

ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЖУРНАЛ О НАУКЕ, ЭКОНОМИКЕ, ПРАКТИКЕ



Новый этап развития
транспортных коридоров

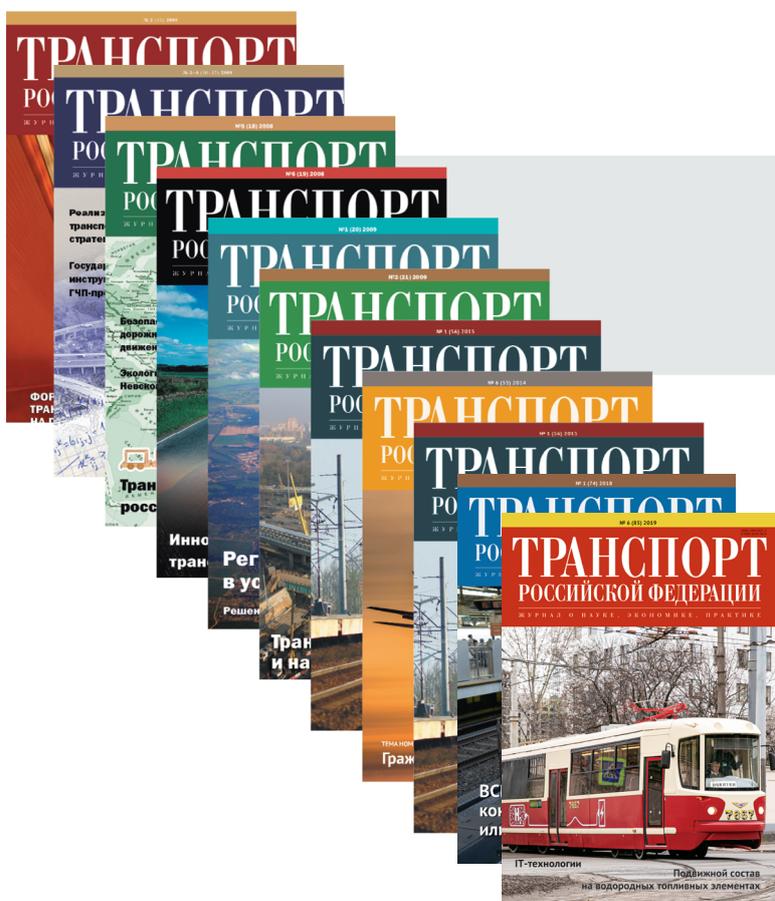
Железные дороги
в Арктической зоне

Автомобилестроение
в России: анализ рынка

Подписка

Подписка на журнал «Транспорт Российской Федерации» оформляется в любом отделении почтовой связи

- по объединенному каталогу «Пресса России»,
подписной индекс 15094,
- по электронному каталогу «Почта России»,
подписной индекс П1719
- по телефону: **8 (495) 970-74-09,**
- по электронной почте: **info@rosacademtrans.ru**



Подписку также можно оформить в агентствах:

«Книга-Сервис»

Тел.: (495) 680-90-88

<http://akc.ru>

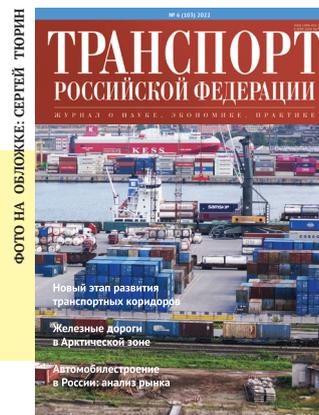
«Урал-Пресс»

Тел.: (495) 789-86-36

«Почта России»

Тел.: (495) 956-20-67

<http://russianpost.ru>



**Российская академия транспорта более 30 лет
объединяет ученых в сфере транспорта..... 3**

ГОСУДАРСТВО И ТРАНСПОРТ

А. В. Карлов, О. В. Ефимова

Транспортная политика в условиях внешнего
санкционного давления: новый этап развития
транспортных коридоров 4

ЭКОНОМИКА И ФИНАНСЫ

Д. А. Мачерет, А. В. Кудрявцева

Социально-экономические предпосылки и тенденции
развития транспортных инноваций 8

ПЕРЕВОЗКИ

Ю. И. Соколов, И. М. Лавров

Экономическая оценка взаимосвязи уровня качества
транспортного обслуживания и спроса на грузовые
перевозки 15

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

А. А. Пархоменко, О. В. Осокин, П. А. Козлов

Имитационная экспертиза инфраструктурных проектов
на транспорте..... 19

**Г. И. Гаджиметов, В. А. Никонов,
Д. С. Курдииков, А. С. Пономарев**

О расчете приведенной длины эквивалентного маятника
люлечного подвешивания грузового вагона с наклонными
подвесками 24

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТЕХНИКА

В. В. Фролов, Ю. Г. Едигарева

Изменения рынка автомобилестроения в России
под влиянием санкций..... 28

ИНФРАСТРУКТУРА

Т. В. Шепитько, А. А. Зайцев, И. А. Артюшенко

Особенности проектирования, строительства
и эксплуатации инфраструктуры опорной сети
железных дорог в Арктической зоне.....32

ЭКОЛОГИЯ

Ю. В. Трофименко

Проблемы декарбонизации автомобильного транспорта
в Российской Федерации.....37

Аннотации 42

Abstracts 43

Транспорт Российской Федерации

Журнал о науке, экономике, практике

УЧРЕДИТЕЛИ

Российская академия транспорта,
Петербургский государственный университет путей сообщения

Главный редактор

Олег Тимофеев

Заместитель главного редактора

Игорь Киселев

Шеф-редактор

Андрей Гурьев

Арт-директор

Сергей Тюрин

Корректор

Светлана Зинченко

Переводчик

Илья Потапов

Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС77- 34452 от 03.12.2008
выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций.

Журнал включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук».

При перепечатке опубликованных материалов
ссылка на журнал «Транспорт Российской Федерации.
Журнал о науке, экономике, практике»
обязательна.

Адрес редакции:

г. Москва, ул. Маши Порываевой, 34.

info@rosacademtrans.ru
www.rosacademtrans.ru

Тел.: 8 (495) 970-74-09.

Редакция журнала не несет ответственности
за содержание рекламных материалов.

Установочный тираж 7 000 экз.

Подписано в печать 20.06.2023.

Отпечатано:

типография издательства «Прометей».

11900. Москва, ул. Арбат, д. 51, стр. 1.

Тел.: +7 (495) 730-70-69.

E-mail: info@prometej.su.

Заказ № 2814.

Редакционный совет

Мишарин А. С. — президент Российской академии транспорта
Олерский В. А. — председатель редакционного совета журнала
Нерадько А. В. — руководитель Федерального агентства воздушного транспорта
Ефимов В. Б. — президент Союза транспортников России, вице-президент РАТ
Гапанович В. А. — президент НП «ОПЖТ», член РАТ
Тимофеев О. Я. — главный редактор журнала «Транспорт РФ»
Ефимова О. В. — главный ученый секретарь

Редакционная коллегия

Тимофеев О. Я. — председатель редакционной коллегии, главный редактор
Сапожников В. В. — заместитель председателя редакционной коллегии, профессор ПГУПС
Ефанов Д. В. — заместитель ген. директора по научно-исследовательской работе ООО НТЦ «Комплексные системы мониторинга», профессор Высшей школы транспорта Института машиностроения, материалов и транспорта Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Российского университета транспорта
Белозеров В. Л. — представитель РОСПРОФЖЕЛ в Северо-Западном федеральном округе, профессор кафедры «Экономика транспорта» ПГУПС, член президиума РАТ
Белый О. В. — директор по науке СПбНЦ РАН, председатель Объединенного научного совета по междисциплинарным проблемам транспортных систем РАН
Потапов И. П. — исполнительный директор РАТ
Бороненко Ю. П. — заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС, генеральный директор АО «НВЦ «Вагоны»
Дунаев О. Н. — председатель подкомитета по транспорту и логистике комитета РСПП по международному сотрудничеству, директор Центра стратегического развития логистики
Дудкин Е. П. — руководитель НОЦ ПГУПС «Промышленный и городской транспорт»
Журавлева Н. А. — заведующая кафедрой «Экономика транспорта» ПГУПС, директор ИПЭБУ ПГУПС
Киселев И. П. — профессор кафедры «Строительство дорог транспортного комплекса» и кафедры «История, философия, политология и социология» ПГУПС
Клештик Томаш — профессор, заведующий кафедрой «Экономика» факультета эксплуатации и экономики транспорта и коммуникаций Жилинского университета, Словакия
Костылев И. И. — заведующий кафедрой «Теплотехника, судовые котлы и вспомогательные установки» ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова
Кравченко П. А. — научный руководитель Института безопасности дорожного движения СПбГАСУ
Куклев Е. А. — директор Центра экспертизы и научного сопровождения проектов при Санкт-Петербургском государственном университете гражданской авиации (СПбГУГА)
Мачерет Д. А. — профессор РУТ (МИИТ), первый заместитель председателя объединенного ученого совета ОАО «РЖД»
Панычев А. Ю. — ректор ПГУПС
Пимоненко М. М. — доцент кафедры «Логистика и коммерческая работа» ПГУПС
Смурув М. Ю. — заведующий кафедрой «Коммерческая деятельность» СПбГУГА
Соколов А. М. — вице-президент Союза «Объединение вагоностроителей»
Шнайдер Экхард — профессор Фраун-Гоферовского института неразрушающего контроля, Германия

Российская академия транспорта более 30 лет объединяет ученых в сфере транспорта



Российская академия транспорта — крупнейшая общероссийская научная организация, объединяющая ученых, специалистов и руководителей в области транспортной науки. Членами Российской академии транспорта являются более 650 докторов и кандидатов наук из 47 субъектов Федерации.

Академия основана 26 июня 1991 года и уже на протяжении более тридцати лет принимает активное участие в разработке, совершенствовании и реализации приоритетных решений в области развития транспортной системы Российской Федерации, а также всего комплекса наук железнодорожного, автомобильного, авиационного, внутреннего водного, морского и трубопроводного транспорта.

Сегодня Российская академия транспорта является одной из лидирующих организаций в сфере транспортной науки. Академия обладает богатой уникальной историей, которая наполнена важными для страны событиями, проектами и людьми.

Академия внесла большой вклад в формирование и совершенствование



Конференция «Научное сопровождение развития транспорта: инновационные тренды» в рамках XV Международного форума и выставки «Транспорт России — 2022». 2022

региональных программ развития транспорта и транспортной инфраструктуры, внедрение новейших транспортных систем и технологий.

Только за последние три года при участии членов академии было проведено более 70 мероприятий, в том числе международных конференций.

Члены академии за 2021–2023 годы выпустили более двух тысяч публикаций и монографий в рецензируемых изданиях, в том числе ВАК.

Продолжая наращивать темпы активной работы академии, мы обеспечим еще более существенный вклад в развитие транспортной науки, а также в созда-

ние системы научного сопровождения транспортной стратегии и разработки прорывных технологий отрасли. Важная задача для академии — повышение статуса как ученого, так и научной работы. Также необходимо помнить о привлечении региональных кадров, у которых есть возможность показать весь свой научный потенциал, базируясь на такой площадке, как Общероссийская общественная организация «Российская академия транспорта».

Ведь транспортная система — это каркас социально-экономической стабильности нашей страны в целом и основа для ее развития в будущем.



