 13–14, 2018; Санкт-Петербург. [Zaytsev AA., Sokolova YaV. About Scale Projects of Infrastructure Development. (Conference proceedigs) Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya “Transport Rossii: problemy i perspektivy”; 2018 Nov 13-14; Sankt-Petersburg. (In Russ.)]. Доступно по: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38556076>. Ссылка активна на: 09.09.2019.

### Сведения об авторе:

Зайцев Анатолий Александрович, доктор экономических наук, профессор;  
eLibrary SPIN: 9477-4316; ORCID: 0000-0002-1342-8036; Scopus ID: 57199509604;  
E-mail: nozpgups@gmail.com

### Information about the author:

Anatoly A. Zaitcev, Doctor of Economics (DSc), Professor;  
eLibrary SPIN: 9477-4316; ORCID: 0000-0002-1342-8036; Scopus ID: 57199509604;  
E-mail: nozpgups@gmail.com

### Цитировать:

Зайцев А.А. Социализация общественного транспорта в новом технологическом укладе // Транспортные системы и технологии. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 4–17. doi: 10.17816/transsyst2019534-17

### To cite this article:

Zaitsev A.A. Socialization of Public Transport in the New Technological Paradigm. *Transportation Systems and Technology*. 2019;5(3):4-17. doi: 10.17816/transsyst2019534-17

### **Rubric 3. SAFETY ON TRANSPORT**

UDC [УДК] 551.577.53:574.23:347.796  
DOI 10.17816/transsyst20195318-25

© **N. N. Grigorev**

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping  
(St. Petersburg, Russia)

#### **REACTIVE AND PERSONAL ANXIETY WHEN MAKING MANAGEMENT DECISIONS ON THE TRANSPORT**

Problems of accidents on maritime fleet for reasons of anxiety has not been studied before. The article presents data on the level of reactive and personal anxiety of navigators, which are characterized by mental state of high tension, due to the specific situation. Charlis D. Spielberger method of testing among captains showed that normal (average) level of reactive anxiety is 62.7 %, and personal anxiety – 52.6 %. Control the anxiety may lead to reduction of accidents on transport.

**Keywords:** safety of navigation, accidents, reactive anxiety, trait anxiety

© **Н. Н. Григорьев**

Государственный университет морского и речного флота  
имени адмирала С. О. Макарова  
(Санкт-Петербург, Россия)

#### **РЕАКТИВНАЯ И ЛИЧНАЯ ТРЕВОГА ПРИ ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ТРАНСПОРТЕ**

Проблемы аварий на морском флоте по причинам тревожности ранее не изучались. В статье представлены данные об уровне реактивной и личностной тревожности навигаторов, которые характеризуются психическим состоянием высокого напряжения, обусловленным конкретной ситуацией. Метод тестирования Чарлиса Д. Спилбергера среди капитанов показал, что нормальный (средний) уровень реактивной тревоги составляет 62,7 %, а личной тревоги – 52,6 %. Контроль тревожности может привести к снижению аварийности на транспорте.

**Ключевые слова:** безопасность судоходства, аварии, реактивная тревога, черта тревоги

## INTRODUCTION

Problems of reducing transport accidents, continues to be relevant. Efforts aimed at the reduction of accidents are of a multidimensional nature.

Experts rightly extend solutions problem of reducing accidents in the design and commissioning of automated control systems. The current level of state of automation in transportation is at a high level. But any automation requires control of the person, in the event of extraordinary situations.

At now are urgent need to know the strengths and weaknesses of man in general and, as a consequence, projecting to them the physiological parameters of the specific person who makes the decisions, which is especially important for an operator which is in standby mode. Such uncertainty leads introduce to accidents.

First, you need to conduct research on problems of human factor that lead to the adoption of inadequate solutions.

Of course, human factor issues need be addressed comprehensively. Only analysis of synthetic data can yield objective results. But, for beginning, it is necessary to isolate the problem and thoroughly exploring it.

The human factor is a function of many variables, among which are such as anxiety.

## REACTIVE AND PERSONAL ANXIETY

Accidents caused by human factor is the result of an ill-considered risks that arise as a consequence of the lack of psychophysiological professional selection, inappropriate medical examinations and maintenance, low vocational training, conditions of work and leisure.

Ivan Pavlov focused on the fact that only the balance of the organism with the external environment can ensure the optimal functioning of the person, and, most importantly, is typical for the state of full health [1].

For the working at maritime fleet, process of readaptation is, in fact, a permanent condition. This are caused by the need to constantly adapt to the dynamic conditions of a ship that impact on psychophysiologic state of a person. This and change of climate, and jet lag, and change of crew members during voyage, especially officers, socio-psychological conditions of life on the ship, not passing stress, which is a cause of excessive working hours on the vessel in conditions of high information overload related to management decisions, etc [2].

As a result of a complex of unfavorable factors, permanent readaptation process leads to imbalance of “balance of the organism with the external environment”.

Shipping community, understanding and recognizing the role impact of the human factor on the level of accidents, however, do not pay due attention to the issue of psycho-physiological selection of cadets and further monitoring in the process of work at maritime fleet [3].

Meanwhile, many years of experience in psycho-physiological selection in industry and US Army allows us to state reduction of accidents caused fault by personnel by 40–70 %, reduction of deductions from educational institutions from 30–40 % to 5–8 %. The decrease in expenses for preparation of specialists of 30–40 %. At the same time, the increase in the reliability of control systems was 10–25 % [4].

The issue of reducing accidents rate at maritime flit and transport in general, continues to be relevant. Measures aimed at reducing accidents rate should have a multi-vector character.

Some experts see a cardinal solution in the design and commissioning of automatic vessels, where crews is not provided at all. “German scientists are implementing a project that will allow to control ships in the oceans from an office, which are somewhere in Germany, America or China. Fraunhofer Centre of Maritime logistics projects Maritime Unmanned Navigation. The aim of the project is create systems operate large – capacity vessels autonomously without crews” [5].

Of course, the prospect is tempting, especially since the achieved level of the current state of navigation automation is at a high level. But the question arises - how it will look at the first stage of the implementation of total automation? It is natural to believe that all vessels cannot be simultaneously replaced by automated vessels. Moreover, appearance of automated vessels is a far-off prospect, and, with regards to automated fishing fleet and Navy ships - it is already from the realm of fantasy. Today, a person with a person may not solve the problem of uncertainty and so for tandem “man-machine” in a situation of uncertainty and will be to coordinate their actions more difficult.

In this regard, to highlight have automated vessels will require a change in the COLREGs. After all, the ships with the crew on board will not just have to disperse from automated ships, and, literally, from him to jump a side. All this will add nervousness in situation of uncertainty.

If have analyzed modern documentation on safety of navigation, it will take a lot of time and effort. As result, a new document will be born even more difficult to understanding. For example, the STCW Convention has appeared and has been amended several times.

In modern conditions of increasing intensity of navigation, sizes of ships and the nature of goods transported, the need to know the strengths and weaknesses of a person has increased significantly. Today it is important to design actions for management decision-making not by a person in general, and the concrete person making management decisions taking into account its

psychophysiological indicators at the moment. This is particularly relevant in situations of uncertainty. After all, in the end, it is uncertainty that leads to accidents [3].

Of course, human factor needs to be addressed comprehensively. It is obvious that only analysis of synthesized data is able to give a result, but for this purpose it is necessary to isolate specific problems and to study it thoroughly.

The psychological aspects of human factor influence on accidents at maritime flight have not been studied, but the results of the analysis of aviation accidents related to “human factor” for the period 1990–1994 showed that in 31 % of cases, aviation accidents are directly related to the lack of psycho-emotional stability of crews [6].

Human factor is a function of a set of variables, among which there is such as anxiety [8].

There are two psycho-emotional states simultaneously which are caused by personal and reactive anxiety.

Personal anxiety represents a stable tendency to perceive the world warily, value added tensely, anxiously, suspiciously. Both low and high levels of personal anxiety contribute to inadequate responses to situations. Very high personal anxiety is positively correlated with the presence of neurotic conflict with emotional and neurotic breakdowns and with psychosomatic diseases.

Reactive anxiety is characterized by the mental state of increased tension caused by a specific situation in which the subject is involved. For example, in a situation of passing a difficult exam. A high level of reactive anxiety contributes to the deterioration of the parameters of memory, attention, intelligence.

Reactive anxiety is formed on the basis of personal anxiety. Reactive anxiety, complementing personal anxiety, forms the basis on which a person makes a decision.

However, it would be wrong to perceive anxiety as a negative quality. Certainly, an average level of anxiety, – natural and binding feature of active personality.

Conducted tests to determine psycho-physiological parameters among 199 applicants in the laboratory of Professional psychological training at the Maritime College of St. Petersburg in 2006, showed that personal anxiety is higher than normal in 31 % of the applicants, and reactive anxiety above normal in 40 %.

In 2016-2017 testing was conducted among navigators, listeners of the courses of improvement of qualification in Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping. For testing was used scale anxiety (State-Trait Anxiety Inventory Charles D. Spielberger) [7].

Anxiety level are divided into low, medium, high and very high. 77 cadets of 3–4 courses of the navigation faculty took part in testing in age from 18–22 years (Fig. 1).

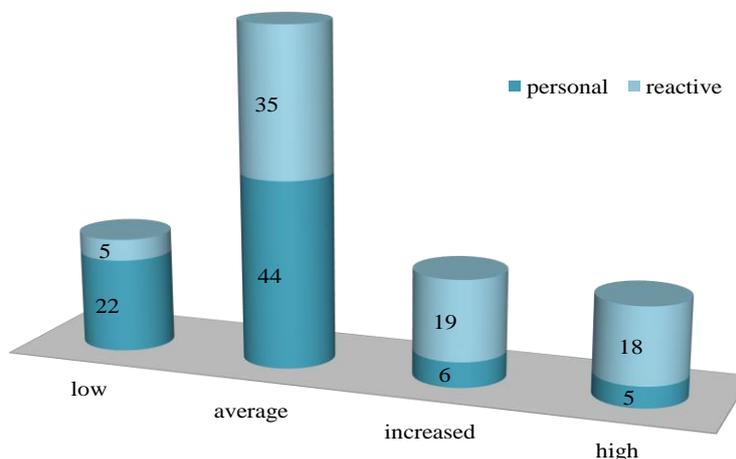


Fig. 1. Levels of Reactive and Personal Anxiety Among Students 3-4 Courses

From the analysis of the chart may be seen, the average level (norm) of personal anxiety is inherent – 57.1 %, and the reactive level of anxiety – 45.5 %.

Increased and high level of personal anxiety is inherent in the participants in the testing of 14.3 %, and increased and high level of reactive anxiety – 48.0 %.

Low level of personal anxiety is inherent in 28.6 %, and low level of reactive anxiety – 6.5 % of cadets participating in testing.

The diagram of the results of the test navigators is placed below. The age of the participants is from 23 to 67 years. They are captains, chief mate of the captain, 2-nd mate of the captain and watch officers. The number of participants in the testing in this category is 187 people (Fig. 2).

From the analysis of the diagram it is seen, average level (norm) of personal anxiety is inherent – 63.6 %, and reactive level of anxiety – 58.3 %.

Increased and high level of personal anxiety is inherent in the participating in the testing of 36.4 %, and increased and high level of reactive anxiety – 9.1 %.

Increased and high level of personal anxiety and, especially, reactive anxiety can lead to a state of panic or even fear.

Low level of personal anxiety is inherent in 27.3 %, and low level of reactive anxiety – 5.3 % of skippers participating in testing.

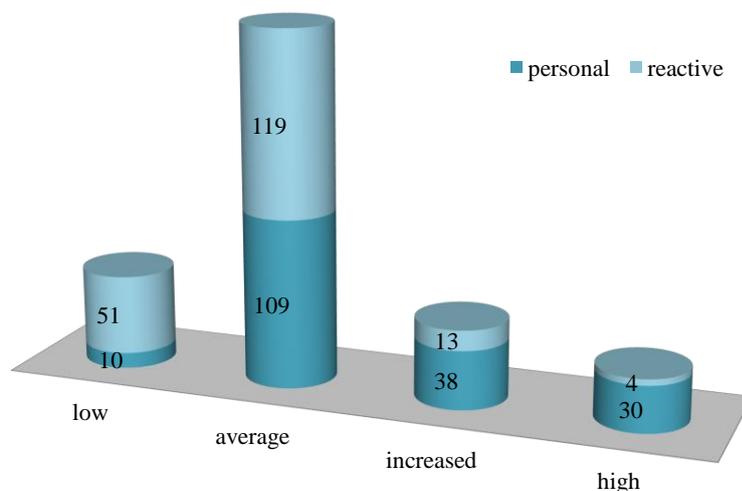


Fig. 2. Levels of Reactive and Personal Anxiety Among Navigators

According to the Yerkes-Dodson law, the most effective behavior is characteristic of the optimal (average) level of anxiety.

Increased and high level of personal, and, especially, reactive anxiety can lead to a state of panic or even fear.

Thus, such an important indicator as anxiety is out of control, and, therefore, we cannot talk about a high level of safety of navigation.

According to the insurance company P&I Club UK through the fault of watch officers occurs – 25 % of accidents caused by pilots – 7 %, and fault of watch mechanics – 2 %.

Such a significant difference is due to high dynamics of changes in situations that the shift assistant must handle the number of feedbacks on the bridge is very different from the number of feedbacks in the engine room.

In connection with the above, the document on the definition of risk by International Maritime Organization and its formula  $R=FS$  (Risk – a Combination of frequency and severity of the consequences of the incident) are clearly ineffective [8].

Nobel prize winner Hermann Hesse wrote: “If we had a science that had the courage and the sense of responsibility to deal with man, and not just the mechanisms of life processes”. Understanding the importance of the consequences of accidents in the Navy for the environment “do not engage in man” – is criminal.

## CONCLUSION

To seek out workarounds in matters of Maritime safety, such as the introduction of new amendments and new documents, not providing accounting psychophysiological indicators, is inappropriate. We should recognize the obvious facts; among which, for example, the reduction of ships' crews – the action is unjustified, especially the reduction of posts, ensuring the safety of navigation directly. The composition of the navigation watch and the duties of the skippers should be reviewed to minimize risks. Then you do not need to “invent” formulas in which a person like this is not at all.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References

1. Павловские среды. – Т. 2. – М., 1952. [Pavlovskie sredy. Vol. 2. Moscow; 1952. (In Russ.)].
2. Guidelines on Fatigue. – International Maritime Organization. London – 2002. – 114 p.
3. Григорьев Н. Человеческий фактор – матрица аварийности // Морской флот. – 2016. – № 2 (1524). – С. 22–25. [Grigorev N. Human factor – matrix of accidents. *Maritime Fleet*. 2016;2(1524):22-25. (In Russ.)].
4. Универсальный психодиагностический комплекс // Новый оборонный заказ. Стратегии. – 2011. – № 2(14), – С. 83. [Universal'nyj psihodiagnosticheskiy kompleks. *Novyj oboronnyj zakaz. Strategii*. 2011;2(14):83. (In Russ.)].
5. Перспектива будущего – суда без экипажей. Доступно по: <http://jura.diena.lt/ru/novosti/raznoje/-505440>. Ссылка активна на: 19.10.2019. [Perspektiva budushchego – suda bez ekipazhej. [Internet]. [cited 2019 Nov 19]. Available from: <http://jura.diena.lt/ru/novosti/raznoje/-505440>. (In Russ.)].
6. Ключев А.В., Качалкин А.Н., Диденко Э.Б., и др. Психологические аспекты проблемы человеческого фактора в авиационной аварийности. Анализ и стратегия профилактики. – М.: Текст, 1996. – 85 с. Доступно по: <https://ru.book.cc/book/3193774/28609c>. Ссылка активна на: 19.10.2019. [Klyuev AV, Kachalkin AN, Didenko EB. *Psichologicheskie aspekty problemy chelovecheskogo faktora v aviacionnoj avarijnosti. Analiz i strategiya profilaktiki*. Moscow: Tekst; 1996. 85 p. [Internet]. [cited 2019 Nov 19]. Available from: <https://ru.book.cc/book/3193774/28609c>. (In Russ.)].
7. Двинин А.П., Романченко И.А. Психодиагностика: образование и кадровый менеджмент. Учебно-диагностическое пособие. – СПб.: Люмьер, 2015. – 148 с. [Dvinin AP, Romanchenko IA. *Psihodiagnostika: obrazovanie i kadrovyj menedzhment. Uchebno-diagnosticheskoe posobie*. St. Petersburg: Lumiere; 2015. 148 p. (In Russ.)].
8. MSC-MEPC.2/Circ.12 Revised Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in the IMO Rule-Making Process. [Internet]. [cited 2018 July 1]. Available from: [https://edocs.imo.org/FinalDocuments/English/MS-C-MEPC.2-Circ.12-Rev.1\(E\).docx](https://edocs.imo.org/FinalDocuments/English/MS-C-MEPC.2-Circ.12-Rev.1(E).docx).