Круглый стол Российской академии транспорта «Роль науки в обеспечении технологической устойчивости транспорта» в рамках XVI Международного форума и выставки «Транспорт России — 2023». 2022



Обсуждение проекта «Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом до 2035 года» участниками семинара-совещания по подготовке заседания Президиума Госсовета РФ. Подгруппа № 4 «Научные подходы к реализации транспортной стратегии. Технологии, образование и кадры». 18 октября 2022

Транспортная политика в условиях внешнего санкционного давления: новый этап развития транспортных коридоров



А. В. Карлов,
аспирант Российского
университета
транспорта
(РУТ (МИИТ))



О. В. Ефимова,
д-р экон. наук, заведующая
кафедрой «Экономика,
организация производства
и менеджмент»
РУТ (МИИТ)

С февраля 2022 года транспортная отрасль, как и вся российская экономика, столкнулась с беспрецедентным санкционным давлением. Введены ограничения в отношении ряда транспортных компаний и групп товаров, ужесточен до запретительного уровня режим таможенного контроля, прекращен прием платежей западными банками за международные перевозки в Россию и из нее. Остановлена работа на российском направлении контейнерных линий, доминирующих на рынках международных перевозок. Подобные действия привели к значительным изменениям в работе транспортной системы.

По данным открытых источников, объем перевалки контейнеров в портах Балтийского бассейна в 2022 году сократился на 56 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года [1], однако грузооборот морских портов России за январь–декабрь 2022 года увеличился на 0,7 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил 841,5 млн тонн [2]. Погрузка в сети РЖД за 12 месяцев 2022 года составила 1 млрд 234 млн тонн — на 3,8 % меньше показателя аналогичного периода прошлого года [3], одновременно контейнерные перевозки в сети РЖД выросли на 0,3 %, до 6,52 млн TEU [4].

Столь разнонаправленная динамика говорит о структурных изменениях в экономике: бизнес ищет новых партнеров в дружественных странах, товарные потоки разворачиваются на Юг и Восток.

Нет сомнения, что транспортная политика государства также должна соответствовать экономической — вести к сокращению рисков и развитию восточных и южных направлений, не забывая о потенциале Арктики.

Кластеризация мер санкционного давления на транспортную систему

Санкционные последствия для экономики уже активно рассматриваются в научных трудах [5], в том числе транспортные аспекты [6–8].

Классификация санкций на государственном уровне предусматривает группировку по сферам влияния:

- государственный долг и инвестиции;
- визы и дипломатические отношения;
- сотрудничество с государствами, союзами и международными организациями;
- экспорт и импорт;
- банки и банковская деятельность;
- авиационное сообщение и навигация;
- медиа и интернет;
- персональные санкции.

По информации в научных и открытых источниках произведена категоризация санкционных мер, влияющих на функционирование транспортной системы по видам транспорта (см. таблицу).

Группирование санкционных мер против России позволяет выявить основные вызовы, стоящие перед транспортным комплексом. Это необходимо для возрождения отечественного транспортного машиностроения и обеспечения непрерывности в эксплуатации транспортных средств, а также для правового регулирования ответственности субъектов рынка за бесперебойность поставок и страхования ответственности логистической деятельности.

Повышение качества перевозочного процесса на уровне транспортной политики достигается формированием устойчи-

Санкционные меры против Российской Федерации

Отрасль	Финансовые санкции, вкл. лизинг	Секторальные санкции	Промышленность
Воздушный транспорт	Запрет на лизинг и продажу воздушных судов российским авиакомпаниям. Косвенно: высокие страховые премии для авиакомпаний третьих стран	Запрет на полеты и закрытие воздушного пространства, отзыв сертификатов летной годности. Косвенно: отключение поддержки систем бронирования, инвентарных и прочих IT-систем	Санкции против российского авиапрома и запрет на поставку запчастей, компонентов
Водный транспорт	Запрет на доступ к финансовым рынкам для отдельных российских компаний	Запрет на заходы аффилированных с Россией судов (под любым флагом) в порты Европы, США и их союзников, прекращение деятельности контейнерных линий (MAERSK, MSC и др.)	Запрет на поставки оборудования и запчастей, санкции против российской судостроительной отрасли
Железнодорожный транспорт	Запрет на доступ к финансовым рынкам для РЖД	Напрямую не объявлялись	Запрет на поставки широкой номенклатуры оборудования. Косвенные последствия: уход производителей железнодорожного подвижного состава (Siemens), компонентов для него (подшипников и пр.). Риск срыва реализации проекта ВСМ, поставок запчастей и комплектующих к отдельным видам подвижного состава
Автомобильный транспорт	Косвенно: возросшая стоимость страховки и сопутствующих финансовых продуктов	Запрет на въезд на территорию стран Европейского союза	Запрет на поставки тягачей, прицепов и другой техники, запреты на поставки полупроводников, автокомпонентов для европейской техники (уход автопроизводителей и прекращение поддержки)
Дорожное хозяйство	Вторичные последствия от общих финансовых ограничений	Не объявлялись	Запрет на поставку дорожной техники со стороны недружественных стран
Цифровизация и технологии	Финансовые санкции затронули институты развития ВЭБ, коммерческие банки, вкладывавшие в IT-решения	Запрет на поставку полупроводников и IT-решений, уход ведущих IT-компаний, запрет на поставку отдельных категорий ПО	Запрет на поставки телекоммуникационного оборудования для организации работы сетей

вых транспортно-логистических систем, включающих подвижной состав и стационарные устройства всех видов транспорта, работающих на основе единой технологии товародвижения на территории страны и в международном сообщении.

Транспортно-логистические коридоры в условиях санкций

В условиях санкционных ограничений транспортная политика Российской Федерации естественным образом направлена на развитие транспортно-логистических коридоров, обеспечивающих доступ к новым и перспективным рынкам. Вопросы категоризации, специализации транспортных коридоров, проходящих по территории России, довольно хорошо изучены в научной литературе [9–12].

Транспортный коридор рассматривается как «организационно и экономически сбалансированная совокупность инфраструктурных объектов различных видов транспорта, из которых форми-

руется технически оснащенная магистральная коммуникация, связывающая различные страны и обеспечивающая международные грузовые и пассажирские перевозки в направлении наибольшей концентрации» [13]. С экономической точки зрения транспортный коридор создает условия для концентрации грузовых перевозок и потоков товародвижения, что способствует их ускорению, снижению себестоимости за счет возникновения эффекта масштаба и бесшовности процессов взаимодействия нескольких видов транспорта.

Статус транспортного коридора — это скорее вопрос транспортной политики страны, реализующей решения международных организаций и партнерских соглашений в транспортном секторе, нежели организационная форма и бизнес-модель.

Комитет по внутреннему транспорту ЕЭК ООН предложил следующее определение международного транспортного коридора: «Часть национальной или

международной транспортной системы, которая обеспечивает значительные грузовые и пассажирские перевозки между отдельными географическими районами, включает в себя подвижной состав и стационарные устройства всех видов транспорта, работающие на данном направлении, а также совокупность технологических, организационных и правовых условий осуществления этих перевозок».

Формирование и развитие транспортных коридоров с унифицированными параметрами транспортных средств и общими требованиями к инфраструктуре создают предпосылки тесных и долгосрочных связей между участниками транспортно-логистического рынка, обеспечивая технологическую устойчивость к внешним возмущениям.

Для анализа потенциала развития транспортных коридоров в настоящей статье рассмотрены два их типа, имеющих существенное значение для развития

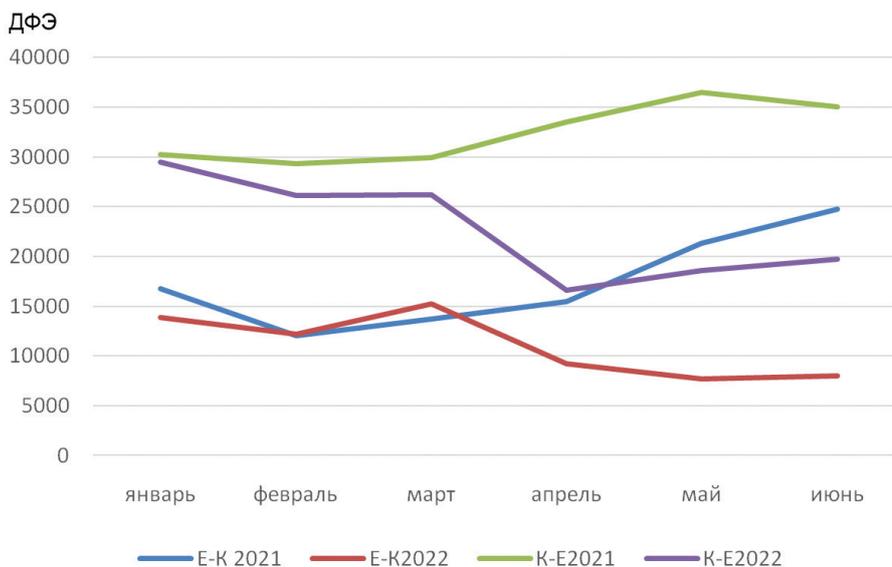


Рис. 1. Динамика транспортных потоков, ДФЭ. Источник: <https://index1520.com/analytics/konteynnyye-zheleznodorozhnye-perevozki-na-evraziyskom-prostranstve-v-pervom-polugodii-2022-goda>.

экономики России: транзитные коридоры и экспортные коридоры.

Основная цель формирования транзитного транспортного коридора состоит в обеспечении условий для движения транспортных средств по континенту при реализации мультимодальной перевозки с предоставлением таможенных и других логистических услуг между регионами или странами.

Ключевые транспортно-логистические коридоры

Следует выделить три основных транспортно-логистических коридора, на которых сосредоточены усилия правительства РФ по их развитию: международный транспортный коридор «Север–Юг», Азово–Черноморское и Восточное направления.

В новых экономических условиях направление Дальнего Востока стало ключевым для российской экономики, оно обеспечивает доступ на рынки Европы Китая и стран Азиатско-Тихоокеанского региона. У так называемого Восточного коридора можно выделить 4 ветки-маршрута:

- железнодорожный через Транссиб и БАМ до портов Дальнего Востока;
- железнодорожный транзитный через Казахстан, где идет в основном контейнерный транзит;
- железнодорожный через Монголию в Китай;
- железнодорожно-автомобильный через сухопутные пункты пропуска Дальнего Востока.

Отраженная на рис. 1 отрицательная динамика объема транспортных потоков сообщения Европа–Китай (Е-К) и Китай–Европа (К-Е) прямо коррелируется с объемом транзитных перевозок по территории Российской Федерации в условиях санкционных ограничений.

Экспортный коридор в отличие от транзитного имеет только один пограничный пункт, требующий таможенного оформления, в остальном технология работы и ресурсное обеспечение схожи.

Особую значимость в новых условиях приобретает МТК «Север–Юг», который обслуживает российские грузовые потоки с Юга России, Поволжья, Урала и Северного Кавказа. По коридору ведется торговля со странами Азии, Закавказья, Каспийского и Черноморского регионов. Согласно данным международных исследований [14] и научных работ [15, 16], практически половина грузопотока приходится на российское зерно, остальные грузы — строительные, плодоовощная продукция и др. Оценка перспективной грузовой базы в разных источниках варьируется от 13 до 35 млн тонн. Хотя сегодня перевозки через МТК «Север–Юг» в направлении рынков Индии, Пакистана, стран Персидского залива и Южной Азии практически не осуществляются, это перспективные направления.

Грузопоток коридора в Азово–Черноморском направлении в 2021 году состоял из широкой номенклатуры грузов. Основной объем составили зерно, уголь, нефтеналивные, промышленные и иные грузы из Центральной России, с Севера Поволжья, Кавказа, Урала, из Кузбасса.

На основании анализа трендов объемов перевозок выявлены основные проблемы, возникшие в логистической деятельности транспортных коридоров (рис. 2).

Сокращение торговых операций с недружественными странами привело к изменению логистических связей и сложившихся партнерских отношений. Особое значение для изменения потоков в транспортных коридорах принадлежит отказу судоходных компаний от коммерческого взаимодействия с российскими участниками транспортного рынка.

Важнейшим драйвером нарушения сложившихся связей стало изменение технологий расчетов, отключение от системы SWIFT и невозможность обеспечить финансовое взаимодействие субъектов транспортного рынка. Переход на альтернативные национальные валюты участников перевозочного процесса и логистического бизнеса также создали ряд разрывов в управленческих механизмах и цепочках поставок.

Роль транспортных коридоров в условиях санкций

Устоявшаяся практика использования привычных сервисов единого информационного пространства для сопровождения и безопасности перевозок способствует устойчивости транспортных связей. Взаимозаменяемость и вариативность устоявшихся технологий перевозочного процесса, способность заменить один элемент или актив транспортного коридора на адекватный по характеристикам компонент при изменении политических, экономических или правовых условий перевозок внутри коридоров обеспечивает стабильность транспортно-логистического процесса.

Особое значение международные транспортные коридоры имеют на континенте Евразия, где многие государства и транспортно-экономические системы не имеют выхода к морю и не способны полноценно включиться в мировую торговую систему. Экономико-географическое положение таких стран обуславливает необходимость формирования транспортной системы, которая имеет предсказуемые и достаточно эффективные для бизнеса параметры транспортного обслуживания. Формирование транспортной политики, ориентированной на международные транспортные коридоры — транзитные и экспортные — является неизбежным и эффективным решением, обеспечивающим техноло-



Рис. 2. Санкционные ограничения в работе транспортных коридоров

гическую устойчивость всех товарных и транспортных рынков.

Заключение

В ситуации внешнего давления российская экономика неизбежно будет развиваться с опорой на собственные ресурсы. Традиционно на транспорт приходилось около 6 % российского ВВП [17]. С одной стороны, это транспортные издержки для экономики, с другой — добавленная стоимость, которую генерирует отрасль, связывая пространство страны. В новых условиях транспортная политика по развитию отрасли должна следовать в фарватере внешней и торговой политики, при этом следует наращивать инвестиции на приоритетных направлениях тех международных транспортных коридоров, которые обеспечат экспорт и импорт необходимой продукции.

Новые экономические условия позволяют рассчитывать на значительный рост перевозок по приоритетным транспортным коридорам, при этом их потенциальная грузовая база будет напрямую зависеть от возможности снятия инфраструктурных ограничений, проработки логистических сервисов и снятия административных барьеров для внешней торговли. ■

Литература

- Статистика // Ассоциация морских торговых портов: [Сайт]. URL: <https://www.morport.com/rus/content/statistika-0> (дата обращения 12.02.2023).
- Грузооборот морских портов России за 12 месяцев 2022 г. // Ассоциация морских торговых портов: [Сайт]. 20.01.2023. URL: <https://www.morport.com/rus/news/gruzooborot-morskih-portov-rossii-za-12-mesyacev-2022-g> (дата обращения 12.02.2023).
- Погрузка на сети ОАО «РЖД» в 2022 году составила 1,234 млрд тонн // РЖД: [Официальный сайт]. 09.01.2023. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9397/page/104069?id=280103> (дата обращения 12.02.2023).
- Перевозки контейнеров на сети РЖД в 2022 году обновили рекорд и достигли 6,521 млн ДФЭ // РЖД: [Официальный сайт]. 10.01.2023. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9397/page/104069?id=280158> (дата обращения 12.02.2023).
- Долгов С. И., Савинов Ю. А., Кирилов В. Н., Тарановская Е. В. Возможности противодействия санкциям в международной торговле // Российский внешнеэкономический вестник. 2022. № 4. С. 36–54.

- Голубчик А. М., Пак Е. В. Экономические санкции в отношении России: транспортный аспект // Российский внешнеэкономический вестник. 2022. № 3. С. 50–58.
- Покровская О. Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций // БРНИ. 2022. Вып. 1. С. 80–94.
- Гавриленко А. А., Иванова Д. П. Трансформация рынка грузовых перевозок в условиях логистического кризиса // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 4–1 (86). С. 79–82.
- Замараева Е. Н. История возникновения и развития международных транспортных коридоров // МНИЖ. 2021. № 6 (108), ч. 5. С. 28–31.
- Чигарев В. Н. Категория «международный транспортный коридор» в современной мировой политике: теоретические и методологические аспекты // Геоэкономика энергетики. 2020. № 4 (12). С. 142–152.
- Квитко К. Б. Сравнительный анализ международных транспортных систем: инфраструктура, рейтинги, транспортные коридоры // Транспортные системы и технологии. 2020. Т. 6, № 1. С. 15–29.
- Крюкова Е. В. Развитие международных транспортных коридоров на территории России // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология. 2021. Т. 23, № 2. С. 97–106.
- Григоренко В. Г., Леонтьев Р. Г. Транссиб в сфере международного транзита: моногр. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005. 293 с.
- Международные транспортные коридоры на евразийском пространстве: развитие меридиональных маршрутов: информационно-аналитический обзор ERAI. 2020. URL: https://index1520.com/upload/medialibrary/588/OTLK-N_S-RU.pdf (дата обращения 12.02.2023).
- Бережнов Г. В. Макроэкономические предпосылки развития транспортного коридора «Север–Юг» // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2019. № 3 (60). С. 197–201.
- Щербанин Ю. А. Международный транспортный коридор «Север–Юг»: что получилось // Транспорт РФ. 2018. № 6 (79). С. 3–6.
- Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 г. № 3363-р.

Социально-экономические предпосылки и тенденции развития транспортных инноваций



Д. А. Мачерет,
д-р экон. наук, проф.,
первый заместитель
председателя
Объединенного ученого
совета ОАО «РЖД»,
профессор Российского
университета транспор-
та РУТ (МИИТ)



А. В. Кудрявцева,
канд. экон. наук,
научный сотрудник
Объединенного ученого
совета ОАО «РЖД»,
доцент РУТ (МИИТ)

Современный мир стремительно меняется. Происходящие изменения создают запрос на новые транспортные средства и технологии, стимулируя развитие инноваций в сфере транспорта. При этом важнейшими условиями эффективного функционирования отрасли являются индивидуализация, экологизация и повышение скоростей транспортных средств.

Цифровизация становится движущей силой новой промышленной революции [1], изменяя не только технологии производства, но и систему социального взаимодействия, образ жизни людей [2]. Начинается переход от массового к индивидуализированному производству [3], а экономический рост сочетается с ростом экологичности в рамках парадигмы «зеленой экономики» [4, 5].

Транспорт, играющий и очень значимую роль в обеспечении экономического роста и повышении общественного благосостояния [6], стимулировании инновационного развития и осуществлении промышленных революций [7, 8], должен соответствовать этим тенденциям, причем не просто меняться вслед за другими сферами деятельности, а быть в авангарде таких изменений. Уже почти столетие назад у экономистов, занимавшихся проблемами транспорта, стало складываться понимание, что для успешного развития экономики и общества транспорт должен развиваться ускоренными темпами. «Современные пути и средства транспорта <...> идут значительно впереди других отраслей народного хозяйства и облегчают им дальнейшее движение. <...> Сначала создаются новые пути и средства транспорта, которые открывают возможность получения и сбыта во всех направлениях, и только тогда производство в свою очередь может начать строиться на основе этих новых условий» [9, с. 43].

Дальнейшее развитие экономической мысли в сфере транспорта позволило формализовать это понимание в виде закона опережающего развития транспортной инфраструктуры [10]. Но речь должна идти не только о количественном (создании резервов пропускных и про-

возных способностей под перспективные транспортные потоки), но и о качественном опережении. Транспорт должен быть одним из лидеров инновационного развития. В начале XIX века железные дороги, будучи эпохальной инновацией [11], сыграли ключевую роль в реализации промышленной революции и становлении эпохи современного экономического роста [12, 13] (в синергии с развитием паровозного сообщения). «Примерно с 1830-х годов сооружение железных дорог и строительство фабрик двигалось в tandem. <...> Промышленная революция по необходимости была и революцией на транспорте» [14, с. 181].

Сейчас появление многочисленных транспортных инноваций может свидетельствовать о приближении новой транспортной революции, которая будет активно воздействовать на социально-экономические изменения [15].

Важное значение имеет выявление в ряде проведенных исследований трендов развития железных дорог [16, 17] и транспорта в целом [18, 19], определение на этой основе стратегических направлений развития транспортных систем на долгосрочную перспективу [20].

В то же время наряду с выявлением, анализом и прогнозированием уже складывающихся трендов развития транспорта важно на основании так называемых слабых сигналов обнаруживать еще только зарождающиеся тенденции, что является одним из элементов форсайта [21]. Слабые сигналы, по определению И. Ансоффа, это нечеткие ранние индикаторы предстоящих важных событий [22]. Поэтому по слабым сигналам необходимо выявлять явления и процессы, которые могут доминировать в будущем [23]. Важными индикаторами слабых сигналов

являются инновационные идеи, возникающие у ученых и изобретателей. Их можно выявить на основе таких методов форсайта, как обзор источников, сканирование источников, библиографический анализ [24].

Какие же инновационные идеи в области транспортной техники и технологий можно считать слабыми сигналами предстоящих важных событий — тех явлений и процессов, которые смогут получить значительное влияние в будущем? На наш взгляд, это такие идеи и концептуальные разработки, которые отвечают приоритетным потребностям людей, а потому будут востребованы с высокой вероятностью.

Сопоставление результатов проводимого в течение ряда лет анализа транспортных инноваций (некоторые итоги которого отражены в работах [5, 7, 15, 25, 26]) с приоритетными человеческими потребностями позволяет выявить важные тенденции, которые должны занять доминирующее положение в развитии транспортных систем в будущем. Это:

- индивидуализация транспортных средств и услуг;
- экологизация транспорта в широком смысле, понимаемая не просто как снижение нагрузки на окружающую среду («зеленый транспорт»), а как гармонизация транспортных систем и природной среды;
- и наконец, не новая, но становящаяся приоритетной тенденция ускорения перевозок.

Индивидуализация транспорта

По меткому замечанию Д. В. Драгунского, развитие культуры — это развитие приватности [27]. Потребность людей в приватности, в индивидуализации транспортных средств и услуг если иногда и отходила на второй план по отношению к другим важным характеристикам транспорта, то никогда не исчезала. Стоит вспомнить, как герои Н. С. Лескова, хваля железную дорогу за быстроту поездки в сравнении с конной (речь идет о 1880-х годах), «одно находили на лошадях лучше, что можно ехать в своей компании и где угодно остановиться» [28, с. 169]. То есть, выбирая путешествие по железной дороге из-за высокой скорости, люди сохраняли потребность в более приватном, гибком, одним словом, индивидуализированном транспорте. Не случайно столь востребованным оказался изобретенный в конце XIX века велосипед. «Велосипед превратился в массовое транспортное средство, а влияние, оказанное им на городской

образ жизни, не поддается никаким оценкам. Велосипед в некотором смысле вымостил путь для автомобиля и мотоцикла, став дешевым и демократичным, но все же личным транспортным средством» [29, с. 207].