### Information about the author:

Nikolay N. Grigorev, Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor;  
eLibrary SPIN: 1318-0247;  
E-mail: n.grigoriev-1948@mail.ru

**Сведения об авторе:**

Григорьев Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

eLibrary SPIN: 1318-0247;

E-mail: n.grigoriev-1948@mail.ru

**To cite this article:**

Grigorev NN. Reactive and Personal Anxiety When Making Management Decisions on the Transport. *Transportation Systems and Technology*. 2019;5(3):18-25. doi: 10.17816/transsyst20195318-25

**Цитировать:**

Григорьев Н.Н. Реактивная и личная тревога при принятии управленческих решений на транспорте // Транспортные системы и технологии. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 18–25. doi: 10.17816/transsyst20195318-25

## Рубрика 4. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

УДК [UDC] 338.47

DOI 10.17816/transsyst transsyst20195326-35

© Л. М. Чеченова, Ю. В. Егоров, Н. В. Волыхина

Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I

(Санкт-Петербург, Россия)

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Глобальные социально-экономические тенденции требуют кардинального ускорения транспортных сообщений. Создание новых высокоскоростных транспортных систем – актуальная задача, успешность решения которой во многом определяет улучшение качества жизни и торгово-экономическое развитие государств, регионов, городов.

Главной стратегической целью развития транспортной системы является удовлетворение потребностей общества с учетом ценности времени и с использованием инновационных факторов, ориентированных на эффективное развитие конкурентной среды, предложение качественных транспортных услуг на базе развитой инфраструктуры, высокий уровень применения инновационных техники и технологий. Российские железные дороги как транспортная система нуждаются в качественной реструктуризации в связи с тем, что ее качественные характеристики, в особенности, инфраструктура, не способны достаточно эффективно решать существующие задачи глобальной экономики.

Целью данной статьи является изучение перспективных направлений развития сферы железнодорожного транспорта в условиях цифровизации экономики.

**Ключевые слова:** скоростные перевозки, магнитная левитация, железнодородный транспорт, интернет вещей.

© L. M. Chechenova, Y. V. Egorov, N. V. Volykhina

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

(St. Petersburg, Russia)

### PERSPECTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED TRANSPORT

Global socio-economic trends require a dramatic acceleration of transport links. The creation of new high-speed transport systems is an urgent task, the success of the solution of which largely determines the improvement of the quality of life and the trade and economic development of states, regions, cities.

The main strategic goal of the development of the transport system is to meet the needs of society, taking into account the value of time and using innovative factors focused on

the effective development of a competitive environment, offering quality transport services based on developed infrastructure, and a high level of application of innovative techniques and technologies. The Russian railways as a transport system need a good restructuring due to the fact that its qualitative characteristics, especially infrastructure, are not able to efficiently solve the existing problems of the global economy.

*The aim* of this article is to study perspective trends for the development of the railway sector in the context of digitalization of the economy.

*Keywords:* high-speed transportation, magnetic levitation, railway transport, Internet of things.

## ВВЕДЕНИЕ

Из-за интенсивного использования инфраструктуры транспортный сектор является важным компонентом экономики и инструментом ее развития. Особенно это проявляется в мировой экономике, где экономические возможности связаны с мобильностью людей и грузов, информационными и коммуникационными технологиями.

Когда транспортные системы эффективны, они предоставляют экономические и социальные возможности и выгоды, которые приводят к положительным мультипликативным эффектам, таким как лучший доступ к рынкам, занятость и дополнительные инвестиции.

На сегодняшний день транспортная система России включает в себя все основные виды транспорта, которые являются или имеют стремление быть лидерами в области формирования развитой транспортной инфраструктуры, организации мультимодальных грузо- и пассажиротранспортных коридоров, бесперебойного функционирования передовых систем автоматизации и коммуникации на базе использования цифровых технологий, создания единой информационной среды взаимодействия различных видов транспорта.

Изменяющаяся экономическая ситуация в России и рост деловой и транспортной активности среди населения страны в последние годы послужили стимулом для разработки Программы развития скоростного и очень скоростного транспорта в рамках Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, принятая правительством России в июне 2008 года.

При формировании приоритетных направлений развития железнодорожной транспортной системы предусмотрено:

- повышение транспортной мобильности населения;
- увеличение провозной способности магистралей за счет роста объемов транзитных контейнерных перевозок и сокращения времени перевозок;
- развитие и углубление межрегиональных связей за счет

модернизации инфраструктуры, расширения сети скоростных и высокоскоростных перевозок, развития мультимодальных перевозок [1].

К основным целям развития транспортных систем можно отнести повышение уровня жизни населения, повышение стоимости человеческого капитала, а также развитие и углубление межрегиональных связей. Все указанные факторы ведут к тому, что растет численность населения, развиваются социально - экономические и рыночные отношения

## ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И КОНКУРЕНТОСПОБОНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Анализ мировых тенденций развития транспорта показывает, что ни одна страна не способна контролировать риски собственной экономики, не имея сильных транспортных позиций. Усилия большинства стран направлены на повышение конкурентоспособности национального транспорта и отказ от системы квот, а также от тарифных и других ограничений. Рынок транспортных услуг стал усложняться, все сегменты транспортного процесса и логистики стали интегрироваться [2].

Макро- и мегаэкономические требования к транспортной системе характеризуют факторы, которые оказывают решающее влияние на эволюцию транспорта [3] (Рис. 1).



Рис. 1. Факторы, влияющие на эволюцию транспорта

1. Очевидно, что первый фактор влияет на рост численности населения – она возрастает, продолжается урбанизация, и, с повышением стоимости человеческого капитала, возрастает рост ценности времени, что повышает спрос и требования к развитию высокоскоростных пассажирских перевозок.

2. Изменение ресурсоемкости и энергоемкости перевозок позволяют сделать вывод, что в ближайшее десятилетие будет существенно снижаться потребление углеводородного сырья, а, следовательно, и уровень перевозок железнодорожным транспортом угля, нефти, мазута и прочих видов.

В целях компенсации бизнес-потерь и удовлетворения растущего спроса на качественные транспортные услуги будет повышаться требовательность к организации скоростных и высокоскоростных перевозок товаров с высокой добавленной стоимостью на железнодорожном транспорте.

Для того чтобы сохранить конкурентоспособность, необходимо повышать требования к уменьшению себестоимости перевозки массовых грузов, а, следовательно, и снижению тарифов на их перевозку.

3. Увеличение демографической и производственной нагрузки на природную среду потребовало принятия мировым сообществом новых ориентиров по снижению потребления углеводородного сырья или декарбонизации экономики [4], что формирует стратегические риски для железнодорожного транспорта, как основного перевозчика углеводородов.

В связи с инновационным развитием экономики на железнодорожном транспорте возникают существенные несоответствия.

**Первое:** существуют требования рынка к повышению скорости и загрузки, с другой стороны они влияют на уровень энергоэффективности и «сдвигают» транспорт в сторону более высоких энергозатрат и генерации шума.

В результате – более качественный сервис и более высокий комфорт снижают вместимость и производительность вагонов, поездов. Для баланса данного несоответствия требуются конструктивно-технологические решения.

**Второе:** Новая техника является дорогостоящей – ее использование приводит к росту себестоимости перевозок. **Основным экономическим критерием преодоления данного несоответствия является стоимость жизненного цикла транспортной системы и технических решений.**

На рисунке (Рис. 2) представлены инструменты, которые требуются для приведения железнодорожного транспорта в соответствие с трендами, существующими в мировой системе [5]. Несмотря на то, что часть этих трендов представляет собой технологическое совершенствование, многие лежат в области научных исследований и научной поддержки этих

технологических решений, что бесспорно требует усиления научно-исследовательских работ и проектирования.

Экологичность и энергоэффективность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Освоение неуглеродных источников энергии</li> <li>• Внедрение энергоэффективных технологий</li> </ul>
Удешевление	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышение производительности труда</li> <li>• Развитие тяжеловесного движения</li> <li>• Совершенствование логистики</li> </ul>
Малообслуживаемые и безлюдные технологии	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышение производительности труда</li> <li>• Введение интеллектуальных систем управления</li> </ul>
Безопасность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышение надежности конструкций</li> <li>• Внедрение интеллектуальных систем диагностики, автоматизации</li> <li>• Создание систем защиты от кибератак</li> </ul>
Гибкость обслуживания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышение клиентоориентированности</li> <li>• Внедрение гибких тарифов</li> <li>• Обеспечение доставки "от двери до двери"</li> </ul>
Мультимодальность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Развитие контейнерных технологий, логистических терминалов</li> <li>• Внедрение мультимодальных бесшовных технологий и информационной среды</li> </ul>
Ускорение перевозок	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Снижение сопротивления</li> <li>• Переход от системы "колесо-рельс" к магнитной левитации</li> </ul>

Рис. 2. Факторы, влияющие на конкурентоспособность железнодорожного транспорта

Таким образом, необходимо формировать качественную и технологичную транспортную инфраструктуру, чтобы обеспечить устойчивый конкурентоспособный железнодорожный транспорт, который может обеспечить наиболее гибкую мобильность товаров и пассажиров с наибольшими выгодами. Необходимо обеспечить качественную инфраструктуру с приоритетом на экологические виды транспорта, в частности, железнодорожный транспорт [6].

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Несмотря на то, что технологии в сфере железнодорожных перевозок успешно внедряются и распространяются, отрасль находится на пороге новой эры инноваций. Усовершенствованные алгоритмы и программное обеспечение для анализа данных позволят железным дорогам использовать огромные объемы данных, собираемых по всей стране, для повышения безопасности, надежности и обслуживания клиентов. Технологии автоматизации следующего поколения будут продолжать снижать влияние человеческих ошибок и человеческих ограничений на железнодорожные операции, повышая безопасность и эффективность.

В ряде работ [7–12] авторами выделяются перспективные направления развития скоростных и высокоскоростных железнодорожных перевозок. В условиях развития цифровой экономики особое значение приобретают направления развития, основанные на современных информационных технологиях. На Рис. 3 представлены основные актуальные тенденции в сфере железнодорожного транспорта:

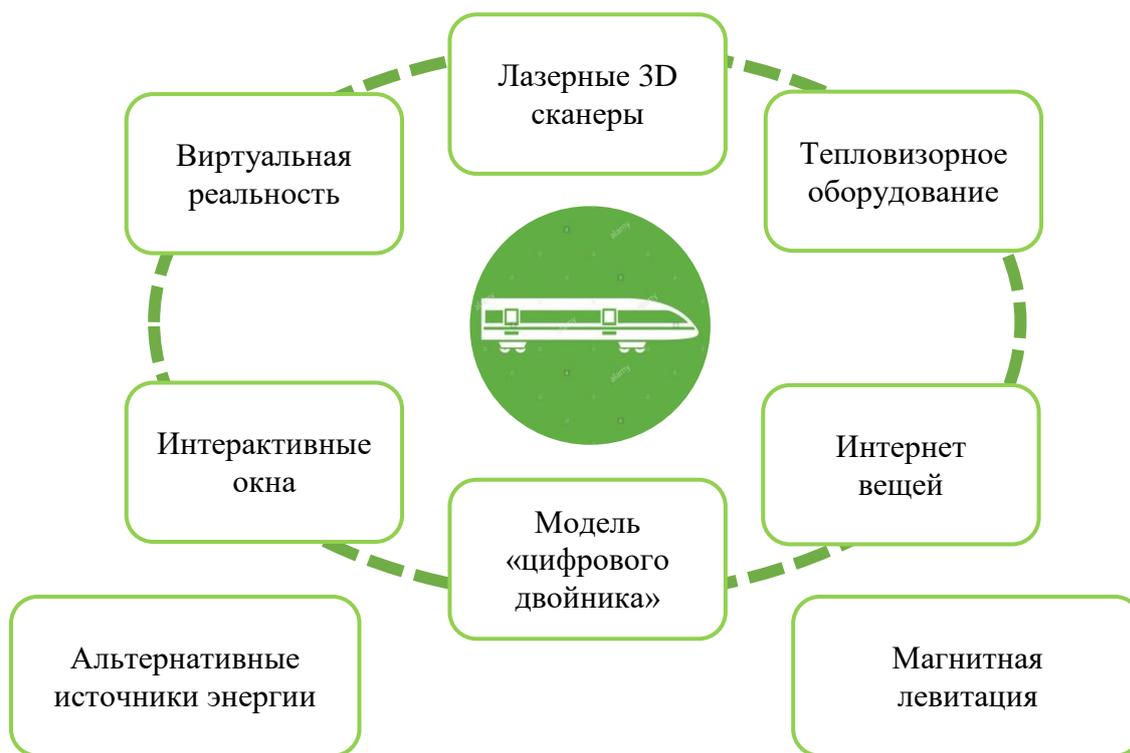


Рис. 3. Тенденции развития железнодорожного транспорта

Концепция виртуальной реальности на железной дороге заключается в том, чтобы дать возможность работникам офисов давать советы без

необходимости выезжать на площадку, что может помочь сэкономить время и деньги компании и сократить задержки для пассажиров. В настоящее время уже существуют технологии, которые могут голографически проецировать цифровые активы в реальный мир. Компанией Microsoft разработано второе поколение очков виртуальной реальности HoloLens [9], с помощью которых возможен просмотр голограмм в 3D с повышенной детализацией, управление объектами на них, а также голосовое управление.

Технология лазерных 3D сканеров позволяет собирать миллионы измеряемых точек данных, от измерений до пространственных связей объектов, в течение нескольких секунд. Это значительно сокращает время, которое было бы потрачено в противном случае, исключает вероятность сбора неточных данных и, в частности, помогает в сложных проектах [10].

Съемочные вертолеты оснащены высокотехнологичным тепловым и визуальным оборудованием, которое позволяет командам по техническому обслуживанию быстро покрывать большие площади и выявлять наименьшие неисправности в активах или окружающей среде.

Подобное оборудование может помочь значительно сократить время и деньги, потраченные на проверку железнодорожного оборудования на наличие неисправностей, и позволить командам быстро реагировать на проблемы до того, как они возникнут.

В 2016 году было объявлено, что немецкий железнодорожный поставщик Deutsche Bahn и американская исследовательская компания Hyperloop Transportation Technologies должны были создать «поезд инноваций» [11]. Достигая скорости до 760 миль в час, наиболее заметной особенностью этого поезда являются интерактивные окна с сенсорным экраном, которые позволят пассажирам получать доступ к информации, такой как пункт назначения и важные события, время и дата, температура, скорость поезда и многое другое.

Технология и эксплуатация железнодорожных активов сложны, но внедрение информационных технологий (ИТ) на железных дорогах и его использование с платформами операционных технологий (ОТ) позволяет использовать «цифровых двойников» для управления, мониторинга и обслуживания активов. Цифровой близнец соединяет сложные активы и их системы ОТ с ИТ-средой, собирая данные для мониторинга производительности, износа и сбоев, соответствия местоположению и безопасности, а также систем удаленного мониторинга для планирования и использования активов [12].