Именно потребность в приватном перемещении «от двери до двери» с возможностью «где угодно остановиться» сделала столь привлекательными автомобили, несмотря на высокие затраты и серьезные проблемы, связанные с дорожными пробками [30]. Решение этих проблем должно заключаться в новых формах индивидуализации транспортных средств и транспортных услуг. Поэтому можно предполагать, что появляющиеся многочисленные идеи и концепты таких транспортных средств будут востребованы. Это сигналы о зарождающихся важных тенденциях в эволюции транспорта.

Например, французский автопроизводитель Citroën представил интересную мобильную концепцию, которая объединяет несколько перспективных транспортных технологий в одном универсальном транспортном средстве — Citroën Skate [31]. Это платформа для беспилотного электроавтомобиля, которая может быть оснащена различными сменными типами модулей-надстроек в зависимости от выполняемой работы (рис. 1).

Другой крупный автопроизводитель — японская компания Nissan, оперативно отреагировав на новый социальный вызов — удаленную работу, разработала офисное пространство нового типа — Caravan NV350 Office Pod, которое отличается от типовых конструкций домов на колесах тем, что это именно офис [32]. Офисный кабинет, размещенный в выдвинутой секции, позволяет работать в прямом смысле на природе (рис. 2).

Постепенно формируются контуры будущей городской мобильности. Она, вероятно, будет включать такие типы транспортных средств, как «летающие автомобили», «летающие такси» и «летающие мотоциклы». Что касается разработки летающих мотоциклов, следует упомянуть, например, французскую компанию Lazareth. Американская фирма JetPack Aviation уже провела успешные испытания своего мотоцикла Speeder (рис. 3), который основан на принципах работы самолета вертикального взлета и посадки (СВВП, Vertical Take-Off and Landing — VTOL). Ожидается, что он будет развивать максимальную скорость 96 км/ч, а запас хода составит пятнадцать минут. Вторая вариация летающего мотоцикла имеет



Рис. 1. Citroën Skate



Рис. 2. Caravan NV350 Office Pod



Рис. 3. Мотоцикл Speeder



Рис. 4. Летающий мотоцикл XTurismo Limited Edition

скорость 240 км/ч, продолжительность полета — от 10 до 22 минут [33].

Японский стартап A.L.I. Technologies выпустил летающий мотоцикл XTurismo Limited Edition (рис. 4), который имеет шесть пропеллеров, приводимых в движение обычным двигателем и четырьмя электромоторами. Масса мотоцикла довольно внушительная — 300 кг, он способен летать со скоростью 100 км/ч около 40 минут [33].

Говоря о городской мобильности и индивидуализации транспортных средств, нельзя не отметить модернизированный вингсьют¹ с электродвигателем, первый

¹ Вингсьют (англ. wingsuit — от wing «крыло» + suit «костюм») — специальный костюм-крыло, конструкция которого позволяет набегавшим потоком воздуха наполнять крылья между ногами, руками и телом пилота, создавая тем самым аэродинамический профиль. Это дает возможность выполнять планирующие полеты.



Рис. 5. Полет австрийского каскадера Питера Зальцмана в вингсьюте с электродвигателем



Рис. 6. Летящий мотоцикл XTurismo Limited Edition



Рис. 7. Рельсовое транспортное средство Eximus IV

полет в котором совершил австрийский каскадер Питер Зальцман (рис. 5).

Скорость после включения моторов составила более 300 км/ч. Человек в вингсьюте впервые в истории летел не только вниз, но и вверх, достигнув невиданной ранее свободы полета [32].

Мобильность является одной из основных проблем в Африке, где транспортная инфраструктура недостаточно развита. Это стало отправной точкой для инженеров компании Phractal при разработке Макробата — летающего аппарата уникальной формы. Из-за крыльев и двух «ног» это устройство похоже на птицу, благодаря этому аппарат производит почти вертикальный взлет и посадку (рис. 6). Данная особенность сегодня очень востребована всеми, кто пытается создать компактные летательные аппараты [33].

Одна из видимых тенденций возникающих инноваций — сочетание нескольких слабых сигналов (тенденций развития). Так, современный транспорт становится одновременно индивидуальным и экологичным. Хорошим примером явля-

ется рельсовое транспортное средство Eximus IV, ставшее самым экономичным в мире (рис. 7) [34].

Сочетают индивидуализацию и экологичность электрические автомобили, имеющие сверхаэродинамические формы и сверхлегкий вес, для которых солнечная батарея, расположенная на крыше, может обеспечить запас хода, сравнимый со среднесуточным пробегом автомобиля типичного городского жителя.

Например, американский электромобиль Artera, на крыше и капоте которого размещены 180 модулей солнечных батарей суммарной площадью чуть более 3 кв. м, адаптировал эту идею для потребительского класса (рис. 8). Солнечные батареи автомобиля Artera способны в идеальных условиях сгенерировать энергию в количестве, достаточном для 72 км пробега. Двухместный кузов автомобиля имеет коэффициент сопротивления воздуху 0,13 (для сравнения, весьма низкий коэффициент сопротивления у автомобиля Volkswagen ID Space Vizzion равен 0,24) [34].

Еще один пример экологичного индивидуального транспортного средства — проект «Лука» (рис. 9), созданный командой энтузиастов из Технического университета Эйндховена в Нидерландах, который почти целиком состоит из переработанного мусора.

Автомобиль имеет электрическую трансмиссию и два электромотора, благодаря малой массе он может разогнаться до 90 км/ч. Запаса энергии хватает на 220 км. В автомобиль помещаются два пассажира и немного багажа [32].

Американская компания Arcimoto разработала новую версию электротрайка — Roadster (рис. 10), максимальная скорость которого составляет 120 км/ч [32].

Таким образом, тенденция индивидуализации транспортных средств охватывает различные виды транспорта, включая воздушный и даже рельсовый, и нередко сочетается с экологизацией. Безусловно, тренд на экологизацию транспорта выходит за пределы индивидуализированных транспортных средств и требует особого рассмотрения.

Экологизация транспорта

Развитие транспорта сыграло важную роль в формировании экологической составляющей человеческого сознания. «Почитание природы, — как отметил Олдос Хаксли, — явилось следствием хороших средств сообщения. В семнадцатом столетии ни один здравомыслящий человек не любил дикой природы». Перемены

пришли, когда французы стали прокладывать дороги поверх римских, так что знатные люди смогли путешествовать и «взирать на дикую природу с удобствами и без серьезного риска» [35, с. 9].

Анализируя перспективы экологизации транспорта, следует обратить внимание на широкий спектр инноваций, обеспечивающих как снижение нагрузки со стороны транспорта на окружающую среду, так и гармоничное «встраивание» транспортных средств и объектов в природную среду.

Важная составляющая экологизации — снижение шумового загрязнения. Шум задней кромки является самым сильным источником звука от вращающихся авиационных и газотурбинных двигателей, используемых в самолетах, беспилотных летательных аппаратах и ветряных турбинах, и его подавление является важной задачей. Одним из вариантов ее решения становится использование характеристик чрезвычайно тихих крыльев сов для определения конструкции аэродинамических профилей. Интересно, что применение асимметричных зубцов (по примеру кончиков перьев совы) снижает уровень



Рис. 8. Электрический автомобиль Artera с солнечными батареями



Рис. 9. Автомобиль из переработанного мусора «Лука»



Рис. 10. Электротрайк Roadster



Рис. 11. Скоростной электропоезд с распределенной тягой KTX-Eum

шума больше, чем обычные симметричные зубцы. Это наглядный пример использования бионики¹ для транспортных инноваций [31].

Несмотря на то, что железная дорога является самым экологичным видом транспорта, появляются проекты, направленные на дальнейший рост его экологичности.

Например, Канадская национальная железная дорога Canadian National Railway Company (CN), компания Progress Rail (входит в состав корпорации Caterpillar) и производитель биодизельного топлива Renewable Energy Group приступили к совместному тестированию топливных смесей, которые включают как биодизельное топливо, так и дизельное топливо из возобновляемых компонентов. Проведенные испытания и полученные результаты являются важным шагом в сокращении вредных выбросов от эксплуатируемого CN локомотивного парка [36].

Правительство Республики Корея планирует к 2029 г. полностью отказаться от дизельной тяги. Ее заменят скоростными электропоездами с распределенной тягой KTX-Eum (рис. 11). Замена дизельной тяги электрической позволит сократить выбросы парниковых газов на 70 тыс. т, что эквивалентно посадке 10 млн хвойных деревьев.

Перспективной альтернативой подвижному составу на дизельной тяге являются поезда на водородном топливе. Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта Республики Корея (KRRRI) разрабатывает тяговую систему на водородных топливных элементах, обеспечивающую на одной зарядке пробег 600 км при скорости движения 110 км/ч.

Следует отметить, что разработки по использованию водородного топлива для тяги поездов ведутся и в ряде других стран, в том числе в России [37, 38].

Японская железнодорожная компания Central Japan Railway Company завершила



Рис. 12. Поезд с гибридной силовой установкой серии HC85

испытания поезда с гибридной силовой установкой. Новые поезда серии HC85, разработанные компанией Nippon Sharyo, рассчитаны на движение со скоростью 120 км/ч (рис. 12).

Поезд HC85 оснащен дизель-генераторной установкой мощностью 145 кВт и блоком аккумуляторных батарей емкостью 40 кВт•ч. Использование аккумуляторных батарей при разгоне и торможении поезда снижает уровень вредных выбросов в атмосферу. При нахождении на станции, когда дизельный двигатель работает в режиме холостого хода, система подачи топлива отключает его. По сравнению с дизель-поездом серии 85 потребление топлива новым поездом снижено на 35 %, уровень выбросов CO₂ — на 30 %, а NO_x — на 40 % [36].

Американская компания Progress Rail построит маневровый локомотив с тяговыми аккумуляторными батареями для железной дороги Pacific Harbor Line. Шестиосный локомотив мощностью 3200 л. с. оборудован литий-ионными батареями нового поколения и асинхронным тяговым приводом. Емкость комплекта тяговых батарей EMD Joule составляет 2,4 МВт•ч, продолжительность работы без подзарядки зависит от режима использования локомотива и может достигать 24 ч [36].

Если на железнодорожном транспорте традиционным инструментом повышения экологичности является электрификация и лишь в последние годы активизировался поиск альтернативных решений, то на автотранспорте использование электрической энергии — серьезный резерв экологизации.

Следует отметить относительную дороговизну электрокаров. Однако данная проблема активно решается. Примером может служить электромобиль Wuling китайского производителя (рис. 13), который удалось удешевить до 4,3 тыс. долларов. В Китае он обогнал по продажам электромобиль американской компании Tesla Model 3.

Вполне вероятно, что именно КНР станет доминирующим игроком на растущем мировом рынке электромобилей. Китай



Рис. 13. Электромобиль Wuling

уже контролирует значительную часть глобальной цепочки поставок электрокаров, начиная с переработки важнейших полезных ископаемых. При этом Китай является ведущим электромобильным рынком в мире. Китайское правительство прогнозирует, что к 2025 году продажи электрокаров составят до 25 % от всех продаж автомобилей [39].