Интернет вещей относится ко всем системам, программному обеспечению и устройствам, которые связаны друг с другом и имеют возможность передавать данные через Интернет. Это явление заставило многие отрасли, в том числе железнодорожный сектор, работать более

плавно и эффективно. Так, в настоящее время в ОАО «РЖД» активно применяется данная технология в части управления объектами инфраструктуры и подвижного состава: осуществляется контроль дислокации и состояния подвижного состава; контроль перевозимых грузов; контроль инфраструктуры; контроль и учет потребления тепла, воды и электроснабжения; контроль производственных операций [13,14].

Внедрение магнитно-левитационных технологий предполагает качественно новый системный уровень развития ЖД-транспортной системы с учетом совершенствования высокоскоростной коммуникационно-сетевой структуры движения. Инновационное развитие технологий ЖДТ имеет существенное значение для реализации основных правительственных программ в части координации интересов и совместных действий на уровне государства, регионов или муниципальных органов власти в рамках реализации Транспортной стратегии [15].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, рассмотренные направления развития железнодорожного транспорта позволяют делать оптимистичные прогнозы относительно будущего этой сферы. Увеличение скорости и безопасности движения является объективным требованием для развития человечества и компонентом научно-технического прогресса. Скорость всегда была показателем развития транспортных, автомобильных и железнодорожных сетей и подвижного состава, а также в значительной степени уровня инженерного, технического и экономического развития общества. Поэтому превращение России в страну с высокоскоростной железнодорожной системой является одной из важнейших задач РЖД.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References

1. Владимиров С.А. Мировая транспортная система: основные направления развития // Госсоветник. 2016. №1 (13). С. 15–21. [Vladimirov S.A. World transport system: main areas of development. *Gossovetnik* 2016;1(13):15-21 (In Russ)]. Доступно по: <https://gossovetnik.files.wordpress.com/2013/05/16-01.pdf> Ссылка активна на: 20.06.2019.
2. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г.: утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.11.2008 г. No 1734-р. [Transportnaya strategiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 g.: utv. Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 22.11.2008 g. No 1734-r (In Russ)]. [Интернет]. Доступно по: <https://www.mintrans.ru/documents/3/1009>. Ссылка активна на: 20.07.2019.

3. Лapidус Б.М., Мачерет Д.А. Методология оценки и обеспечения эффективности инновационных транспортных систем // Экономика железных дорог. – 2016. – № 7. – С. 16–25. [Lapidus BM, Macheret DA. Metodologiya ocenki i obespecheniya ehffektivnosti innovacionnyh transportnyh system. *Ehkonomika zheleznih dorog*. 2016;7:16-25. (In Russ.)]. Доступно по: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26482329>. Ссылка активна на: 21.07.2019.
4. How industry can move toward a low-carbon future [Internet]. McKinsey & Company [cited 2019 July 19]. Available from: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-industry-can-move-toward-a-low-carbon-future>
5. Лapidус Б.М. Стратегические тренды развития железнодорожного транспорта // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2015. – № 6. – С. 2–9. [Lapidus B.M. Strategicheskie trendy razvitiia zheleznodorozhnogo transporta. *Biulleten Obedinennogo uchenogo soveta ОАО «RZHD»*; 2015.6:2-9. (In Russ.)]. Доступно по: [https://www.vniizht.ru/fileadmin/site/files/bulletin/Bulleten\\_OUS\\_2018\\_5-6.pdf](https://www.vniizht.ru/fileadmin/site/files/bulletin/Bulleten_OUS_2018_5-6.pdf). Ссылка активна на: 20.07.2019.
6. Dedík, M., Gašparík, J., Záhumenská, Z., Lupták V., Hřebíček Z. Proposal of the Measures to Increase the Competitiveness of Rail Freight Transport in the EU. *Naše more*. 2018;65(4):202-207. doi: 10.17818/NM/2018/4SI.7
7. How Technology Drives the Future of Rail. [Internet]. Association of American Railroads; [cited 2019 July 19]. Available from: <https://www.aar.org/article/the-future-of-rail/>.
8. Bradley C. 6 Important Rail Industry Innovation Ideas for 2019. [Internet]. [cited 2019 July 19]. Available from: <https://www.wifispark.com/blog/6-important-rail-industry-innovation-ideas-for-2019>.
9. HoloLens 2. Mixed reality is ready for business. [Internet]. Microsoft Corporation; [cited 2019 July 19]. Available from: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens/>.
10. Ye J, Stewart E, Roberts C. Use of a 3D model to improve the performance of laser-based railway track inspection. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*. 2019;233(3):337-355. doi: 10.1177/0954409718795714
11. Upton L. Deutsche Bahn and Hyperloop TT to build “Innovation Train” by 2018. [Internet]. Smart Train World; [cited 2019 July 19]. Available from: <https://www.smartrailworld.com/deutsche-bahn-and-hyperloop-tt-to-build-innovation-train-by-2018>.
12. Galar D. The creation of railway digital twins through the convergence of IT and OT. [Internet]. Global Railway Review; [cited 2019 July 19]. Available from: <https://www.globalrailwayreview.com/article/72072/digital-twins-it-ot/>.
13. Куприяновский В.П., Сукольников Г.В., Синягов С.А. и др. Интернет цифровой железной дороги // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – № 12. – С. 53–68. [Kupriyanovsky VP, Sukonnikov GV, Sinyagov SA, et al. On Internet of Digital Railway. *International Journal of Open Information Technologies*. 2016;4(12):53-68. (In Russ.)]. Доступно по: <https://cyberleninka.ru/article/v/internet-tsifrovoy-zheleznoy-dorogi>. Ссылка активна на: 01.08.2019.
14. Сукольников Г.В. Применение технологии «Интернет вещей» в ОАО «РЖД». [Sukonnikov GV. Primenenie tekhnologii “Internet veshchei” v ОАО “RZHD” (In Russ.)]. [Интернет]. Доступно по: <http://www.rzd-expo.ru/innovation-novosti/1.pdf>. Дата обращения: 19.07.2019.

15. Лapidус Б.М. Магнитная левитация – фундаментальная основа для сверхскоростных вакуумно-левитационных транспортных технологий// Транспортные системы и технологии. – 2018. – Т. 4. – № 3. – С. 26–35. [Lapidus BM. Magnetic Levitation as the Fundamental Basis for Superfast Vacuum Levitation Transport Technologies. *Transportation Systems and Technology*. 2018;4(3):26-35. (In Russ.)]. doi: 10.17816/transsyst20184326-35

**Сведения об авторах:**

**Чеченова Лиана Мухамедовна, к.э.н;**

eLibrary SPIN: 7593-2214

E-mail: liana1981-149@mail.ru

**Волыхина Наталья Владимировна**

eLibrary SPIN: 4027-4771

E-mail: natalyabatalova@yandex.ru

**Егоров Юрий Владимирович, к.э.н.;**

eLibrary SPIN: 4902-5477

E-mail: orion56@mail.ru

**Information about the authors:**

**Chechenova Liana, Ph.D. (economics);**

eLibrary SPIN: 7593-2214

E-mail: liana1981-149@mail.ru

**Volykhina Natalia**

eLibrary SPIN: 4027-4771

E-mail: natalyabatalova@yandex.ru

**Egorov Yuriy, Ph.D. (economics);**

eLibrary SPIN: 4902-5477

E-mail: orion56@mail.ru

**Цитировать:**

Чеченова Л.М., Егоров Ю.В., Волыхина Н.В. Перспективы развития скоростного железнодорожного транспорта // Транспортные системы и технологии. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 26–35. doi: 10.17816/transsyst20195126-35

**To cite this article:**

Chechenova LM, Egorov YV, Volykhina NV. Perspectives for the Development of High-Speed Transport. *Transportation Systems and Technology*. 2019;5(3):26-35. doi: 10.17816/transsyst20195326-35

## Рубрика 1: ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТЫ

УДК [UDC] 629.438.4

DOI 10.17816/transsyst20195336-44

© В. А. Богачев<sup>1</sup>, Ю. А. Терентьев<sup>2</sup>, В. В. Коледов<sup>3</sup>, Т. В. Богачев<sup>4</sup><sup>1</sup>Ростовский государственный университет путей сообщения<sup>4</sup>Ростовский государственный экономический университет

(Ростов-на-Дону, Россия)

<sup>2</sup>Независимый эксперт<sup>3</sup>Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН

(Москва, Россия)

**НОВЫЕ ДЖУНГАРСКИЕ ВОРОТА  
ДЛЯ ВАКУУМНОГО МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО  
ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА:  
ИСТОРИЧЕСКАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ**

**Обоснование:** Продолжаются исследования комплекса вопросов, которые возникают в связи с прокладкой трансконтинентального высокоскоростного наземного транспортного коридора, функционирующего на базе вакуумных магнитолевитационных технологий и связывающего восточные районы Китая с Россией. В рамках задачи вариационного исчисления рассматриваются геополитическая, экономическая, социальная, логистическая, географическая, геоморфологическая и топографическая составляющие проекта, в котором предполагается, что магистраль пройдет через северо-западную часть исторической области Джунгария.

**Цель:** Найти оптимальный вариант расположения важнейшего участка магистрали, проходящего через Центральную Азию.

**Методы:** Вариационные методы решения поставленной оптимизационной задачи с использованием системы компьютерной математики.

**Результаты:** После создания достаточно информативной и разносторонней картины рассматриваемого региона строятся основы соответствующих математических моделей.

**Выводы:** Новые Джунгарские Ворота являются ключевым моментом при выборе местоположения высокоскоростного наземного маршрута, функционирующего на основе ВМЛТ.

**Ключевые слова:** Высокоскоростные наземные транспортные коридоры, технологии магнитной левитации, критерии оптимальности, задача вариационного исчисления, пакеты программного обеспечения.

---

Настоящая работа выполнена в рамках государственного задания при частичной поддержке РФФИ, грант № 17-20-04236

## Rubric 1 . TECHNOLOGIES AND PROJECTS

© V. A. Bogachev<sup>1</sup>, Y. A. Terentyev<sup>2</sup>, V. V. Koledov<sup>3</sup>, T. V. Bogachev<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Rostov State Transport University

<sup>4</sup> Rostov State University of Economics

(Rostov-on-Don, Russia)

<sup>2</sup> Independent expert

<sup>3</sup> Institute of Radioengineering and Electronics of RAS

(Moscow, Russia)

### NEW DZUNGARIA GATES FOR WMLT-CORRIDOR: HISTORICAL NECESSITY

**Background:** Research is ongoing relating to the analysis of a set of issues that arise in connection with the creation of the operating on the basis of vacuum magnetic technologies a transcontinental high-speed land transport corridor, connecting the eastern regions of China with Russia. As part of the variation calculus task, the geopolitical, economic, social, logistic, geographic, geomorphological, seismological, topographic components of the project are considered, in which it is assumed that the high speed overland route will pass through the north-western part of the historical region of Dzungaria.

**Aim:** Find the most optimal from the point of view of the above components the location of the most important section of high speed overland route passing through Central Asia.

**Methods:** Variational methods for solving an optimization problem with the use of a computer math system.

**Results:** After creating a fairly informative and versatile picture of the region in question, the foundations of the corresponding mathematical models are built.

**Conclusion:** The New Dzungarian Gates is a key element in choosing the location of a high-speed overland route based on VMLT.

**Keywords:** High-speed land transport corridors, magnetic-levitation technologies, optimization criterion, the problem of the calculus of variations, software packages

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе продолжают начатые в статье [1] исследования, которые относятся к анализу комплекса вопросов, возникающих в связи с изучением возможных маршрутов трансконтинентального высокоскоростного наземного транспортного коридора, функционирующего на базе вакуумных магнитолевитационных технологий и связывающего восточные районы Китая с центром Европейской части России и далее с Западной Европой. Отметим, что обсуждению различных аспектов применения технологии магнитной левитации на транспорте, в том числе в вакуумных трубах, посвящена обширная литература [2–16].

Для интенсивно развивающихся мировых рыночных отношений их дальнейший полноценный прогресс невозможен без имеющей принципиальный инновационный характер материальной транспортной основы, которую представляют собой высокоскоростные трансконтинентальные магистрали. Поэтому актуальность указанного выше мегапроекта трудно переоценить. С общей экономической точки зрения он явится одним из реальных механизмов, которые позволят оттянуть значительную часть мировых финансовых средств из спекулятивного оборота путем вложения их в высокотехнологичное долгосрочно функционирующее имеющее глобальный характер сооружение на поверхности Земли. Как в стадии строительства, так и при эксплуатации рассматриваемый проект окажется мультимодальным и интернациональным. При этом будут созданы десятки миллионов рабочих мест самого разного профиля и квалификации, а «пронизываемые» транспортным коридором страны Евразийского материка получат мощный импульс для всесторонней консолидации.

Считаем уместным провести следующую историческую параллель. Напомним об инновациях Колумба, пытавшегося в соответствии с уровнем развития транспортных средств своего времени (то есть посредством парусного морского флота) соединить прорывным в транспортно-логистическом отношении путем Западную Европу с Восточной и Южной Азией. Отметим при этом, что «контрапункты» человеческой цивилизации остались прежними. Результатом, а точнее, артефактом указанных попыток явилось открытие Нового Света. При этом основным возражением, выдвигавшимся оппонентами к проектам генуэзца, который искал финансовой поддержки у западноевропейских монархов, было сомнение в их «экономической целесообразности».

Все функционирующие в настоящее время, а также предлагаемые к рассмотрению проекты евразийских транспортных коридоров являются в технико-технологическом отношении экстенсивными. Без использования научных достижений сегодняшнего дня они не дают полноценного решения рассматриваемой трансконтинентальной логистической проблемы. Поскольку скорость есть атрибут самой концепции движения, то (заметим, по прошествии уже полувека со времени высадки первых людей на Луне) трудно представить себе принципиальный прогресс наземного транспорта без перехода к магнитолевитационным технологиям.

Целью настоящего исследования является нахождение оптимального с географической, геоморфологической, логистической, геополитической и социально-экономической точек зрения варианта расположения важнейшего участка евразийского транспортного коридора, который будет проходить через Центральную Азию.

## ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАНСЕВРАЗИЙСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ

Изобилующий горными системами рельеф Центральной Азии в течение тысячелетий служил естественной причиной отгороженности Китая и других государств Восточной Азии от Европы и даже от Передней Азии. Указанное геоморфологическое обстоятельство служило одной из причин искусственной самоизоляции указанных государств, которая продолжалась до конца XIX века.

Через сто лет ситуация поменялась в корне. По-видимому, не осталось страны, на которую, в той или иной мере, не распространялась бы экономическое и торговое китайское влияние. Естественно, что дальше такое влияние будет осуществляться и развиваться на соответственно более высоком научном и технико-технологическом уровне.

Как уже было сказано, сложность ситуации в геоморфологическом отношении состоит в том, что поперек любого из возможных маршрутов транспортных коридоров из Восточной Азии в сторону Европы оказывается какая-либо из горных систем. Эти системы составляют протяженную цепь, простирающуюся на многие тысячи километров. При этом на физической карте Центральной Азии обращает на себя внимание историческая область Джунгария, расположенная в современном Синьцзянь-Уйгурском автономном районе Китая. Именно в этой области в цепи горных систем имеются достаточно широкие и относительно равнинные проходы. Самый известный из них называется «Джунгарскими Воротами».

### «НОВЫЕ ДЖУНГАРСКИЕ ВОРОТА»

Мы хотим обратить внимание на другой проход в указанной горной цепи, который менее известен и находится на 150 км севернее «Джунгарских Ворот». Этот равнинный проход, расположенный между крайними северо-восточными отрогами хребта Джунгарский Алатау и юго-восточными отрогами хребта Тарбагатай, будем называть «Новыми Джунгарскими Воротами».

Отметим, что основу мультимодальности рассматриваемого транспортного коридора составят промежуточные хабы магистрали, посредством которых будет происходить наращивание и перераспределение соответствующих грузо- и пассажиропотоков.

Если исходить из общих географических, организационных, логистических и территориальных соображений, то в Джунгарии должен быть расположен один из «ключевых» (в прямом и переносном смысле слова) промежуточных хабов для всей рассматриваемой трансконтинентальной мультимодальной транспортно-технологической системы. По всем геоморфологическим показаниям Джунгарскому хабу

следует быть расположенным несколько севернее административного центра Синьцзянь-Уйгурского автономного района – города Урумчи.

Следующая в сторону Европы «опорная» точка транспортно-технологической системы будет представлена Карагандинским хабом, расположенным приблизительно на 1000 км на северо-запад-запад от Джунгарского хаба и находящимся в Казахстане несколько южнее Караганды.

Каждый из указанных хабов послужит мощным источником всестороннего, в частности, социально-экономического развития «притягиваемой» к нему части Западного Китая и, соответственно, Средней Азии и Западной Сибири. Далее магистраль направится в сторону Южного Урала и после пересечения границы Казахстана с Россией попадет Оренбургскую область.

## ВАРИАЦИОННЫЙ ПОДХОД В ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ МАГИСТРАЛИ

Даже для традиционных железнодорожных магистралей, построенных на базе системы «колесо–рельс», радиус кривизны пути представляет собой важнейший показатель, которым определяются допустимые скорости движения поездов. Для высокоскоростных, а тем более сверхвысокоскоростных магистралей, значение этого показателя, конечно, возрастает.

При выборе местоположения хабов и маршрута прохождения магистрали наряду с общими организационными условиями, в первую очередь, естественно рассматривать те, которые обуславливаются рельефом местности. С точки зрения минимальности материальных затрат на изыскательские и строительные работы предпочтительными являются варианты, при которых указанные маршруты проходят по возможно более равнинной местности.

В настоящей статье разработан весьма общий алгоритм вычислительного процесса при нахождении оптимизационного варианта расположения транспортной магистрали. С одной стороны, предлагаемый подход вполне укладывается в классические рамки постановки задачи вариационного исчисления. С другой стороны, приводится реализация соответствующего вычислительного процесса в программном виде в среде системы компьютерной математики.

Предлагаемый вариационный подход представляет собой максиминную форму оптимизационной задачи с целевой функцией, в роли которой выступает переменная величина радиуса кривизны  $R(M)$  ( $M \in X$ ) геометрической модели  $X$  магистрали в плане. Именно, рассматривается задача вида:

$$\min_{M \in X} R(M) \rightarrow \max \quad (1)$$

при условии, что на множество допустимых кривых  $X$  накладываются ограничения: общие организационные, логистические, геоморфологические, технико-технологические, экономические, а также региональные политические и социальные.

В случае, когда геометрическая модель  $X$  магистрали в плане представляет собой линию, задаваемую явным уравнением  $y = y(x)$  ( $x \in [a, b]$ ), задача (1) записывается следующим образом:

$$\min_{\substack{x \in [a, b] \\ y = y(x)}} \frac{(1 + y_x'^2)^{\frac{3}{2}}}{|y_x''|} \rightarrow \max. \quad (2)$$

В качестве геометрических моделей  $X$  магистралей выступают графики интерполяционных многочленов, выбор узлов интерполирования которых производится в соответствии с набором указанных выше ограничений. После общей неформальной оценки ситуации в организационном и логистическом отношении на первый план, как уже сказано, выступают ограничения геоморфологического характера.

С точки зрения постановки задачи вариационного исчисления можно рассматривать как задачу с закрепленными концами (или с одним закрепленным концом), так и задачу с подвижными концами. Первый случай соответствует ситуации, когда местоположения обоих рассматриваемых хабов уже выбраны и варьированию подлежит расположение участка магистрали между ними. Во втором случае (являющимся более общим) наряду с расположением участка магистрали варьируются также местоположения каждого из хабов. В настоящей работе рассматривается задача с подвижными концами. Именно, предполагается, что местоположения Джунгарского и Карагандинского хабов могут изменяться в меридианном направлении в тех пределах, насколько это позволяет рельеф местности. Поскольку в данном случае мы рассматриваем интерполяционную задачу с равноотстоящими узлами интерполирования, то результаты, получаемые при использовании полиномов Лагранжа и Ньютона, совпадают. Отличается лишь время, требуемое системе компьютерной математики для выполнения всех запрограммированных вычислительных процедур.

На Рис. приведено найденное системой аналитических вычислений (в процессе использования указанного выше интерполяционного метода и в рамках указанных выше ограничений) графическое изображение оптимального варианта расположения участка магистрали между Джунгарским и Карагандинским хабами. Найденные указанной системой

наименьшее значение радиуса кривизны рассматриваемого участка и его длина соответственно равны  $R = 971$  км и  $l = 1082$  км.

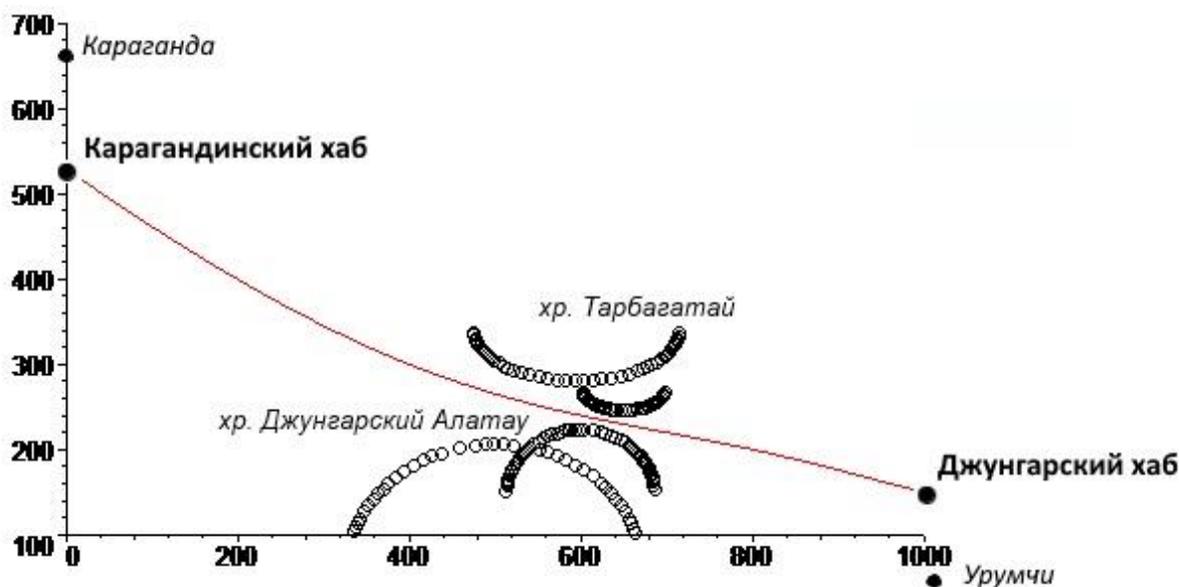


Рис. Графическое изображение оптимального варианта расположения участка магистрали между Джунгарским и Карагандинским хабами

Мы также приводим найденное системой аналитическое выражение полинома Лагранжа  $L(x)$  (имеющего шестую степень), график которого представляет собой геометрическую модель  $X$  магистрали в плане:

$$L(x) = 0,19841269 \cdot 10^{-14} x^6 - 0,54315476 \cdot 10^{-11} \cdot x^5 + 0,4923115 \cdot 10^{-8} \cdot x^4 - 0,1696428 \cdot 10^{-5} x^3 + 0,0005677579 x^2 - 0,72702381 x + 529,9999999 .$$

## ВЫВОДЫ

Жизненно важные экономические, политические и социальные интересы современной России совпадают с потребностью всего евроазиатского материка в наземной трансконтинентальной магистрали, созданной на базе вакуумных магнитолевитационных технологий.

Предложен общий вариационный подход в геометрическом моделировании транспортных магистралей, программная реализация которого выполнена в среде системы аналитических вычислений. В качестве результата найден оптимальный вариант расположения в плане геометрической модели ключевого отрезка магистрали, проходящего через «Новые Джунгарские Ворота».

**Авторы заявляют, что:**

1. У них нет конфликта интересов;
2. Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

**Библиографический список / References**

1. Bogachev VA, Terentyev YuA, Koledov VV, Bogachev TV. Dzungaria corridor for vacuum magnetic levitation transport: lost opportunities or weighted optimism? *Transportation Systems and Technology*. 2018;4(2):52-61. doi: 10.17816/transsyst20184252-61
2. Магнитолевитационная транспортная технология / под ред. В.А. Гапановича. – М: Физматлит, 2014. – 476 с. [Gapanovich VA, editor. *Magnitolevitacionnaya transportnaya tekhnologiya*. Moscow: Fizmatlit, 2014. 476 p. (In Russ.)].
3. Магнитолевитационный транспорт: научные проблемы и технические решения / под ред. Ю.Ф. Антонова, А.А. Зайцева. – М: Физматлит, 2015. – 612 с. [Antonova YuF, Zaitseva AA, editors. *Magnitolevitatsionnyi transport: nauchnye problemy i tekhnicheskie resheniya*. Moscow: Fizmatlit, 2015. 612 p. (In Russ.)].
4. Зайцев А.А., Морозова Е.И., Талашкин Г.Н., Соколова Я.В. Магнитолевитационный транспорт в единой транспортной системе страны. – СПб: НП-Принт, 2015. – 140 с. [Zaitsev AA, Morozova EI, Talashkin GN, Sokolova IaV. *Magnitolevitatsionnyi transport v edinoi transportnoi sisteme strany*. St. Petersburg: NP-Print, 2015. 140 p. (In Russ.)].
5. Зайцев А.А. Отечественная транспортная система на основе магнитной левитации // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2015. – № 6. – С. 22–27. [Zaitsev AA. *Otechestvennaya transportnaya sistema na osnove magnitnoi levitatsii*. *Bulleten' Ob"edinennogo uchenogo soveta ОАО «RZhD»*. 2015;6:22-27 (In Russ.)].
6. Technical-economical comparison of Maglev and High-Speed Systems. [Internet]. [cited 2019 April 10]. Available from: <http://archives-republicans-transportation.house.gov/Media/File/110th/Rail/3-20-07--roundtable-Brady-dornier.pdf>.
7. The website of the Evacuated Tube Transport Technology. [Internet]. [cited 2019 April 10]. Available from: <http://et3.com/>. Accessed October 25, 2016.
8. Терентьев Ю.А., Дроздов Б.В. Перспективы вакуумного магнитолевитационного транспорта // Мир транспорта. – 2017. – № 1. – С. 90–95. [Terentiev YuA, Drozdov BV. Prospects for Vacuum Magnetic-Levitation Transport. *Mir Transporta*. 2017;1:90-95. (In Russ.)].
9. Островская Г.В. Магнитные дороги профессора Вейнберга (К 100-летию лекции «Движение без трения») // Вестник науки Сибири. – 2014. – № 2 . – С. 6–14. [Ostrovskaya GV. *Magnitnye dorogi professora Vejnberga (K 100-letiyu lektsii "Dvizhenie bez treniya")*. *Vestnik nauki Sibiri*. 2014;2:6-14. (In Russ.)].
10. Yamamura S. Magnetic levitation technology of tracked vehicles present status and prospects. *IEEE Transactions on Magnetics*. 1976;12(6):874-878. doi: 10.1109/tmag.1976.1059125
11. Cai Y, Chen SS. Dynamic characteristics of magnetically levitated vehicle systems. *Applied Mechanics Reviews, ASME*. 1997;50(11):647-670. doi: 10.1115/1.3101676
12. Meins J, Miller L, Mayer WJ. The high speed maglev transportation system transrapid. *IEEE Transactions on Magnetics*. 1998;24(2):808–811. doi: 10.1109/20.11347
13. Luguang Y. Progress of the maglev transportation in China. *IEEE Trans Applied*

- Superconductivity*. 2006; 16(2): 1138-1141. doi: 10.1109/tasc.2006.871345
14. Lee H-W, Kim K-C, Lee J. Review of maglev train technologies. *IEEE Transactions on Magnetics*. 2006;42(7):1917-1925. doi: 10.1109/tmag.2006.875842
  15. Zhang Y, Oster D, Kumada M, et al. Key vacuum technology issues to be solved in evacuated tube transportation. *Journal of Modern Transportation*. 2011;19(2):110-113 doi: 10.1007/bf03325748
  16. Han H-S, Kim D-S. Railway Applications. In: *Magnetic Levitation: Maglev Technology and Applications*. Dordrecht: Springer Science+Business Media; 2016. p. 167-222. doi: 10.1007/978-94-017-7524-3\_6

**Сведения об авторах:**

**Богачев Виктор Алексеевич**, к.ф.-м. н., доцент

Адрес: 344038, Ростов-на-Дону, пр. Ленина 44/2-4.

eLibrary SPIN:2125-5198; ORCID: 0000-0003-1202-7318;

E-mail: bogachev-va@yandex.ru

**Терентьев Юрий Алексеевич**

ORCID: 0000-0002-0888-9057;

E-mail: teren\_y@mail.ru

**Коледов Виктор Викторович**, д.ф.-м.н., с.н.с.

eLibrary SPIN: 9291-1989; ORCID: 0000-0002-2439-6391;

E-mail: victor\_koledov@mail.ru

**Богачев Тарас Викторович**, к.ф.-м. н., доцент

eLibrary SPIN: 2262-0080; ORCID: 0000-0001-9641-0116; Scopus ID: 57194213408

E-mail: bogachev73@yandex.ru

**Information about the authors:**

**Viktor A. Bogachev**, PhD in Physico-mathematical sciences

Address: 344038, Rostov-on-Don, Russia, st. Lenina 44/2-4

eLibrary SPIN:2125-5198; ORCID: 0000-0003-1202-7318;

E-mail: bogachev-va@yandex.ru

**Yuri A. Terentyev**

ORCID: 0000-0002-0888-9057;

E-mail: teren\_y@mail.ru

**Victor V. Koledov**, Doctor of Physico-mathematical sciences

eLibrary SPIN: 9291-1989; ORCID: 0000-0002-2439-6391;

E-mail: victor\_koledov@mail.ru

**Taras V. Bogachev**, PhD in Physico-mathematical sciences

eLibrary SPIN:2262-0080; ORCID: 0000-0001-9641-0116; Scopus ID: 57194213408

E-mail: bogachev73@yandex.ru

**Цитировать:**

Богачев В.А., Терентьев Ю.А., Коледов В.В., Богачев Т.В. Новые Джунгарские Ворота для вакуумного магнитолевитационного коридора: историческая необходимость // Транспортные системы и технологии. – 2019. – Т 5. – № 3. – С. 36–44. doi: 10.17816/transsyst20195336-44

**To cite this article:**

Bogachev VA, Terentyev YA, Koledov VV, Bogachev TV. New Dzungaria Gates for WMLT-corridor: historical necessity. *Transportation Systems and Technology*. 2019;5(3):36-44. doi: 10.17816/transsyst20195336-44

## Рубрика 4. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

УДК [UDC] 338.47

DOI 10.17816/transsyst transsyst20195346-58

© **Т. П. Сацук**

Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I  
(Санкт-Петербург, Россия)

### КЛЮЧЕВЫЕ ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Инновационное развитие железнодорожного транспорта осуществляется в соответствии с задачами стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года.

**Цель:** Анализ существующей системе показателей результативности в ОАО «РЖД» и определены основные направления совершенствования ключевых индикаторов, определяющих устойчивое развитие компании.

**Методы:** Автором рассмотрены комплексные методы оценки, объединяющие количественные и качественные показатели, позволяют выявлять факторы, угрожающие устойчивости компании в процессе внедрения инноваций.

**Результаты:** Определены критерии выбора системы ключевых индикаторов и предложена классификация используемых в практике работы организаций логико-дедуктивных, эмпирико-дедуктивных систем показателей. На основе проведенного исследования предложено дополнить перспективы ключевых индикаторов результативности, выделенными качественными показателями и показателями рисков прямого и не прямого действия.