Преимущества электрокаров с точки зрения экологичности не вызывает сомнений. Но далеко не все готовы расстаться с классическими автомобилями и сменить их на компактные бесшумные электрокары. Специально для них работают такие компании, как Zero Labs, которые стремятся перевести существующую машину на электрическое шасси. Zero Labs предлагает готовую электроплатформу, на которую требуется только установить нужный кузов и подключить управление (рис. 14). Фактически, обращаясь в компанию, клиент покупает готовый электрокар, но оставляет за собой полную свободу выбора, как он будет выглядеть [32].

Следует отметить, что концепты и инновации, направленные на поддержание экологичности отрасли, появляются и на водном транспорте. Примером таких экологических инноваций является первый в РФ «зеленый» танкер класса Aframax «Владимир Мономах», построенный на судостроительном комплексе «Звезда» (рис. 15). Это судно с двигателями на СПГ-топливе предназначено для перевозки нефти в неограниченном районе плавания и соответствует высоким стандартам экологической безопасности. Танкер может работать на сжиженном природном газе, что минимизирует вред окружающей среде [39].

В Татарстане, где ведется работа по расширению использования сжиженного природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива на транспорте и в промышленности, вступило в строй первое речное пассажирское судно «Чайка», работающее на СПГ. Его пассажировместимость — около 170 человек. Дальность плавания по запасам топлива 400 км, автономность 24 часа [39].

¹ Бионика — прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы.



Рис. 14. Zero Labs

Интересным направлением экологизации водного транспорта является использование парусов. Французская компания Airseas установила первый воздушный змей-парус Seawing площадью 500 кв. м на грузовом 154-метровом судне Ville de Bordeaux (рис. 16), что позволит сэкономить около 20 % топлива, сократив на соответствующую величину количество вредных выбросов [34].

Гармонизация транспортных систем и природной среды как аспект экологизации транспорта связан с вышеупомянутой бионикой. Показательными примерами являются такие инновационные предложения, как дизайн-хамелеон высокоскоростных поездов, позволяющий им сливаться с окружающей местностью или технология создания автомобилей из биологических материалов, способных адаптироваться к окружающей среде [5]. Примеры использования бионики в инновациях на транспорте и в смежных областях довольно многочисленны и заслуживают систематизации и анализа.

Повышение скоростей транспортных средств

Ключевая человеческая потребность, удовлетворяемая благодаря транспорту, — сокращение времени преодоления расстояний. Рост скоростей движения сыграл ключевую роль в развитии человеческого общества [40]. Сделанный два десятилетия назад логический прогноз о приоритетности повышения скоростей на транспорте [41] подтверждается практикой. Тем не менее, повышение скоростной эффективности транспортных систем остается важной задачей [42]. Поэтому появляющиеся идеи создания принципиально новых транспортных средств, позволяющих кардинально повысить скорость перемещения людей и товаров, заслуживают повышенного внимания как сигналы о будущих изменениях транспортных систем.

В КНР создан сверхскоростной грузовой поезд, который способен разогнаться до 350 км/ч. В отличие от пассажирских поездов, он снабжен более широкими

дверями. Форма локомотива напоминает очертания китайского осетра, что улучшает его аэродинамические свойства. Новая модель поезда предназначена для скоростных грузоперевозок на расстояния от 600 до 1500 км [39].

Также команда исследователей в Китае построила и испытала прототип гиперзвукового самолета TSV X-plane (рис. 17). В отличие от большинства концепций гиперзвуковых самолетов с двигателем на нижней части корпуса, TSV X-plane располагает двумя отдельными двигателями с каждой стороны. На более низких оборотах они работают как обычные турбореактивные двигатели. Эта конфигурация позволяет летательному аппарату быстро переключаться на высокоскоростной режим. Самолет может разогнаться до скорости, в пять раз превышающей скорость звука. Это значит, что TSV X-plane сможет облететь планету за несколько часов [43].

Интересный проект — Super Sub — новая высокоскоростная подводная лодка с длинным оперением и усовершен-



Рис. 15. «Зеленый» танкер класса Aframax «Владимир Мономах»



Рис. 16. Парус Seawing на грузовом судне Ville de Bordeaux



Рис. 17. TSV X-plane



Рис. 18. Super Sub



Рис. 19. Веломобиль Snoek

ванной конструкцией крыла, которая является самой гидродинамической субмариной на рынке (рис. 18). Ее разработал U-Boat Worx, производитель подводных лодок из Нидерландов.

Субмарина снабжена лучшей в своем классе силовой установкой с четырьмя мощными подруливающими устройствами, что позволяет ей двигаться под водой со скоростью восемь узлов. Это на два узла больше, чем максимальная крейсерская скорость дельфина-афалины, и на пять узлов больше, чем средняя скорость подобных подводных лодок. Аккумулятора Super Sub емкостью 62 кВт•ч достаточно для работы под водой до восьми часов без подзарядки, а если что-то пойдет не так, система жизнеобеспечения проработает как минимум 96 часов. Новая подводная лодка способна перевозить пилота и двух пассажиров [44].

Инновационную разработку, сочетающую в себе ответы сразу на два современных тренда — повышение скорости и индивидуализацию, — представила компания Velomobiel.nl (Нидерланды). Она разработала гоночный веломобиль¹ Snoek (рис. 19). У него исключительно ножной привод, при этом веломобиль оснащен барабанными тормозами Sturmey-Archer и трансмиссией 2×11. Snoek способен разогнаться до 60 км/ч [32].

Говоря об эффективности транспортных средств, нельзя не отметить элек-

¹ Веломобиль — это трехколесный велосипед с аэродинамическим корпусом, которым пилот управляет, находясь в лежачем положении. Он не отличается особой проходимостью, особенно при езде в гору, зато благодаря обтекаемости на хорошей дороге на нем можно развивать достаточно высокую скорость, затрачивая меньше усилий.

трический самолет Spirit of Innovation компании Rolls-Royce, который отвечает сразу двум трендам — повышению скоростей и экологизации (рис. 20).

Самолет Spirit of Innovation приводится в движение электрической силовой установкой мощностью 400 кВт, которую снабжает энергией система аккумуляторных батарей, демонстрирующая самый высокий показатель плотности хранения энергии среди подобных систем, созданных для аэрокосмической отрасли. Этот самолет достиг максимальной скорости полета 623 км/ч, что сделало его самым быстрым в мире полностью электрическим летательным аппаратом [45].

Другая интересная концепция самолета Vox объединяет в себе высокие летные показатели с возможностью приземляться практически на любую вертолетную площадку. При этом его скорость в три раза больше, чем у вертолета, а расход топлива в два раза меньше, т. е. ускорение сочетается с повышением энергоэффективности, а значит, и экологичности [46].

В современном мире большая часть населения живет в городах, и важнейшей задачей является ускорение городских перевозок, прежде всего в мегаполисах и агломерациях, где скорость движения автомобилей и уличного общественного транспорта ограничена из-за пробок [30]. Интересным подходом к решению этой задачи представляется развитие в мегаполисах и агломерациях воздушных перевозок («вертолетного такси») [47].

Таким образом, инновационные решения, направленные на ускорение перемещения как пассажиров, так и грузов, появляются на разных видах транспорта, при этом нередко реализуются и другие тренды — индивидуализации и экологизации.

Заключение

Глобальные тренды всегда возникают из совокупности множества микро-трендов. А те в свою очередь базируются на прорывных идеях и слабых сигналах о предстоящих важных событиях. Транспортной отрасли для устойчивого экономического развития стратегически важно хорошо ориентироваться в происходящих изменениях, отвечать существующим социально-экономическим вызовам и человеческим потребностям, а также грамотно прогнозировать предстоящие значимые изменения. Для этого нужно своевременно выявлять слабые сигналы, а также знать правила формирования микротрендов [48].



Рис. 20. Самолет Spirit of Innovation

Анализ транспортных инноваций показал, что индивидуализация, экологизация и повышение скоростей транспортных средств стали уже не просто тенденциями, а важными и даже необходимыми условиями эффективного функционирования отрасли. Их переход от «слабых сигналов» до «необходимых условий» дальнейшего развития происходит довольно быстро.

Данные тенденции существуют как обособленно, так и в сочетании друг с другом. Это заключение представляется важным, потому что сочетание различных тенденций в одном транспортном средстве или технологии генерирует синергетические эффекты, это позволяет не только вывести транспортную отрасль на качественно более высокий уровень, создать новые транспортные системы и продукты, обладающие необходимыми потребительскими характеристиками, но и существенно повысить экономическую эффективность смежных с транспортом отраслей, а значит, и экономики в целом. ■

Литература

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция / пер. с англ. М.: Э, 2017. 208 с.
2. Келли К. Неизбежно. 12 технологических трендов, которые определяют наше будущее / пер. с англ. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 352 с.
3. Марш П. Новая промышленная революция. Потребители, глобализация и конец массового производства / пер. с англ. М.: Издательство Института Гайдара, 2015. 420 с.
4. Фюкс Р. Зеленая революция: Экономический рост без ущерба для экологии / пер. с нем. М.: Альпина нон-фикшн, 2016. 330 с.
5. Мачерет Д. А., Измайкова А. В. «Экологический императив» и инновационное развитие транспорта // Мир транспорта. 2016. Т. 14, № 5 (66). С. 20–31.
6. Мачерет Д. А. Транспорт, экономический рост и общественное благососто-

яние // Мир транспорта. 2017. Т. 15, № 5 (72). С. 98–105.

7. Измайкова А. В. Волны инновационного развития железных дорог // Мир транспорта. 2015. Т. 13, № 5 (60). С. 26–38.
8. Мачерет Д. А., Кудрявцева А. В. Железные дороги и промышленное развитие // Энергия: экономика, техника, экология. 2017. № 12. С. 25–30.
9. Загорский К. Я. Экономика транспорта. М., Л.: Госиздат, 1930. 368 с.
10. Мачерет Д. А. О законе опережающего развития транспортной инфраструктуры // Экономика железных дорог. 2018. № 7. С. 14–19.
11. Измайкова А. В. Классификация инноваций на железнодорожном транспорте и инвестиционный фактор их реализации // Вестн. ВНИИЖТ. 2015. № 3. С. 35–41.
12. Мачерет Д. А., Епишкин И. А. Взаимное влияние институциональных и транспортных факторов экономического развития: ретроспективный анализ // Journal of Institutional Studies. 2017. Т. 9, № 4. С. 80–100.
13. Мачерет Д. А., Валеев Н. А., Кудрявцева А. В. Формирование железнодорожной сети: диффузия эпохальной инновации и экономический рост // Экон. политика. 2018. Т. 13, № 1. С. 252–279.
14. Розенберг Н., Бирдцелл Л. Е. Как Запад стал богатым: экономическое преобразование индустриального мира / пер. с англ. М., Челябинск: Социум; ИРИСЭН, 2015. 448 с.
15. Мачерет Д. А. Развитие транспорта в контексте социально-экономических проблем // Транспорт РФ. 2017. № 4 (71). С. 16–18.
16. Лубину Ж. П. Железные дороги: эффективная основа Европейской и Евроазиатской транспортных систем // Бюл. Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2013. № 5. С. 11–14.
17. Липидус Б. М. Стратегические тренды развития железнодорожного транспорта // Бюл. Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. № 6. С. 2–9.
18. Липидус Б. М. Об условиях и трендах эволюции транспорта и научно-технических задачах по созданию вакуумно-левитационных транспортных систем // Бюл. Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2016. № 4. С. 1–17.
19. Липидус Б. М., Мачерет Д. А. Методология оценки и обеспечения эффективности инновационных транспорт-