**Ключевые слова:** инновационное стратегическое развитие, ключевые показатели результативности, система подконтрольных показателей, целевые перспективы сбалансированной системы показателей, показатели риск-менеджмента.

© **T. P. Satsuk**

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
(St. Petersburg, Russia)

### KEY INDICATORS OF ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF RAILWAY TRANSPORT INNOVATIVE DEVELOPMENT STRATEGY

Innovative development of railway transport is being implemented in accordance with the tasks indicated in Russia's 2030 Railway Transport Development Strategy.

**Aim:** The aim of the article is the analysis of the existing system of effectiveness indicators in JSC “Russian Railways”. The main improvement directions of the key indicators have been identified which provide sustainable development of a company.

**Methods:** The author has considered complex methods of assessment, which unite qualitative and quantitative indicators, enable identifying factors threatening company’s sustainability during implementation of innovations.

**Results:** The criteria for choosing a system of key indicators are determined, and classification of existing and applied logical-deductive and empirical-deductive indicator systems is suggested. On the basis of the study, it is suggested to supplement perspectives of the key indicators of effectiveness with identified qualitative indicators and direct and indirect influence risk indicators.

**Keywords:** innovative strategic development, key effectiveness indicators, controlled indicators system, target perspectives of balanced system of indicators, risk management indicators

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из тенденций современного этапа развития экономики в целом, и отдельных хозяйственных единиц, является инновационное развитие и цифровизация. Инновационное развитие железнодорожного транспорта осуществляется в соответствии с задачами стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года.

Стратегия развития железнодорожного транспорта сконцентрирована по пяти основным направлениям: управляющие информационные системы и новые технологии; новые технические средства; совершенствование финансовой, экономической и маркетинговой работы; безопасность движения; социальная защищенность [1]. Улучшающие инновации, такие как внедрение инновационных технических систем и телекоммуникационных решений, технических средств и технологий организации высокоскоростного и скоростного пассажирского движения, инновационных материалов и конструкций, являются основными типами инноваций на железнодорожном транспорте. Одной из тенденций современного этапа стратегии развития железнодорожного транспорта является цифровизация, которая подразумевает изменение бизнес-процессов компании таким образом, чтобы использование данных в цифровом виде становилось ключевым фактором получения большей эффективности [2,3]. Высокая интенсивность научно-технического прогресса на современном этапе развития отрасли, оказывает значительное влияние на хозяйственную жизнь её субъектов. Одним из таких влияний является цифровизация, касающаяся, в том числе внеоборотных активов, и заключающаяся в формировании как новых их видов, так и преобразовании традиционных,

использование которых, по оценке аналитиков McKinsey позволят предприятию получить следующие эффекты: прирост производительности оборудования на 3-5 %, прирост производительности труда на 45-55 % и сокращение простоев оборудования на 30-50 % [4]. Однако достижение подобных результатов невозможно без чётко выверенных действий управляющего менеджмента компании, а, следовательно, и без их должного информационно-аналитического обеспечения. Одним из основных инструментов обеспечения управления достижениями стратегии компании является система подконтрольных показателей, позволяющая формализовать процедуры оценки ее устойчивого развития.

Данная статья является результатом исследования модификации существующей системы показателей результативности в ОАО «РЖД» определяющих устойчивое развитие компании в процессе инновационных преобразований отрасли.

## МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Система подконтрольных показателей позволяет формализовать процедуры оценки достижений организации, определить область, сроки и порядок проведения контроля. Система подконтрольных показателей должна иметь также и стратегическую направленность, то есть позволять проводить оценку выполнения не только текущих, но и стратегических планов и миссии компании.

Следует отметить, что в литературе классификация систем показателей предполагает деление всей совокупности систем на логико-дедуктивные и эмпирико-индуктивные [5]. Особенностью логико-дедуктивных систем является выделение конкретного показателя верхнего уровня, который постепенно, в определенной последовательности, расщепляется на показатели более низкого уровня, оказывающие влияние на основной показатель. Основой построения эмпирико-индуктивных систем являются показатели, выявленные на основе статистического отбора. При этом в качестве признака классификации рассматривается характер входящих в систему показателей. Такая классификация не учитывает ряда достаточно важных инструментов оценки результатов деятельности с точки зрения теории и практики, таких как Сбалансированная система показателей (Balanced Scorecard), Пирамида достижений (Performance Pyramid), Эффективное развитие и Измерение достижений (Effective Progress and Performance Measurement) [6, 7] и другие. В качестве отличительных особенностей данных моделей можно выделить использование в их составе нефинансовых показателей,

ориентацию на будущие события, а также охват различных сфер деятельности компании.

К стратегическим результатам реализации основных целей ОАО РЖД следует отнести удовлетворенность акционеров и клиентов, эффективные процессы и мотивированный и подготовленный персонал.

Оптимальной системой стратегических показателей для применения в ОАО «РЖД» является система сбалансированных показателей. Данная концепция является наиболее гибкой с точки зрения встраивания показателей в зависимости от поставленных перед компанией целей. В соответствии с утвержденным «Порядком мониторинга и оценки результатов работы ОАО «РЖД» на основе ключевых показателей деятельности» утверждена классификация ключевых показателей, используемых для мониторинга и оценки результатов работы, как в целом корпоративного центра, так и его структурных подразделений [8]. Правильно составленная система сбалансированных показателей должна иметь комплекс результатов (отсроченные характеристики) и факторов достижения результатов (опережающие показатели), что является неотъемлемой частью общей стратегии корпорации.

Индикаторы оценки деятельности подразделений ОАО «РЖД» классифицируются по пяти перспективам, представленным в табл.1.

Таблица 1. Основные ключевые показатели результативности в сбалансированной системе ОАО «РЖД»

Целевые перспективы сбалансированной системы показателей	Характеристика перспективы	Примеры показателей
Экономика и финансы	Оценивают финансово-экономические результаты и эффективность деятельности подразделений	– выручка, начисленная по основным и прочим видам деятельности; – расходы по перевозочным видам деятельности; – производительность труда; – соотношение темпов роста реальной заработной платы и производительности труда; – фондоотдача.
Клиенты и рынки	Отражают степень клиентоориентированности деятельности подразделений в целевом сегменте рынка, в частности, качество	– выполнение расписания движения пассажирских поездов; – качество оформления перевозочных документов; доля рынка грузовых перевозок.

Целевые перспективы сбалансированной системы показателей	Характеристика перспективы	Примеры показателей
	оказываемых услуг и степень удовлетворенности клиентов.	
Технологические процессы	Оценивают результаты и эффективность производственных процессов подразделений.	– среднесуточная производительность локомотива в грузовом движении; – удельный расход топлива на тягу поездов
Персонал и развитие	Оценивают работу подразделений в сфере управления персоналом, совершенствования информационных технологий и систем, развития системы корпоративного управления.	– укомплектованность штата; – количество работников, повысивших квалификацию, прошедших переподготовку.
Безопасность и надежность	Оценивают результаты и эффективность деятельности подразделений по обеспечению безопасности железнодорожных перевозок, надежности технических средств и бесперебойности производственных процессов.	– количество нарушений безопасности движения; коэффициент безопасности инфраструктуры; – коэффициент безотказности технических средств; – среднее время продолжительности отказов.

В процессе совершенствования внедрения системы ключевых показателей результативности в деятельность ОАО «РЖД» есть необходимость встроить в систему индикаторов показатели, отражающие достижение целей цифровизации и оценки эффективности инновационной деятельности корпорации.

Внедрение в деятельность компании новаций может дать следующие виды эффекта:

- экономический эффект;
- научно-технический эффект;
- экологический эффект;
- социальный эффект.

Основным критерием принятия управленческого решения менеджментом компании является экономический эффект. Предлагаем включить в финансовую перспективу ключевых показателей результативности следующие показатели оценки эффективности

инновационной деятельности корпорации:

1) чистый дисконтированный доход (ЧДД)

$$\text{ЧДД} = \Delta_T = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (1)$$

где  $T$  – горизонт расчета, равный номеру шага расчета, на котором производится ликвидация объекта;  $R_t$  – результаты, достигнутые на  $t$ -м шаге расчета;  $Z_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге;  $E$  – норма дисконта;

2) внутренняя норма прибыли (IRR) или коэффициент дисконтирования;

$$\text{IRR} = r_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \cdot (r_2 - r_1), \quad (2)$$

где  $r_1$  – значение выбранной ставки дисконтирования, при которой  $NPV_i > 0$ ;

$r_2$  – значение выбранной ставки дисконтирования, при которой  $NPV_2 < 0$ .

3) простая норма прибыли:

$$R = \frac{NP + P}{I} 100\%, \quad (3)$$

где  $NP$  – чистая прибыль;  $P$  – проценты на заемный капитал;  $I$  – общие инвестиционные издержки;

4) коэффициент финансовой автономности инвестиционного проекта ( $K_{\text{ФА}}$ ):

$$K_{\text{ФА}} = \frac{C_c}{Z}, \quad (4)$$

где  $C_c$  – собственные средства;  $Z$  – заемные средства;

5) окупаемости инвестиций в инновационный проект ( $T_o$ ):

$$T_o = \frac{I}{\Pi_c}, \quad (5)$$

где  $\Pi_c$  – чистая годовая прибыль, получаемая в результате функционирования объекта.

В качестве интегрального показателя, характеризующего эффективность инновационной деятельности корпорации, может быть

использован коэффициент результативности работы ( $r$ ):

$$r = \frac{R_c}{\sum_{i=1}^N Q_i - \sum_{i=1}^N (H_2 - H_1)}, \quad (6)$$

где  $R_c$  - суммарные затраты по законченным работам, принятым (рекомендованным) для освоения в серийном производстве;  $Q$  – фактические затраты на НИОКР за  $i$ -й год;  $N$  – число лет анализируемого периода;  $H_1$  - незавершенное производство на начало анализируемого периода в стоимостном выражении;  $H_2$  - то же на конец анализируемого периода.

Система ключевых показателей оценки инновационной деятельности компании напрямую коррелирует с неопределенностью и связанными с ней рисками.

Анализ рисков осуществляется для оценки того, каким образом наиболее важные факторы риска могут повлиять на показатели эффективности инновационного проекта [9]. Существует ряд основных методик проведения подобного анализа: анализ влияния отдельных факторов (анализ чувствительности), анализ влияния комплекса факторов (сценарный анализ), метод дерева решений и имитационное моделирование (метод Монте-Карло) (Рис.).

Метод аналогий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение степени риска на основе информации об аналогичных проектах или сделках</li> </ul>
Анализ чувствительности проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оценка изменения результирующих показателей реализации проекта при различных значениях заданных переменных, необходимых для расчета</li> </ul>
Анализ сценариев развития проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка и сравнительная оценка нескольких вариантов развития проекта.</li> </ul>
Метод построения дерева решений проекта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расчет вероятностей. Позволяет оценить каждый путь и выбрать менее рискованный</li> </ul>
Метод Монте-Карло	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Базируются на пошаговом нахождении значения результирующего показателя за счет проведения многократных опытов с моделью.</li> </ul>
Оценка риска на основе анализа безубыточности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расчет критических соотношений и анализ чувствительности отклонений от них</li> </ul>
Комбинированный метод	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Решение сложных задач, когда требуется использование нескольких методов одновременно</li> </ul>

Рис. Основные методы и области применения анализа рисков

Интеграция риск-менеджмента в стратегическую систему показателей может происходить в двух направлениях: во-первых, возможно выделить отдельную перспективу «Риски» в сбалансированной системе, где будут определены ключевые показатели выявления рисков и снижения их уровня исходя из общей целевой концепции компании, а во-вторых, возможно включение количественных и качественных показателей, определяющих риски в существующие перспективы. В системе ключевых показателей результативности корпорации с точки зрения снижения потерь от рисков необходимо их разделять на риски прямого и непрямого действия.

Риски прямого действия (оперативные потери или упущенные выгоды) непосредственно связаны с деятельностью конкретного подразделения. Показатели оценки действий прямых рисков необходимо включать в конкретные перспективы. Риски непрямого действия (стратегические потери) связаны с потерей существенной информации, управленческих решений, кадровыми рисками и др. можно выделить в отдельную перспективу в сбалансированной системе ключевых показателей.

Важной характеристикой развития ОАО «РЖД» в настоящее время является внедрение инноваций в производственно-экономическую деятельность. Данное направление закреплено в Комплексной программе инновационного развития холдинга «РЖД» на период 2016–2020 годов [10]. Важным элементом инновационного развития и составляющей частью данной программы является цифровизация деятельности путём реализации инновационного проекта «Цифровая железная дорога» («ЦЖД»). Так, данный проект призван обеспечить устойчивую конкурентоспособность на глобальном рынке транспортно-логистических услуг и рост эффективности основной деятельности холдинга за счёт использования современных цифровых технологий. Кроме того, проект призван обеспечить исполнение государственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» в рамках ОАО «РЖД». Реализация проекта предусматривает работу в том числе и по перевозочному, инфраструктурному и станционному направлению через инновации во внеоборотных активах компании [11,12].

Показатели эффективности инвестиций во внеоборотные активы в результате внедрения инноваций необходимо встроить в систему ключевых показателей результативности. Внеоборотные активы генерируемые цифровой экономикой можно классифицировать на следующие категории.:

– материальные активы (оборудование с ЧПУ, 3D-принтеры, промышленные роботы, оборудование, подключённое к промышленному интернету);

– нематериальные активы (цифровые платформы, смарт-контракты, право доступа к сетям связи, к инфраструктуре хранения и обработки данных, базы данных, различного рода цифровые модели, иные объекты интеллектуальной собственности);

– финансовые активы (долгосрочные вложения в криптовалюту, токены, акции, облигации, осуществляемые при помощи технологии блокчейна).

Стоит отметить наличие определённых сложностей, возникающих при признании нематериальных цифровых активов. Некоторые активы такого рода, (например, право на использование IP-адресов), имеют в своей основе ресурсы, не являющиеся охраняемыми результатами интеллектуальной деятельности и средствами индивидуализации, однако такие ресурсы применяются в деятельности организации, способствуя притоку экономических выгод, а значит, обладают критериями признания активов. В связи с отсутствием у данных ресурсов материальной формы, исследователями предлагается учитывать их в соответствии с ПБУ 14/2007 как нематериальные активы, однако, данный вопрос не является в достаточной степени урегулированным законом и требует дальнейшей проработки [13].

На основе анализа последних исследований, связанных с информационно-аналитическим обеспечением управления, как одну из проблем, можно выделить, отсутствие методик, показателей, их пороговых и нормативных значений, которые позволили бы проанализировать уровень цифровизованности, при признанной необходимости проведения такого вида анализа, а так же аналогичная проблема в области анализа эффективности использования новых цифровых активов (в частности, нематериальных) [14,15].

Особенно важным, при этом становится обоснование нормативных значений и сравнительных характеристик приведённых показателей, вследствие относительной уникальности и новизны рассматриваемых процессов digital-трансформации экономики. Помимо количественных показателей оценки уровня цифровизации внеоборотных активов и предприятия в целом, авторами также приводят качественные методики, основанные на тестировании руководителей хозяйствующих субъектов на предмет внедрения цифровых активов и цифровых технологий, и оценивании данных процессов от отсутствия работы по данным направлениям и низкой интенсивности данных процессов до высокой интенсивности, вплоть до их полного освоения. Следовательно, при исследовании дигитализации, по замечаниям Н. С. Пласковой, возрастает роль экспертных методов экономического анализа, наряду с

традиционными статистическими и экономико-математическими методами [14].

Для учёта влияния цифровизации на процессы обновления внеоборотных активов, предлагается встроить в перспективу «Технологические процессы» системы ключевых показателей результативности в сбалансированной системе ОАО «РЖД» коэффициенты, позволяющие провести анализ по следующим направлениям: учёт влияния цифровых активов на интенсивность обновления внеоборотных активов, оценка уровня диджитализации внеоборотных активов и анализ эффективности использования неоперационных (непроизводственных) внеоборотных активов:

1) удельный вес введённых в организации цифровых активов в общем объёме введённых внеоборотных активов за год.

$$У_{ВНА_{Цввед}} = \frac{ВНА_{Цввед}}{ВНА_{введ}}, \% \quad (7)$$

где  $ВНА_{Цввед}$  – сумма введённых в организации внеоборотных активов цифровой экономики за год, руб.