- ных систем // Экономика железных дорог. 2016. № 7. С. 16–25.
20. Лapidус Б. М., Мишарин А. С., Махутов Н. А. и др. О научной платформе Стратегии развития железнодорожного транспорта в России до 2050 года // Бюл. Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2017. № 2. С. 1–20.
21. Рай В., ван. Зарождающиеся тенденции и «джокеры» как инструменты формирования и изменения будущего // Форсайт. 2012. Т. 6, № 1. С. 60–73.
22. Ansoff I. Managing strategic surprise by response to weak signals // Calif. Manage. Rev. 1975. Vol. 17, No 2. P. 21–33.
23. Козлов В.А, Третьяк В. П. Место теории слабых сигналов в технологии Форсайта // Отраслевые рынки. 2012. № 4–5. С. 18–23.
24. Сизов В. С. Форсайт: понятие, задачи и методология // Вопросы новой экономики. 2012. № 2. С. 12–20.
25. Измайкова А. В. Инновации, значимые для железнодорожного транспорта // Бюл. Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2014. № 3. С. 53–69.
26. Кудрявцева А. В. Социально-экономические перспективы транспортных инноваций // Транспорт РФ. 2017. № 2 (69). С. 34–39.
27. Драгунский Д. В. Отнимать и подглядывать. М.: АСТ, 2014. 384 с.
28. Лесков Н. С. Путешествие с нигилистом. Собр. соч. в 12 т. Т. 7. М.: Правда, 1989. С. 169–175.
29. Мокир Дж. Рычаг богатства. Технологическая креативность и экономический прогресс / пер. с англ. М.: Издательство Института Гайдара, 2014. 504 с.
30. Мачерет Д. А. Экономика «пробки» // Мир транспорта. 2014. Т. 12, № 3 (52). С. 64–75.
31. Интернет-журнал «Наука сегодня». URL: <https://sciencetoday.ru>.
32. Интернет-журнал «Техкульт». URL: <https://www.techcult.ru>.
33. Сетевое издание «Новая наука». URL: <https://new-science.ru>.
34. Информационный портал DailyTechInfo. URL: <https://dailytechinfo.org>.
35. Хаген В., фон. Ацтеки, майя, инки. Великие царства древней Америки / пер. с англ. М.: Центрполиграф, 2008. 539 с.
36. Электронный журнал «Железные дороги мира». URL: <https://zdmira.com>.
37. Лapidус Б. М. Повышение энергоэффективности и перспективы использования водородных топливных элементов на железнодорожном транспорте // Вестн. ВНИИЖТ. 2019. Т. 78, № 5. С. 274–283.
38. Зарифьян А. А., Киселев И. Г., Третьяков А. В., Обухов М. Ю. Об основных направлениях развития экологически чистого тягового подвижного состава // Электроника и электрооборудование транспорта. 2021. № 2. С. 32–35.
39. Онлайн-журнал «ТэкноБлог». URL: <https://teknoblog.ru>.
40. Мачерет Д. А. Социальное значение скорости транспортного сообщения // Мир транспорта. 2017. Т. 15, № 3 (70). С. 40–52.
41. Мачерет Д. А. Транспортная составляющая хозяйственной системы: логический прогноз // Мир транспорта. 2003. Т. 1, № 4 (4). С. 82–86.
42. Лapidус Б. М., Мачерет Д. А. О повышении скоростной эффективности железнодорожного транспорта // Экономика железных дорог. 2012. № 7. С. 11–21.
43. Интернет-журнал «ХайТек». URL: <https://hightech.fm>.
44. Интернет-журнал «Наука и техника». URL: <https://naukatehnika.com>.
45. 3DNews Daily Digital Digest. URL: <https://3dnews.ru>.
46. Информационный портал NanoNewsNet. URL: <https://www.nanonewsnet.ru>.
47. Цыпин П. Е., Разуваев А. Д., Ледней А. Ю. Воздушные пассажирские перевозки в мегаполисе как фактор развития его транспортной инфраструктуры // Наука и образование: будущее и цели устойчивого развития: Материалы XVI междунар. науч. конф., 27 ноября 2020 г., Москва. В 4 ч. М., 2020. Т. 3. С. 622–629.
48. Пенн М., Файнман М. Микротренды, меняющие мир прямо сейчас / пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2021. 432 с.



Общероссийская общественная организация

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА – В ЦИФРАХ

Академия включает
47 РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЯ



СОСТАВ ОО «РАТ» В 2023 ГОДУ

> 680 УЧЕНЫХ-ТРАНСПОРТНИКОВ:

170 ДОКТОРОВ НАУК

510 КАНДИДАТОВ НАУК

260 ПОЧЕТНЫХ ЧЛЕНОВ РАТ



ДАТА ОСНОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ТРАНСПОРТА:

26 июня 1991 года

www.rosacademtrans.ru

Экономическая оценка взаимосвязи уровня качества транспортного обслуживания и спроса на грузовые перевозки



Ю. И. Соколов,
д-р экон. наук, директор
Института экономики
и финансов Российского
университета транспор-
та (РУТ (МИИТ))



И. М. Лавров,
д-р экон. наук, первый
заместитель директора
Института экономики
и финансов РУТ (МИИТ)

Результат анализа пользовательской оценки качества железнодорожных перевозок показал, что для стимулирования спроса на перевозки повышение качества транспортного обслуживания вдвое эффективнее, чем ценовые методы.

Задачи повышения качества транспортного обслуживания грузовладельцев всегда имели большое значение на железнодорожном транспорте и особо актуальны в современных условиях. Это обуславливается рядом причин:

1) качество обслуживания является ключевым фактором рыночного успеха в условиях интенсивного развития межвидовой конкуренции и ценовых ограничений на рынке транспортных услуг;

2) на текущий момент в транспортной отрасли уровень качества обслуживания недостаточно высок;

3) отсутствует совершенная методика оценки эффективности управления качеством с учетом прогнозируемого роста доходов транспортной компании.

При рассмотрении уязвимых мест в действующей системе управления качеством на транспорте их следует классифицировать по двум исследовательским направлениям: недостатки управления качеством в теоретическом аспекте и в практическом плане. При этом необходимо проанализировать временной разрыв между разработанными теоретическими подходами и их реализацией в практическом исполнении.

Проблемы теоретического характера объясняются прежде всего ограничениями, связанными с производственно-экономической сущностью процесса обеспечения качества. Данные ограничения вносят определенные особенности в анализ и оценку качества на транспорте и его составных параметров.

При рассмотрении недостатков процесса управления качеством на транспорте в практическом плане первостепенную роль играют проблемы нормативно-пра-

вового характера, связанные с недоработкой данного вопроса на законодательном уровне, информационного сопровождения между участниками транспортных отношений, а также временного отставания при практическом воплощении теоретических наработок для мероприятий по повышению качества.

Проект «Индекс качества» — современный инструмент факторного анализа и оценки качества транспортного обслуживания грузовладельцев

С 2012 года редакция журнала «РЖД-Партнер» и привлеченная экспертная группа по качеству на транспорте реализуют программу исследования оценки потребителями качества транспортных услуг на рынке железнодорожных перевозок «Индекс качества». Данный метод является разновидностью комплексной оценки качества, которая проводится по балльной шкале без учета удельного веса оцениваемых показателей, ее результаты представлены в виде гистограммы [1].

Суть проекта заключается в сборе мнений респондентов (транспортных компаний — грузовладельцев) об уровне качества транспортного обслуживания по 11 отдельным параметрам, оцениваемым по 100-балльной шкале, на основе ежеквартального анкетирования и интервьюирования. После обработки полученные результаты оценок представляются в виде динамической гистограммы по сводному показателю и по частным показателям в отдельности с градацией по 4 оценкам выполнения (отлично, хорошо, удовлетворительно и неудовлетворительно) по вертикальной оси в зависимости от набранных баллов.

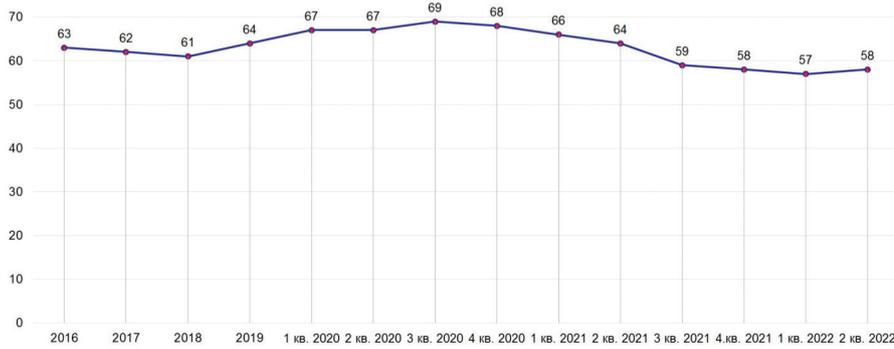


Рис. 1. Динамика значений Индекса качества за период с 2016 г. по II квартал 2022 г.

Рассмотрим динамику Индекса качества, характеризующего уровень транспортного обслуживания грузовладельцев на железнодорожном транспорте за период с 2016 года по II квартал 2022 года (рис 1).

Из рис. 1 видно, что динамика Индекса неоднородна. Это обусловлено влиянием на него различных внешних и внутренних факторов, оказывающих воздействие на эффективность работы транспорта и на мнение грузовладельца при оценке.

Более детальное исследование динамики Индекса качества можно провести с помощью структурно-факторного анализа, представляющего собой параметрический анализ, при котором каждый показатель качества детально декомпозируется на ряд факторов, способствующих его изменению во времени [2]. На рис. 2 представлен анализ структуры показателей, входящих в Индекс качества, в динамике их изменения за три временных периода: 2016 и 2019 годы и II квартал 2022 года.

Во II квартале 2022 года наметилась неоднозначная динамика изменения практически всех показателей. По сравнению

с предыдущими периодами стабильный рост наблюдается только у двух из них: «уровень информационных технологий и оперативность передачи бухгалтерской документации» и «сохранность груза». Эти же два показателя в настоящее время имеют отличный уровень оценки их выполнения с точки зрения потребителей. Остальные показатели снизились и находятся на уровне оценок «хорошо» и «удовлетворительно».

Определение зависимости между объемом грузовых перевозок, уровнем качества и цены

Учитывая очевидную взаимосвязь уровня качества и величины объема перевозок, можно попытаться установить прямую зависимость между ними, в том числе с учетом методов оценки эластичности спроса. Чтобы показать, насколько изменение одного фактора повлияет на изменение другого, ученые предложили специальный показатель — коэффициент эластичности.

Важность данного коэффициента заключается в том, что с его помощью можно оценить взаимосвязь разных

факторов. Например, в настоящее время весьма актуален вопрос об оценке влияния ценовых и неценовых факторов на изменение объема перевозок. Это две отдельные серьезные проблемы, решение которых поможет повысить объективность оценки эффективности внедрения каких-либо мероприятий по оптимизации управления ценовой и инвестиционной политикой, по выбору экономических инструментов, которые способны максимально эффективно увеличить объем перевозок.