$ВНА_{введ}$  – общая сумма введённых в организации ВНА за год, руб.

2) коэффициент участия цифровых активов в процессах обновления внеоборотных активов организации в целом. Является логическим продолжением показателя (7). Показывает объём введённых цифровых активов в течение года в общем объёме внеоборотных активов:

$$К_{уч\ ВНА_{Ц}} = \frac{ВНА_{Цввед}}{ВНА_{кон.года}}, \% \quad (8)$$

где  $ВНА_{кон.года}$  – объём внеоборотных активов в организации на конец года, руб.

В свою очередь, в качестве показателей, позволяющих оценить уровень цифровизации внеоборотных активов в организации, предлагаются следующие показатели:

1) коэффициент digital-обеспеченности, позволяющий оценить уровень обеспеченности работников организации цифровыми активами:

$$k_o^d = \frac{ВНА_{Ц}}{ЧР_{спис}}, \text{руб./чел.} \quad (9)$$

где  $ВНА_{ц}$  – среднегодовая стоимость цифровых активов, которыми располагает организация, руб.:

$ЧР_{\text{спис}}$  – списочная численность занятых в промышленности работников, чел.

2) доля цифровых активов в общей сумме внеоборотных активов организации:

$$У_{ВНА_{ц}} = \frac{ВНА_{ц}}{ВНА}, \% \quad (10)$$

где  $ВНА_{ц}$  – балансовая стоимость цифровых активов, которыми располагает организация, руб.;

$ВНА$  – балансовая стоимость всех ВНА организации, руб.

В свою очередь, в качестве показателя, который позволил бы оценить степень эффективности использования цифровых активов может использоваться отношение справедливой стоимости объекта или его рыночной оценки к его балансовой стоимости, основанной на первоначальной стоимости.

$$R_{C/B} = \frac{FV}{CA}, \quad (11)$$

где:  $FV$  – справедливая стоимость актива, руб.;

$CA$  – балансовая стоимость актива, руб.

Преимуществом данного показателя является использование рыночных механизмов, позволяющих, через оценку выгод, которые способен приносить конкретный актив, более точно отследить изменение первоначальной стоимости объекта, вследствие его эксплуатации и устаревания чем при использовании показателя начисленной амортизации, так как способ её начисления, в действительности, не всегда отражает реальный характер использования объекта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на обширные и глубокие исследования в области применения логико-дедуктивных и эмпирико-индуктивных показателей результативности деятельности компаний, большинство методик не предусматривают использование в их составе нефинансовых показателей,

ориентацию на будущие события, а также охват различных сфер инновационной деятельности компании. Используемая ОАО «РЖД» сбалансированная система показателей оценки стратегического развития должна быть динамичной и реагировать на целевые изменения.

Предложенная модификация ключевых показателей результативности дополняет существующую систему индикаторов оценки эффективности инновационной деятельности и показатели оценки влияния эффектов от цифровизации на внеоборотные активы компании.

Автор заявляет, что настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

### Библиографический список / References

1. Сайт юристов<sup>RU</sup> Инновационные направления развития железнодорожного транспорта. Режим доступа; <https://idatenru.ru/technology/innovatsionnye-napravleniya-razvitiya-zheleznodorozhnogo-transporta> Дата обращения: 04.10.2019.
2. Журавлева Н.А., Панычев А.Ю. Проблемы экономической оценки скорости в транспортно-логистических системах в новом технологическом укладе // Транспортные системы и технологии. – 2017. – № 3(4). – С. 150–178. [Zhuravleva NA, Panychev AY. Problems of economic assessment of speed in transport and logistical systems in the new technological paradigm. *Transportation Systems and Technology*. 2017;3(4):150-178. (In Russ., Engl.)]. doi: 10.17816/transsyst201734150-178
3. Rogers DL. The digital transformation playbook: Rethink your business for the digital age, US: Columbia Business School Publishing, 2016. 344 p. doi: 10.7312/roge17544
4. Цифровая железная дорога // Пульт управления. – 2016. – № 2. [Tsifrovaia zheleznaia doroga. *Pult upravleniia*. 2016;(2) (In Russ.)]. Режим доступа: <http://www.pult.gudok.ru/archive/detail.php?ID=1346882>. Дата обращения: 26.04.2019.
5. Карминский А.М., Оленев Н.И., Примак А.Г., Фалько С.Г. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. – 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 256 с. [Karminskii AM, Olenev NI, Primak AG, Falko SG. *Kontrolling v biznese. Metodologicheskie i prakticheskie osnovy postroeniia kontrollinga v organizatsiakh*. 2-e izd Moscow: Finansy i statistika, 2003. 256 p. (In Russ.)]. Режим доступа: [https://www.studmed.ru/karminskiy-am-olenev-ni-i-dr-kontrolling-v-biznese\\_10fca984c9b.html](https://www.studmed.ru/karminskiy-am-olenev-ni-i-dr-kontrolling-v-biznese_10fca984c9b.html). Дата обращения: 26.04.2019.
6. Ивлев В, Попова Т. Balanced Scorecard – альтернативные модели // Банки и технологии. – 2002. – № 4. [Ivlev V, Popova T. Balanced Scorecard – alternativnyye modeli. *Banki i tekhnologii*. 2002(4) (In Russ.)]. Режим доступа: <https://hr-portal.ru/article/balanced-scorecard-alternativnyye-modeli>. Дата обращения: 26.04.2019
7. Попов Д.Е., Романова О.А. Эволюция показателей стратегического контроллинга. – Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2002. – 35 с. [Popov DE, Romanova OA. *Evoliutsiia pokazatelei strategicheskogo kontrollinga*. Ekaterinburg: In-t ekonomiki UrO RAN, 2002. 35 p. (In Russ.)].

8. Сацук Т.П. Система ключевых показателей результативности в экономике организаций железнодорожного транспорта // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2015. – № 1(42). – С. 144–148. [Satsuk TP. System of key performance indicators in the economics of railway transport organizations. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2015;(42);144-148. (In Russ.)]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23206958>. Дата обращения: 26.04.2019.
9. Марамохина Е.В. Инновационный риск: понятие, этапы управления // Молодой ученый. – 2013. – № 52. – С. 348–351. 2013;(52):348-351. [Maramokhina EV. Innovatsionnyi risk poniatie etapy upravleniia. *Molodoi uchenyi*. 2013;5:348-351 (In Russ.)]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/52/6755/>. Дата обращения: 26.04.2019.
10. Казанская Л.Ф. Развитие высокоскоростного железнодорожного транспорта как фактор повышения конкурентоспособности национальной экономики страны // В книге: Экономика и управление в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и инновации. Монография. – Пенза: МЦНС «Наука и просвещение». – 2017. – С. 55–63. [Kazanskaya LF. The Development of High-Speed Rail Transport as a Factor Increasing the Competitiveness of the National Economy. In *Ekonomika i upravlenie v XXI veke aktualnye voprosy dostizheniia i innovatsii*. Penza: Nauka i prosveshchenie, 2017:55-63. (In Russ.)]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29049969>. Дата обращения: 26.04.2019.
11. Концепция реализации комплексного научно-технического проекта № 1285 «Цифровая железная дорога». Утв. ОАО «Российские железные дороги» 05.12.2017. [Kontseptsiia realizatsii kompleksnogo nauchno-tekhnicheskogo proekta 1285 “TSifrovaia zheleznaia doroga” Utv. ОАО “Rossiiskie zheleznye dorogi” 05.12.2017. (In Russ.)].
12. Гапанович В.А. Цифровая железная дорога: настоящее и будущее // Гудок. – 2016. – № 152 (26 057). – С. 4–5. [Gapanovich VA. Tsifrovaia zheleznaia doroga nastoiashchee i budushchee. *Gudok*. 2016;(152):4-5. (In Russ.)]. Режим доступа: <https://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1348652>. Дата обращения: 26.04.2019.
13. Лукинова Л.Г. Новшества и реалии в области IP-адресов // Услуги связи: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2017. – № 11. [Lukinova LG. Novshestva i realii v oblasti IP-adresov. *Uslugi sviazi bukhgalterskii uchet i nalogooblozhenie*. 2017(11) (In Russ.)]. Режим доступа: <http://base.garant.ru/77653846>. Дата обращения: 26.04.2019.
14. Пласкова Н.С. Развитие методологии экономического анализа в цифровой экономике // Учет. Анализ. Аудит. – 2018. – Т. 5. – № 2. – С. 36-43. [Plaskova NS. The Development of the Economic Analysis Methodology in the Digital Economy. *Accounting. Analysis. Auditing*. 2018;5(2):36-43. (In Russ.)]. doi: 10.26794/2408-9303-2018-5-2-36-43
15. Вдовин С.А. Проблемы оценки экономической эффективности участников рынка в современных реалиях цифровой экономики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2018. – Т. 8. – № 2А. – С. 114–119. [Vdovin SA. The problems of assessing the economic efficiency of market participants in the modern realities of the digital economy. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2018;8(2A). (In Russ.)]. Режим доступа: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2018-2/12-vdovin.pdf>. Дата обращения: 26.04.2019.

**Сведения об авторе:**

Сацук Татьяна Павловна, доктор экономических наук, профессор;  
eLibrary SPIN: 2037-4309; ORCID: 0000-0001-5010-202X;  
E-mail: stp13@mail.ru

**Information about the author:**

Tatiana P. Satsuk, Doctor of Economics, Professor;  
eLibrary SPIN: 2037-4309; ORCID: 0000-0001-5010-202X;  
E-mail: stp13@mail.ru

**Цитировать:**

Сацук Т.П. Ключевые индикаторы оценки результативности инновационной стратегии развития железнодорожного транспорта // Транспортные системы и технологии. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 45–58. doi: 10.17816/transsyst20195345-58

**To cite this article:**

Satsuk TP. Key Indicators of Assessment of Effectiveness of Railway Transport Innovative Development Strategy. *Transportation Systems and Technology*. 2019;5(3):45-58. doi: 10.17816/transsyst20195345-58

## Рубрика 4. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

УДК [UDC] 338.47

DOI 10.17816/transsyst transsyst20195359-71

© С. Г. Бондарь

Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I

(Санкт-Петербург, Россия)

### АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ УРОВНЯ МОБИЛЬНОСТИ И ТРАНСПОРТНЫХ РАСХОДОВ НАСЕЛЕНИЯ

Пассажи́рский транспорт – это основа транспортной системы любой страны мира. Задачей транспорта является обеспечение возможности для каждого человека добраться до любой точки нашей планеты не только безопасно, комфортно и быстро, но с небольшими расходами.

**Цель:** оценка динамики и доли транспортных расходов населения Российской Федерации и исследование взаимосвязи величины транспортных расходов населения и его транспортной мобильности с уровнем тарифов на пассажирские перевозки.

**Методы:** для достижения поставленной цели были использованы такие общенаучные методы исследования, как наблюдение, анализ, обобщение, аналогия.

**Результаты:** отмечено, что транспортные расходы населения увеличиваются более медленными темпами, чем потребительские расходы. При рассмотрении факторов, влияющих на транспортные расходы населения, определено, что на фоне снижающихся объемов пассажирских перевозок происходит рост тарифов на перевозки. При сравнении индексов пассажирских тарифов и индекса потребительских цен, отмечен опережающий рост стоимости пассажирских перевозок по сравнению с ценами на потребительские товары, что делает транспортные услуги менее доступными для населения.

**Заключение:** Ускоряющийся ритм жизни и экономические реалии на сегодняшний день ставят перед транспортными компаниями определенные задачи по обеспечению высоких скоростей. На первый план выходит высокоскоростной наземный транспорт, одним из видов которого является магнитолевитационный, имеющий кроме высокой скорости определенные преимущества, такие как безопасность, комфортабельность, энергоэффективность и высокая пропускная способность. Развитие новых скоростных видов транспорта, включая магнитолевитационный, обеспечит высокий уровень транспортной мобильности и, соответственно, экономического развития страны.

**Ключевые слова:** транспортная мобильность населения, транспортные расходы населения, индекс потребительских цен, индекс тарифов на перевозки.

© S. G. Bondar

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
(St. Petersburg, Russia)

## ANALYSIS OF INTERRELATION BETWEEN LEVEL OF MOBILITY AND TRANSPORT EXPENSES OF POPULATION

Passenger transport is a basis in the transport system of any country. The task of transport is to provide an opportunity for every person to reach any point of our planet, not only safely, comfortably and quickly, but with little expenses.

**Aim:** the aim of this study is to evaluate dynamics and share of transport expenses in population of the Russian Federation, and to study interrelation between figure of transport expenses of population and its transport mobility, and passenger transport fares.

**Methods:** to achieve the set aim, such common scientific methods as observation, analysis, generalization, and analogy were used.

**Results:** it is noted that transport expenses of the population increase at a slower pace than consumer spending. When considering the factors affecting the transportation costs of the population, it was determined that against the background of decreasing volumes of passenger traffic there is an increase in transportation tariffs. When comparing the indices of passenger tariffs and the consumer price index, a rapid increase in the cost of passenger traffic compared to prices for consumer goods was noted, which makes transport services less accessible to the public.

**Conclusion:** The accelerating pace of life and economic realities today pose to transport companies certain tasks to ensure high speeds. High-speed ground transportation is coming to the fore, one of the types of which is a magnetic-vehicle transport, which, in addition to high speed, has certain advantages, such as safety, comfort, energy efficiency and high throughput. The development of new high-speed modes of transport, including a magnetic-casting, will ensure a high level of transport mobility and, accordingly, the country's economic development.

**Keywords:** transport mobility of population, transport expenses of population, consumer prices indices, transportation fares indices.

## ВВЕДЕНИЕ

Важным аспектом социальной и экономической жизни любого общества является возможность удовлетворения растущих потребностей населения в передвижении. С увеличением городских территорий, появлением и развитием мегаполисов появилась необходимость в организации транспортного обслуживания населения на территории городов и агломераций при взаимодействии различных видов транспорта. Таким образом, передвижение населения обеспечивается транспортной мобильностью.

Транспортная мобильность населения – это обеспечение передвижения трудовых ресурсов к месту работы, потребителей – к продавцам товаров и услуг, обучающихся – к месту учебы, также это доставка населения на культурные и спортивные мероприятия, бытовые поездки и поездки к местам отдыха. Поэтому увеличение транспортной мобильности является необходимым условием развития городов и агломераций, и соответственно, роста экономики страны в целом.

Транспортная мобильность на сегодняшний день это не только частота пользования населением услугами транспорта, но и качество услуги, включающее комфортность и скорость поездки. При этом скорость выполнения транспортной услуги в последнее время выходит на первое место, так как в современном мире скорость передвижения является необходимым качеством жизни. Таким образом, развитие высокоскоростных видов транспорта обеспечат не только высокие скорости перевозки, но и высокий уровень комфорта и безопасности.

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ТРАНСПОРТНЫХ РАСХОДОВ НАСЕЛЕНИЯ**

Одним из факторов развития крупных городов специалисты выделяют развитие высокоскоростного движения в стране, в том числе и магнитолевитационный транспорт, являющийся конкурентоспособным и в дальнем сообщении.

Высокий уровень транспортной мобильности населения означает возможность каждого человека добраться до любой точки нашей планеты быстро, безопасно, комфортно и с небольшими расходами. При этом, транспортная система должна обеспечивать данный уровень транспортной мобильности населения с наименьшими финансовыми затратами и использованием природных ресурсов как для государства, так и для транспортных компаний, а также незначительным воздействием на окружающую природную среду [1], [2].

В сфере пассажирских перевозок пассажир одновременно является и потребителем транспортных услуг, и объектом перемещения. Выбор вида транспорта, количество и дальность поездок в значительной мере зависят от уровня затрат населения на транспорт. Поэтому возможность передвижения при обеспечении высокого уровня качества пассажирских перевозок должна быть доступна всем категориям граждан, в том числе и наименее обеспеченным. Если транспортные расходы будут занимать значительную долю в общих расходах населения, то это будет ограничивать возможности в передвижении, а в некоторых случаях, сделает передвижение определенных категорий населения невозможным [3].

Таким образом, транспорт относится к сфере услуг и повышение эффективности работы транспортных компаний, должно не только обеспечивать высокий уровень мобильности населения и увеличивать прибыльность компаний, но и сопровождаться снижением транспортных расходов населения.

Если рассматривать опыт развитых стран, то расходы населения на транспортные услуги не превышают 5-10 % от общих расходов потребления домашних хозяйств [4].

В Табл. 1 [5], [6] приведена динамика потребительских расходов в среднем на члена домашнего хозяйства и динамика расходов на транспортные услуги в Российской Федерации. Как видно из таблицы с каждым годом происходит рост расходов, в том числе и на транспортные услуги. При этом, если потребительские расходы увеличились на 65,7 %, то расходы на транспортные услуги всего на 22,9 %, что и объясняет снижение доли данного вида затрат в общей сумме потребительских расходов с 3,1 % до 2,3 %. Таким образом, доля затрат на транспорт не превышает 3,5 %. Это меньше чем в Бразилии, Китае, Индии, Германии. По мнению ряда исследователей, такая доля затрат на транспортные услуги характерна для страны со средним уровнем развития экономики, которой присуще высокое неравенство, большое расстояние и значительная маятниковая миграция населения между работой и местом жительства в крупных городах и агломерациях [7].

Таким образом, уровень транспортных расходов в общей величине потребительских расходов, отражает не только уровень развития экономики в стране, но и характеризует уровень транспортной мобильности населения.

Таблица 1. Динамика потребительских расходов и расходов на транспортные услуги в РФ 2010 -2017 гг

Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Потребительские расходы, руб/мес	10121,5	11285,5	12623,9	13706,7	14629,6	14712,7	16085,7	16770,3
В % к 2010 г.		111,5	124,7	135,4	144,5	145,4	158,9	165,7
Расходы на транспортные услуги, руб/мес	313,8	327,3	340,9	370,1	380,4	338,4	369,9	385,7
В % к 2010 г.		104,3	108,6	117,9	121,2	107,8	117,9	122,9
Доля расходов на транспортные услуги в потребительских расходах, %	3,1	2,9	2,7	2,7	2,6	2,3	2,3	2,3

При этом стоит учитывать, что данные приведены в среднем по Российской Федерации. Вместе с тем они будут значительно различаться по регионам, и особенно, в крупных агломерациях, таких как Санкт-Петербург, Москва.

Невозможно однозначно оценить изменение доли расходов на транспорт в общей сумме потребительских расходов населения, так как необходимо рассматривать одновременно и динамику транспортных расходов, и динамику потребительских расходов в целом. Увеличение затрат на транспортные услуги может быть связано с изменением двух факторов: увеличением количества поездок населения (происходит увеличение транспортной подвижности населения) и ростом тарифов. Если увеличение транспортной подвижности является положительной динамикой, то увеличение тарифов может привести к отрицательному результату как для населения (отказ от поездок), так и для транспортных компаний (снижение объема пассажирских перевозок и потеря доходов), что в свою очередь отразится на экономике страны.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК И ОЦЕНКА УРОВНЯ ТРАНСПОРТНОЙ МОБИЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ**

Увеличение транспортной подвижности населения будет отражаться, в первую очередь, в росте объемов пассажирских перевозок. Необходимо отметить, что данный показатель в последнее время снижается: если в 2005 году объем перевозок пассажиров составлял 30 109,5 млн. чел., то в 2017 году было перевезено всего 18 479,30 млн. чел., то есть за 12 лет сокращение на 38,6 % [8], [9]. При этом происходит увеличение пассажирооборота. Если в 2005 году пассажирооборот составлял 473,3 млрд. пасс-км, то в 2017 году уже 560,7 млрд. пасс-км (прирост 18,5 %).

Если рассматривать структуру пассажирооборота (Рис. 1), то наибольшая доля в 2005 году приходится на автомобильный транспорт (автобусы, включая легковое такси) 30,09 % и на дальнее сообщение железнодорожного транспорта 25,12 %. В 2017 году структура пассажирооборота претерпела кардинальные изменения. Наибольшая доля приходится на воздушный транспорт 46,27 %, при этом на автомобильный и дальнее сообщение железнодорожного транспорта приходится всего 22,10 % и 16,25 % соответственно.

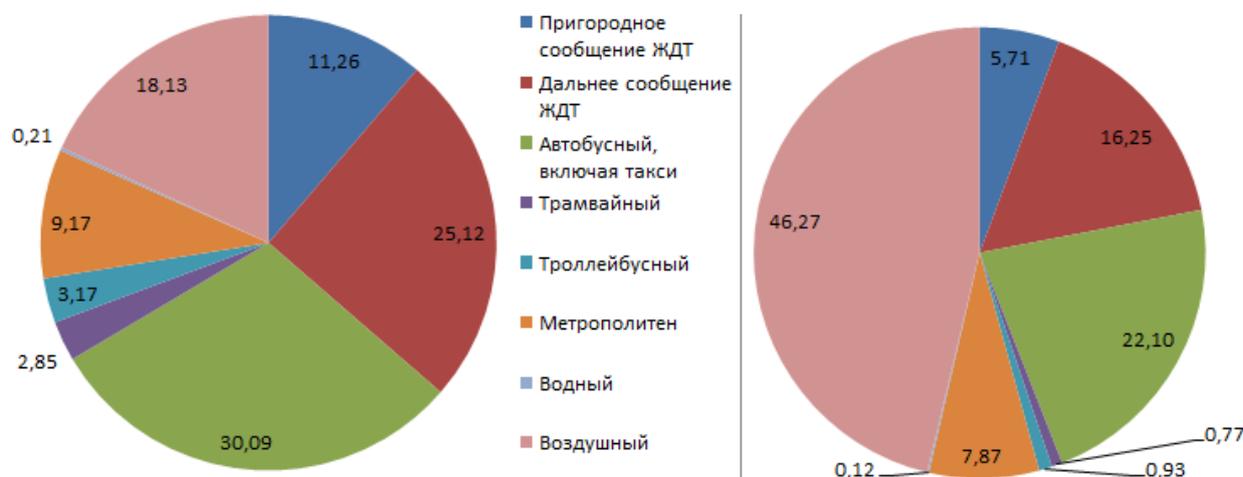


Рис. 1. Структура пассажирооборота, 2005 и 2017 гг., %

Рассмотрим динамику пассажирских перевозок, осуществляемых на дальние расстояния в междугороднем сообщении (Рис. 2).

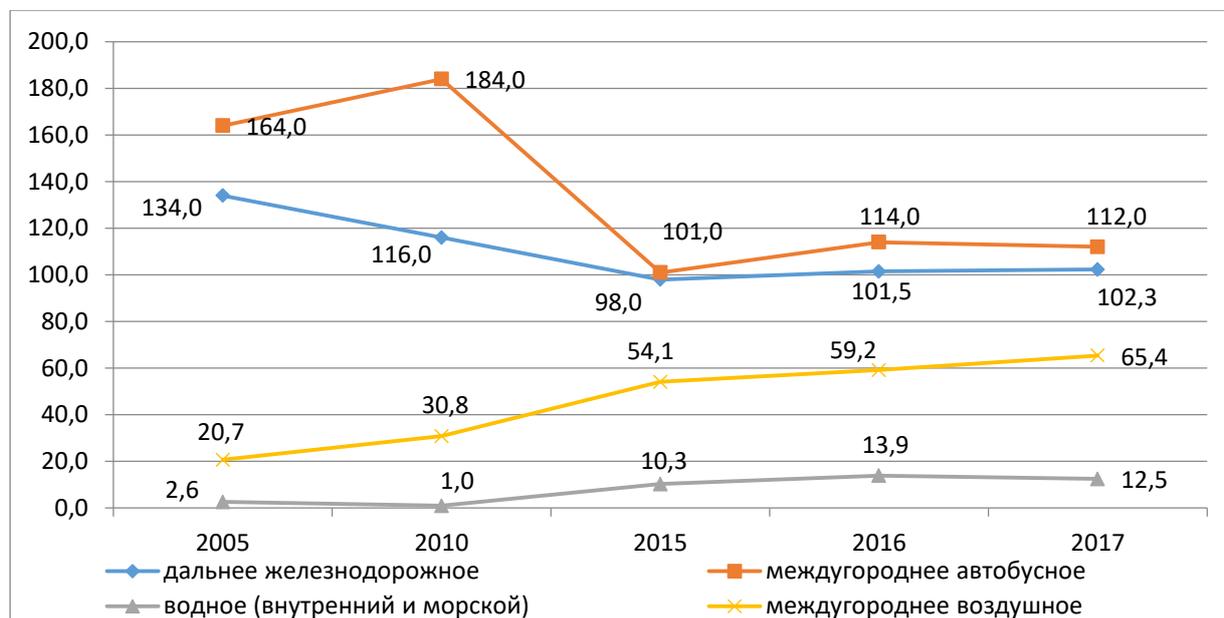


Рис. 2. Динамика пассажирских перевозок по видам транспорта в междугороднем сообщении, млн. пассажиров

Только воздушный и водный транспорт наращивают объемы пассажирских перевозок в рассматриваемом периоде. Воздушный транспорт увеличил объем перевозок пассажиров почти в три раза на фоне

падения объемов на железнодорожном и автобусном видах транспорта. При этом не стоит забывать, что в международном сообщении воздушный транспорт является лидером и выполняет 95,7 % пассажирских перевозок [6]. Таким образом, основными конкурентами железнодорожного транспорта на дальние расстояния является автобусный и воздушный транспорт. Рассчитаем темпы изменения объемов пассажирских перевозок в дальнем сообщении этих видов транспорта.

Из Рис. 3 видно, что увеличение объемов перевозок пассажиров у воздушного транспорта составило 315,9 %, при этом объем пассажирских перевозок железнодорожным транспортом в дальнем сообщении снизился на 23,7 % по сравнению с 2005 годом. Это можно объяснить ростом национального дохода и материального благосостояния народа (страны), развитием культурных и деловых связей. Потребители охотнее пересаживаются на более скоростной вид транспорта.

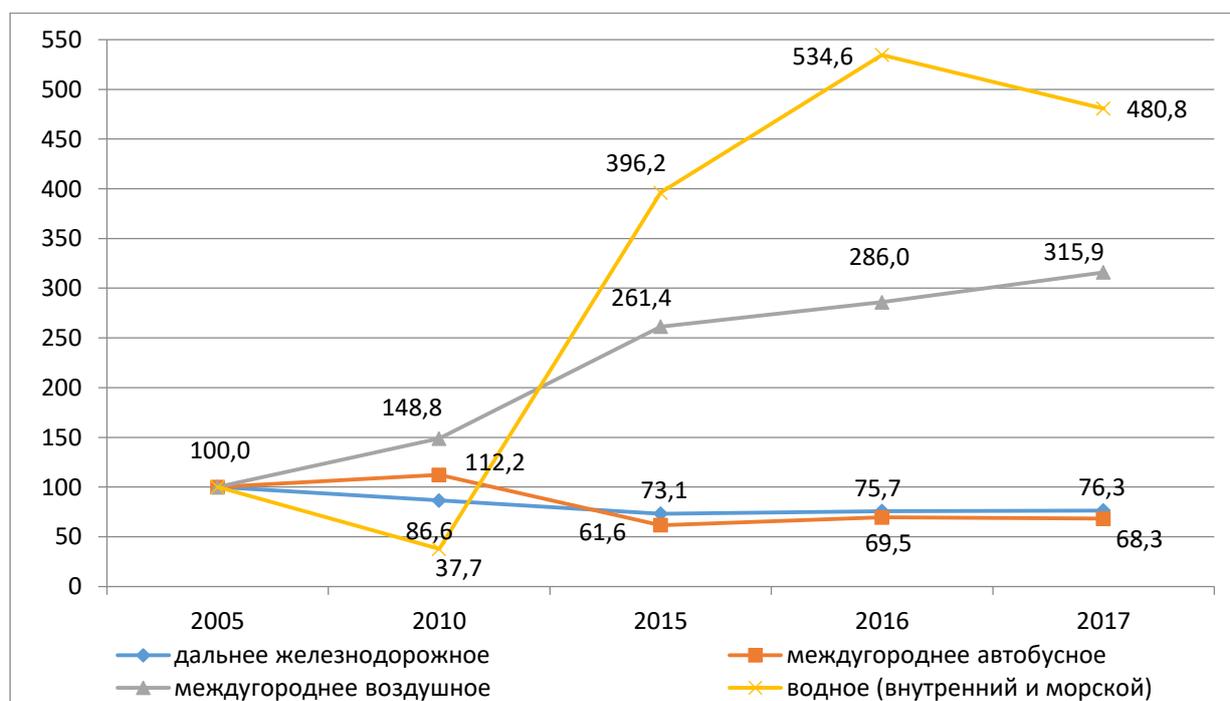


Рис. 3. Темп изменения объемов пассажирских перевозок в дальнем сообщении (в сравнении с 2005г.), % [рассчитано автором]

В связи с увеличением тарифов на проезд в поездах дальнего следования, исключением общих вагонов из составов, увеличением количества купейных вагонов и СВ на сегодняшний день стоимость проезда в поездах дальнего следования на некоторых маршрутах равна или превышает стоимость билетов на самолет. Высокая ценовая и

маркетинговая гибкость авиакомпаний, скорость и время доставки пассажиров привели к потере своих позиций железнодорожным транспортом в межвидовой конкуренции, и как следствие, к потере пассажиров. При этом автобусные перевозки в междугороднем сообщении также продолжают забирать часть пассажиров железнодорожного транспорта, так как при сопоставимых или более низких ценах на билеты, по сравнению с плацкартными вагонами, могут предоставить более высокий уровень комфорта при сравнимой длительности и дальности поездки.

Подтверждают данную динамику и показатели, характеризующие транспортную мобильность населения, – это статический коэффициент подвижности и динамический коэффициент подвижности [10].

В дальнейшем сообщении статический показатель транспортной подвижности увеличивается с 1,35 до 1,60 поездок/чел (увеличение 18,5 %), динамический показатель увеличивается с 1436,02 до 2390,92 пасс-км/чел, увеличение составило 66,5 % (Рис. 4). Такое резкое увеличение последнего показателя связано с ростом дальности перевозки воздушным транспортом. Средняя дальность перевозки в последнее время этим видом транспорта превышает 2,5 тыс. км.