Для измерения зависимости между объемом грузовых перевозок и уровнем качества на основе использования коэффициента эластичности применяются метод аналитического выравнивания ряда динамики, позволяющий элиминировать дессезонализируемые факторы влияния на рассматриваемые параметры, метод линейной аппроксимации и метод наименьших квадратов для наглядного представления итоговой функции зависимости [3].

На рис. 3 представлена итоговая линейная зависимость изменения объема перевозок от изменения уровня качества транспортного обслуживания. Полученное значение коэффициента неценовой эластичности на грузовые перевозки, равное единице, свидетельствует о пропорциональности в процентном выражении прироста объема перевозок к приросту уровня качества.

В процессе расчетов по аналогичной методике была получена зависимость спроса от изменения фактора, характеризующего степень удовлетворенности грузовладельцев уровнем тарифов. Значение коэффициента эластичности составило 0,53, что определяет неэластичный

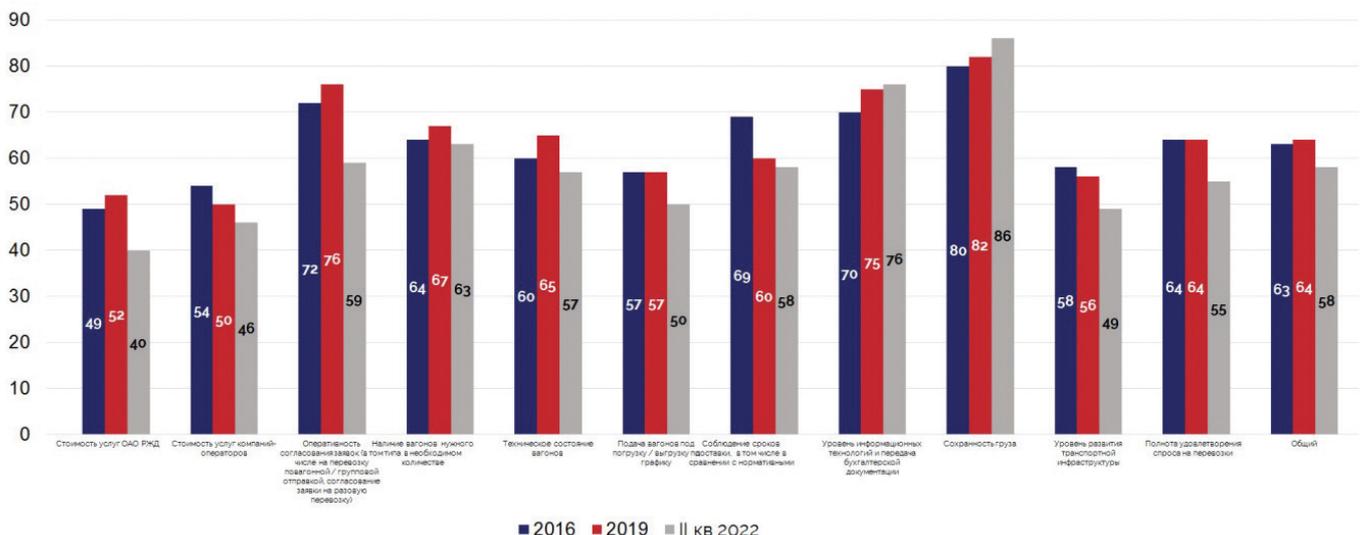


Рис. 2. Структура Индекса качества в динамике его показателей

В результате расчетов функция выглядит следующим образом:

$$Q = K + 62, 2$$

Коэффициент неценовой эластичности:

$$E = 1,00$$

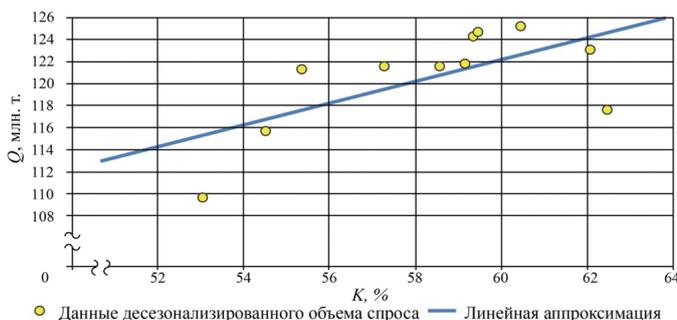


Рис. 3. График и формула зависимости объема перевозок и качества транспортного обслуживания грузовладельцев

Производственная функция для рынка транспортных услуг:

$$P = b_0 \cdot \left(\frac{GQI}{Cost} \right)^{b_1}$$

Результат полученной модели производственной функции:

$$P = 303456, 04 \cdot \left(\frac{GQI}{Cost} \right)^{0,138}$$

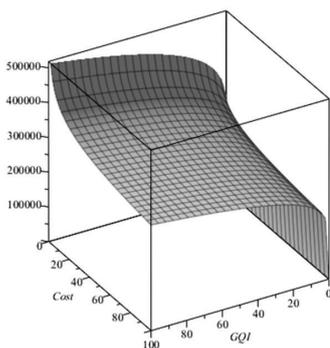
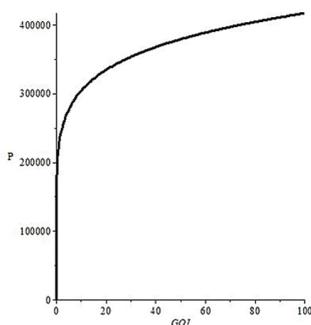
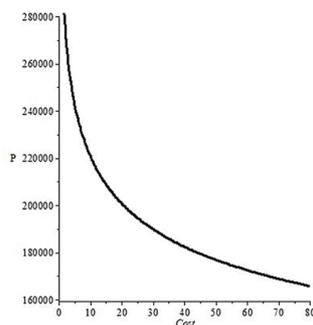


Рис. 4. Производственная функция формирования зависимости спроса от цены и качества перевозок

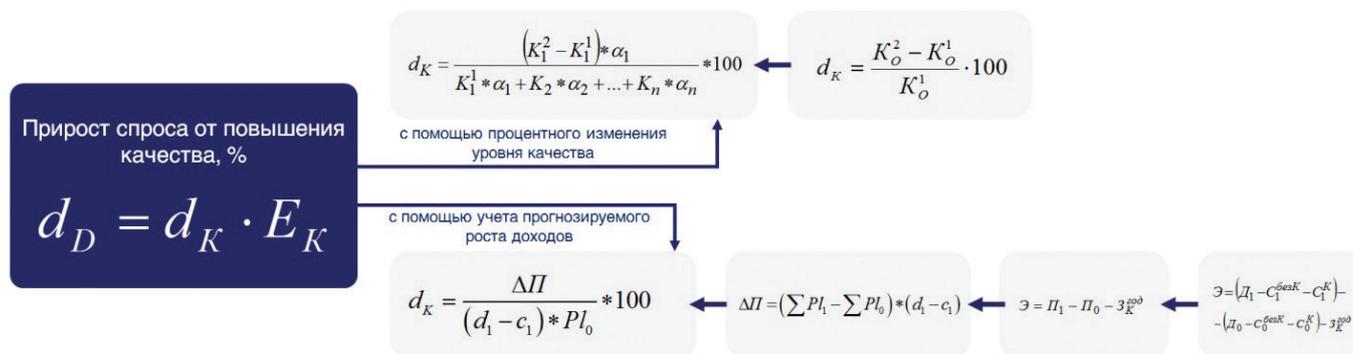


Графическая зависимость объема перевозок (P) от уровня общего Индекса качества (GQI)



Графическая зависимость объема перевозок (P) от стоимости услуг компаний-операторов (Cost)

Рис. 5. Двухмерная детализация производственной функции по факторам цены и качества



D_0, D_1 – доходы транспортной компании до и после повышения качества.
 $C_0^{безК}, C_1^{безК}$ – расходы транспортной компании до и после повышения качества.
 C_0^K, C_1^K – расходы, связанные с текущим уровнем качества транспортного обслуживания, до и после его повышения.
 $Z_K^{год}$ – единовременные годовые расходы, связанные с доведением качества транспортного обслуживания до целевого уровня.

d_1, c_1 – доходная ставка и себестоимость перевозки после повышения качества.
 $\Sigma P_0, \Sigma P_1$ – грузооборот транспортной компании до и после повышения качества.
 K_1^i, K_2^i – значения i-го показателя качества в текущем и перспективном периоде.
 a_1, \dots, a_n – удельные веса соответствующих показателей качества.

Рис. 6. Доходный подход к оценке экономической эффективности повышения качества с учетом неценовой эластичности спроса

характер. Таким образом, это сравнение еще раз подтвердило высокую значимость повышения уровня качества транспортного обслуживания на железнодорожном транспорте как эффективного фактора конкурентоспособности и прибыльности транспортных компаний [4].

Поскольку ключевыми рыночными факторами, определяющими величину объема перевозок, являются цена и качество, важно оценить влияние на него двух факторов сразу. Для этого с использованием рассчитанных коэффициентов ценовой и неценовой эластичности (по ранее описанной методике) и с построением двухфакторной экономико-математической модели на основе агрегированной производственной функции Кобба–Дугласа, адаптированной под условия функционирования железнодорожного транспорта, была получена производственная функция зависимости объема перевозок от цены и качества обслуживания и построена ее графическая трехмерная модель (рис. 4).

Как видно из рис. 4, характер зависимости полученной производственной функции «объем – цена – качество перевозок» в сфере грузовых железнодорожных перевозок принимает восходящий характер по обоим анализируемым факторам влияния. Это говорит о том, что оба способны оказать положительное воздействие на изменение объема грузовых перевозок, тем самым придавая ему эффект дополнительного роста в абсолютном выражении. На рис. 5 данные зависимости представлены в двухосной системе координат.

Таким образом, графическое представление данной функции в двумерном пространстве подтверждает стандартное

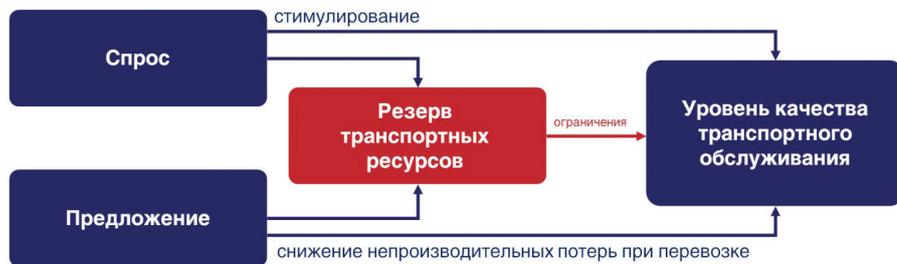


Рис. 7. Влияние спроса и предложения на уровень качества транспортного обслуживания

правило характера зависимости объема перевозок от влияющих на него рассматриваемых факторов: прямой характер зависимости от качества и обратный характер зависимости от цены.

Оценка экономической эффективности управления качеством транспортного обслуживания грузовладельцев

Традиционно эффективность повышения качества оценивали через снижение затрат транспортных организаций [5]. Однако такой подход, хотя и основанный на отчетных данных, является недостаточно объективным, особенно в рыночных условиях, так как не учитывает доходные поступления, а следовательно — реакцию потребителя на изменения. Это связано с тем, что прогнозирование роста спроса при повышении качества представляет собой определенную сложность. Использование коэффициента неценовой эластичности в данном исследовании позволит определить темп прироста прогнозируемого объема спроса на железнодорожные перевозки.