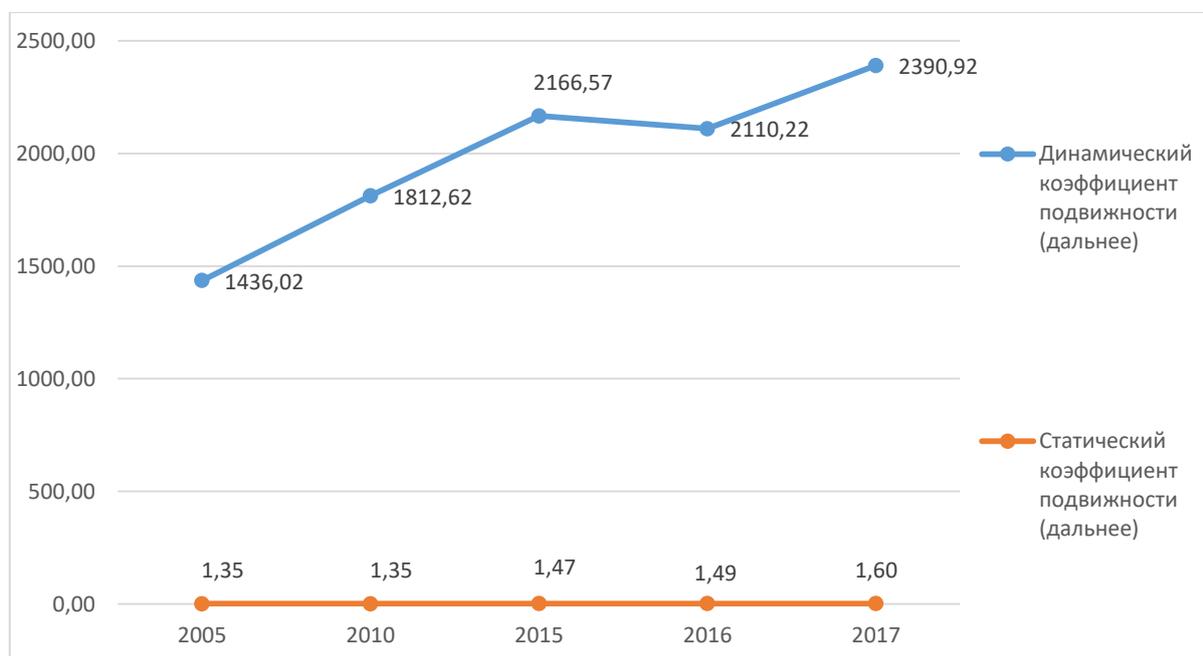


Рис. 4. Динамика показателей транспортной подвижности в дальнем следовании [рассчитано автором]

## ОЦЕНКА ТАРИФОВ ТРАНСПОРТА И ИНДЕКСА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ЦЕН

Вторым фактором, определяющим уровень транспортных расходов, являются на тарифы на услуги транспорта. Необходимо сопоставить изменение транспортных расходов с динамикой потребительских цен (Табл. 2). Индекс потребительских цен используется для установления величины изменений во времени общего уровня цен на товары и услуги, которые население приобретает для непроизводственного использования. Таким образом, индекс позволяет оценить реальную стоимость жизни.

Таблица 2. Индексы потребительских расходов, включая расходы на транспортные услуги, и потребительских цен

Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Потребительские расходы	116,5	111,5	111,9	108,6	106,7	100,6	109,3	104,3
Расходы на транспортные услуги	116,5	104,3	104,2	108,6	102,8	89,0	109,3	104,3
Индекс потребительских цен	108,8	106,1	106,6	106,5	111,4	112,9	105,4	102,5

Темп роста потребительских расходов замедлился после 2013 года и не превышал 110 % к предыдущему периоду, при этом он превышает темп роста расходов на транспортные услуги. В 2015 году расходы на транспортные услуги были ниже, чем в 2014 году. Стоит отметить, что темп роста потребительских цен кроме 2014 и 2015 гг. года был ниже, чем темп роста потребительских расходов. В 2014 и 2015 гг. темп роста индекса потребительских цен превышает темп роста потребительских расходов, что говорит о снижении реальных доходов и падении покупательной способности населения.

Сопоставим индекс потребительских цен с индексами тарифов воздушного, автобусного и железнодорожного видов транспорта в дальнем (междугороднем) сообщении (Рис. 5).

Наибольший рост тарифов на пассажирские перевозки в 2010 году отмечен у воздушного транспорта 110,4, затем темп роста тарифов замедлился, и в 2013 году у воздушного транспорта было наименьшее увеличение тарифов по сравнению с другими видами транспорта 102,0.

В 2014–2015 годах рост тарифов воздушного транспорта превышал и индекс потребительских цен, и рост тарифов железнодорожного и автобусного видов транспорта. При этом объемы пассажирских перевозок

воздушным транспортом продолжали увеличиваться (Рис. 2 и 3), несмотря на высокий темп роста тарифов. Таким образом, несмотря на высокий рост тарифов воздушного транспорта потребители выбирают более высокую скорость передвижения, что диктуется реалиями современного мира.

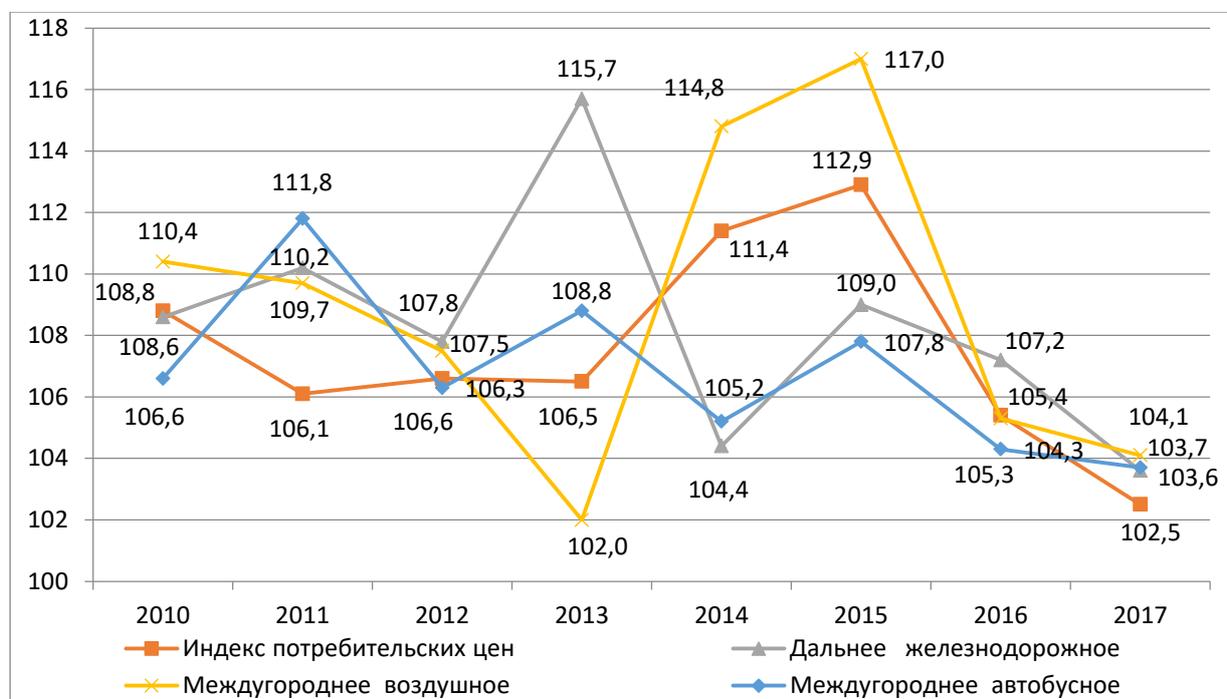


Рис. 5. Индексы потребительских цен и тарифов на пассажирские перевозки

Индекс потребительских цен кроме 2014 и 2015 годов ниже темпов роста тарифов на услуги транспорта, то есть тарифы увеличивались быстрее чем стоимость продовольственных товаров и материальных благ, опережая темпы инфляции. Что приводит к установлению достаточно высокой стоимости тарифов на пассажирские перевозки.

Таким образом, наблюдается отрицательная динамика в сфере пассажирских перевозок: увеличение расходов населения на транспортные услуги за счет роста тарифа на перевозки при одновременном снижении объемов пассажирских перевозок. При этом объемы перевозок пассажиров скоростного вида транспорта (воздушный) продолжают увеличиваться, несмотря на рост тарифов. Поэтому на сегодняшний день скорость передвижения является одним из факторов привлечения потенциального пассажиропотока, так как в быстро развивающемся и меняющемся мире скорость играет первостепенную роль.

По оценке специалистов с развитием высокоскоростного транспорта пассажиры железнодорожного транспорта начнут на него пересаживаться. Согласно европейским данным, основная часть пересаживающихся на

скоростные наземные виды транспорта – это пассажиры воздушного транспорта [11]. С развитием высокоскоростного вида транспорта произойдет сокращение времени ожидания прибытия транспорта, повысится уровень комфортности поездки пассажиров, увеличится скорость передвижения [12], [13], [14].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ускоряющийся ритм жизни ставит перед транспортными компаниями определенные задачи по обеспечению высоких скоростей перевозок [15]. Мировая практика показывает, что в условиях высоких скоростей передвижения высокоскоростной наземный транспорт, тесно взаимодействует, а в ряде случаев замещает воздушный транспорт, так как обеспечивает высокую скорость перемещения и высокую производительность. Необходимо вспомнить про магнитолевитационный транспорт, относящийся к высокоскоростным видам транспорта. Магнитолевитационный транспорт – это инновационный вид транспорта, он соответствует скоростным характеристикам воздушного транспорта, но при этом обладает определенными преимуществами. К достоинствам магнитолевитационного транспорта можно отнести безопасность, экологичность, сниженное энергопотребление, комфортабельность и высокую пропускную способность. Развитие данного вида транспорта сможет удовлетворить требования потребителей к высокой скорости перемещения и желаемому качеству перевозок.

Поэтому магнитолевитационный транспорт сможет составить конкуренцию воздушному транспорту в междугороднем сообщении, даст рост транспортной мобильности населения и, соответственно, приведет к росту экономики страны. Именно поэтому развитие новых скоростных видов транспорта, включая магнитолевитационный, является обязательным и необходимым условием как для обеспечения высокого уровня транспортной мобильности населения, так и экономического развития страны.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References

1. Сибирко И.В., Степушина Е.А. Мобильность населения как социальный приоритет государственной транспортной политики и фактор повышения качества жизни населения России / Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы VII Междунар. науч. конф. Санкт-Петербург, 20–23 июля 2018 г. – СПб: Свое издательство, 2018. – С 5–10. [Sibirko IV, Stepushina EA. Mobil'nost' naseleniya kak social'nyj prioritet gosudarstvennoj transportnoj politiki i faktor povysheniya kachestva zhizni naseleniya Rossii. Proceedings of the VII Mezhdunar. nauch. konf. "Problemy i perspektivy ekonomiki i upravleniya". Sankt-Peterburg, July 2018. St. Petersburg: Svoe

- izdatel'stvo, 2018. Pp. 5-10 (In Russ.). Доступно по: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/296/14378/>. Ссылка активна на: 02.05.2019.
2. Коган Д. НОМО MOBILIS – человек мобильный // Автомобильный транспорт. – 2016. – № 1. – С. 32–37 [Kogan D. НОМО MOBILIS - chelovek mobil'nyj. *Avtomobil'nyj transport*. 2016;1:32-37. (In Russ.)].
  3. Никитина А.Н. Доступность пассажирского транспорта для населения с точки зрения формирования тарифа // Молодой ученый. – 2012. – №8. – С. 134-136. [Nikitina AN. Dostupnost' passazhirskogo transporta dlya naseleniya s tochki zreniya formirovaniya tarifa. *Molodoj uchenyj*. 2012;8:134-136. (In Russ.)].
  4. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р. [Transportnaya strategiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda, utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 22 noyabrya 2008 g. № 1734-r. (In Russ.)]. Доступно по: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82617/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617/). Ссылка активна на: 02.05.2019.
  5. Официальная статистика // Федеральная служба государственной статистики. [Oficial'naya statistika. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki] Доступно по: [www.gks.ru](http://www.gks.ru). Ссылка активна на: 02.05.2019.
  6. Российский статистический ежегодник. – М.: Росстат. – 2018. – 694 с. [Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. Moscow: Rosstat, 2018. 694 p. (In Russ.)].
  7. Активность населения в использовании транспортных услуг // Бюллетень социально-экономического кризиса в России. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. – № 7. – 2015. [Aktivnost' naseleniya v ispol'zovanii transportnyh uslug. *Byulleten' social'no-ekonomicheskogo krizisa v Rossii // Analiticheskij centr pri Pravitel'stve Rossijskoj Federacii*. No. 7, 2015. (In Russ.)]. Доступно по: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/7059.pdf>. Ссылка активна на: 02.05.2019.
  8. Транспорт в России. – М.: Росстат. – 2018. – 101 с. [Transport v Rossii. Moscow: Rosstat, 2018. 101p. (In Russ.)].
  9. Годовые отчеты ОАО «Российские железные дороги» за 2005, 2010, 2015 и 2017 гг. [Godovye otchety ОАО «Rossijskie zheleznye dorogi» za 2005, 2010, 2015 i 2017 gg. (In Russ.)]. Доступно по: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=32](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=32). Ссылка активна на: 02.05.2019.
  10. Строева Г.Н., Слободчикова Д.В. Обеспечение транспортной доступности населения как важное направление социально-экономического развития региона // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». – 2016. – Т.7. – №4. – С.673-679. [Stroeva GN, Slobodchikova DV. Provision the Transport Availability of the Population as an Important Direction of Socio-Economic Development of the Region. *Elektronnoe nauchnoe izdanie «Uchenye zametki TOGU»*. – 2016;7(4):673-679. (In Russ.)]. Доступно по: <https://docplayer.ru/44714828-Obespechenie-transportnoy-dostupnosti-naseleniya-kak-vazhnoe-napravlenie-socialno-ekonomicheskogorazvitiya-regiona.html>. Ссылка активна на: 02.05.2019.
  11. Мишарин А.С., Покусаев О.Н., Намиот Д.Е., Катцын Д.В. О моделировании пассажирского потока для высокоскоростных железных дорог // International Journal of Open Information Technologies – 2018. – № 5 – Т. 6. – С. 15–20. [Misharin AS, Pokusaev ON, Namiot DE, Katsyn DV. On passenger flow modeling for high-speed railways. *International Journal of Open Information Technologies*. 2018;5(6):15-20. (In Russ.)]. Доступно по: <https://cyberleninka.ru/article/n/o->

modelirovani-passazhirskogo-potoka-dlya-vysokoskorostnyh-zheleznyh-dorog  
Ссылка активна на: 02.05.2019.

12. Наомит Д.Е., Покусаев О.Н., Чекмарев А.Е. Оценка пассажиропотока для новых линий железной дороги в Московском регионе // *International Journal of Open Information Technologies* – 2018. – Т.6. – № 10. – С.22–28. [Naomit DE, Pokusaev ON, Chekmarev AE. On the assessment of passenger traffic for new rail lines in the Moscow region. *International Journal of Open Information Technologies*. 2018;10(6):22-28. (In Russ.)]. Доступно по: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-modelirovani-passazhirskogo-potoka-dlya-vysokoskorostnyh-zheleznyh-dorog> Ссылка активна на: 02.05.2019.
13. Зайцев А.А. Магнитолевитационный транспорт: ответ на вызовы времени // *Транспортные системы и технологии*. – 2017. – № 1. – Т. 3. – С. 5–13. [Zaytsev AA. Magnetothevitational transport: response to time challenges. *Transportation Systems and Technology*. 2017;3(1):5-13. (In Russ.)]. doi: 10.17816/transsyst2017315-13
14. Высокоскоростное и скоростное движение в России. [Vysokoskorostnoe i skorostnoe dvizhenie v Rossii]. Доступно по: [http://www.rzd-expo.ru/innovation/high\\_speed\\_traffic\\_and\\_infrastructure/](http://www.rzd-expo.ru/innovation/high_speed_traffic_and_infrastructure/). Ссылка активна на: 02.05.2019.

#### Сведения об авторе:

Бондарь Светлана Геннадьевна, старший преподаватель;  
eLibrary SPIN:5491-9045; ORCID: 0000-0001-9912-3366;  
E-mail: bondar.svetlana2011@yandex.ru

#### Information about the author:

Svetlana Bondar, Senior Lecturer;  
eLibrary SPIN:5491-9045; ORCID: 0000-0001-9912-3366;  
E-mail: bondar.svetlana2011@yandex.ru

#### Цитировать:

Бондарь С.Г. Анализ взаимосвязи уровня мобильности и транспортных расходов населения // *Транспортные системы и технологии*. – 2019. – Т. 5. – № 1. – С. 59–71. doi: 10.17816/transsyst20195359-71

#### To cite this article:

Bondar SG. Analysis of Interrelation Between Level of Mobility and Transport Expenses of Population. *Transportation Systems and Technology*. 2019;5(3):59-71. doi: 10.17816/transsyst20195359-71