Имея возможность спрогнозировать изменение объема перевозок при повышении качества, мы можем оценить эффективность данного мероприятия, учитывая изменения доходов и расходов, связанных с перевозками, а также расходов, связанных непосредственно с повышением и поддержанием уровня качества предоставляемых транспортных услуг. Условие, при котором мероприятие по повышению качества будет целесообразным, — наличие положительного результата, т. е. рост прибыли превышает годовые затраты, связанные с повышением качества.

На рис. 6 представлена методика оценки экономической эффективности повышения качества транспортного обслуживания с учетом расчета процентного изменения уровня качества и прогноза роста объемов перевозок на основе использования разработанного инстру-

ментария по оценке коэффициента неценовой эластичности.

Данный подход позволяет определить, насколько необходимо повысить уровень качества транспортного обслуживания, чтобы получить запланированный объем денежной прибыли от перевозочной деятельности. Для этого данная методика в своей структуре расчета использует сопоставление грузооборота до и после повышения качества, а также значение доходной тарифной ставки по перевозкам и себестоимости перевозок.

На рис. 7 схематично представлена зависимость силы влияния спроса и предложения со стороны транспортного рынка на возможность дальнейшего изменения уровня качества и эффективности мероприятий по его повышению [6].

Как видно, на макроуровне на эффективность процесса обеспечения и дальнейшего повышения качества транспортного обслуживания влияют три ключевых фактора: мероприятия по стимулированию спроса на перевозки способствуют росту уровня их качества; мероприятия по снижению непроизводительных потерь при перевозке (например, мероприятия превентивного характера, аудиты, инспекции) также повышают уровень обеспечения качества; при этом с технологической и экономической точки зрения процесс дальнейшего повышения качества опирается в ограничение, связанное с резервом транспортных ресурсов.

Заключение

Таким образом, на основании рассмотренных положений и методик можно констатировать следующие итоговые тезисные выводы.

1. Повышение качества транспортного обслуживания как инструмент стимулирования спроса на перевозки является вдвое более результативным, чем ценовые методы ($E_k = 1, E_n = 0,53$).

2. Существуют сегменты рынка, практически нечувствительные к изменению качества транспортного обслуживания

(отсутствие альтернативных маршрутов, дешевые массовые грузы и т. д.).

3. Если ценовое стимулирование может снижать финансовый инвестиционный потенциал транспортной компании, то повышение качества фактически является стимулом повышения деловой активности в обслуживаемых отраслях.

4. Получение значения неценовой эластичности позволяет прогнозировать изменение спроса и доходов от перевозок, что принципиально меняет методику оценки экономической эффективности соответствующих мероприятий, делает ее более объективной, фактически сокращает сроки окупаемости инвестиций.

5. Полученный новый инструмент в виде производственной функции позволяет анализировать и прогнозировать изменение спроса на перевозки, комбинируя используя ценовой и неценовой инструментарий.

6. В современных условиях повышение качества транспортного обслуживания является важным резервом роста национальной экономики, роста доходов как транспортных компаний, так и субъектов внеотраслевого рынка, а также бюджетов всех уровней. IT

Литература

1. Исследование в сфере оценки потребителями качества услуг на рынке грузоперевозок железнодорожным транспортом. Отчет ежеквартальных исследований Индекса качества. М.: РЖД-Партнер, 2016–2022.
2. Соколов Ю. И., Лавров И. М., Аверьянова О. А., Чередников Н. А. Методы анализа индекса качества транспортного обслуживания грузовладельцев // Экономика железных дорог. 2019. № 4. С. 19–27.
3. Лавров И. М. Методика и результаты расчетов эластичности спроса относительно качества транспортного обслуживания // Мир транспорта. 2014. Т. 12, № 1 (50). С. 86–95.
4. Лавров И. М. Управление качеством транспортного обслуживания грузовладельцев: анализ, методы оценки, эффективность: моногр. М.: РУТ (МИИТ), 2019. 132 с.
5. Трихунков М. Ф. Транспортное производство в условиях рынка: Качество и эффективность. М.: Транспорт, 1993. 255 с.
6. Соколов Ю. И. О некоторых противоречиях в понимании качества продукции // Мир транспорта. 2004. Т. 2, № 1 (5). С. 72–75.

Имитационная экспертиза инфраструктурных проектов на транспорте



А. А. Пархоменко,
аспирант кафедры
«Системы управления
транспортной
инфраструктурой»
Российского
университета
транспорта
(РУТ (МИИТ))



О. В. Осокин,
д-р техн. наук, директор
ООО «Аналитические
и управляющие системы
на транспорте
«Транспортный
алгоритм»



П. А. Козлов,
д-р техн. наук,
президент
научно-производственного
холдинга «СТРАТЕГ»

Для укрепления технологического суверенитета и повышения безопасности страны необходимо интенсивное развитие экономики. Но при наших размерах требуется опережающее развитие транспорта. Значит, появится большое число инфраструктурных проектов: по развитию железнодорожных станций, припортовых транспортных узлов, больших полигонов и др.

Наша страна занимает далеко не лидирующее место по густоте железнодорожной сети (рис. 1).

Инфраструктурные проекты потребуют больших инвестиций, поэтому особую важность приобретает корректность методов расчета проектируемых транспортных объектов.

Анализ действующих нормативных и методических документов показал, что теоретические основы, на которые опираются предлагаемые методы, в значительной степени ошибочны, поэтому в расчетах имеются существенные погрешности. Эти ошибки долгое время не замечались, потому что не было аппарата проверки. Теперь он есть — это имитационное моделирование.

Системные основы для построения корректных методов расчета

Положение 1. Самостоятельные транспортные объекты следует рассматривать как системы, т. е. целостные объекты с активным самоподдержанием [1].

Элементы в системах функционируют во взаимодействии с другими, и это существенно влияет на их свойства. Следовательно, рассматривать элементы в отрыве от их взаимодействия нельзя, это будет искажением действительности.

Положение 2. Расчетный элемент должен иметь собственную функциональную роль. Минимальная функциональная роль структурного элемента на железнодорожном транспорте — лишь структурное обеспечение технологической операции (либо законченного передвижения как ее разновидности). Меньше функции нет.

Положение 3. Функциональные роли расчетного элемента в реальности и в модели должны совпадать. Иначе происходит искажение действительности.

Положение 4. Поток на транспорте по сути является смешанным: частично случайными, частично управляемыми, детерминированными. Для смешанных потоков не существует строгих математических способов расчета, поэтому в расчетных формулах пренебрегают либо случайной составляющей, либо детерминированной. Это, естественно, приводит к погрешностям.

При детерминированном подходе процессы описываются фиксированными величинами. Продолжительность технологических операций задается постоянной, без случайных колебаний. То есть условия работы модели являются облегченными. Но при взаимодействии случайных процессов могут происходить совпадающие неблагоприятные выбросы.

Пример. На горку стоит очередь из составов со многими отцепами, значит, с большим временем роспуска. Одновременно происходит сгущенное прибытие поездов в расформирование. Комплекс парк — горка не справляется

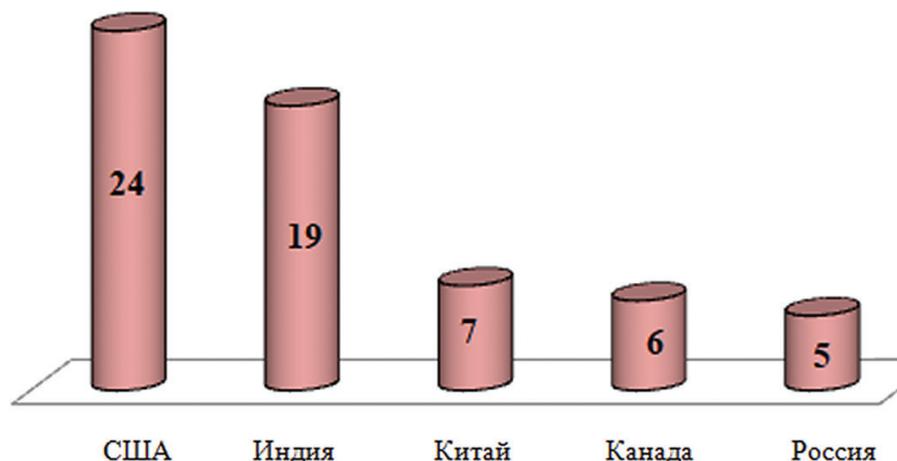


Рис. 1. Густота железных дорог России в сравнении со странами с большой территорией (км/1000 км²)

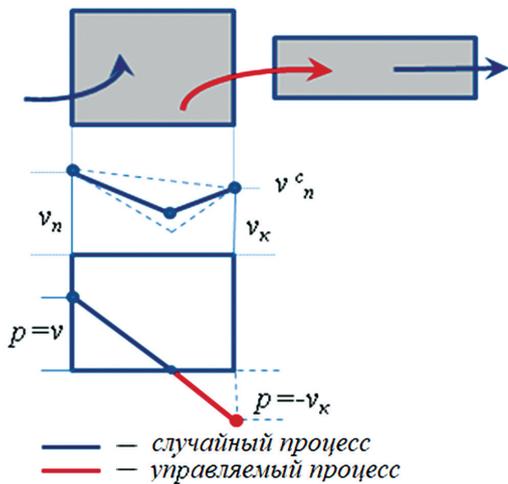


Рис. 2. Преобразование потока в парке: v_n^c – коэффициент вариации смешанного потока; v_n – коэффициент вариации потока; v_x – коэффициент вариации канала

с потоком, поезда стоят из-за неприема. При фиксированном времени роспуска таких ситуаций не бывает, поэтому расчетная пропускная способность получается завышенной. По результатам имитационной проверки – на 20–25 %. И это в миллиардных расчетах!

Наоборот, когда все колебания – и в потоке, и в обслуживании – считаются случайными, условия задаются излишне сложными. На самом деле управление уменьшает размер случайных выбросов, как бы смягчает условия, поэтому в моделях массового обслуживания расчетная пропускная способность получается заниженной.

Рассмотрим исходные положения для построения методов расчета в официальных документах [2, 3].

Некоторые исходные постулаты и их анализ

Постулат 1. В Инструкции утверждается: «пропускная способность какого-либо устройства может быть правильно установлена только в том случае, если при расчете не учитывается возможное ее ограничение пропускной способностью соседних устройств» [2, п. 2.1.4]. И далее: «порядок расчета пропускной и перерабатывающей способности станции устанавливается следующий:

- определяется пропускная (перерабатывающая) способность отдельных станционных устройств;
- устанавливается результирующая пропускная способность станции отдельно по каждому из примыкающих направлений, соответствующая устройству, имеющему наименьшую ее величину» [2, п. 2.1.7].

Пример. Пропускная способность структурного объекта «предгорочный парк – сортировочная горка» рассчитывается точно по сформулированному постулату. На самом деле там происходит сложное взаимодействие, случайный поток превращается в управляемый (рис. 2).

Превращение происходит на резервных путях. От степени этого преобразования зависит реальная пропускная способность горки (рис. 3).

То есть рассчитывать пропускную способность горки в отрыве от предгорочного парка нельзя. Получается, что фактически достижимая величина пропускной способности любого канала обслуживания определяется уровнем возможной полезной загрузки:

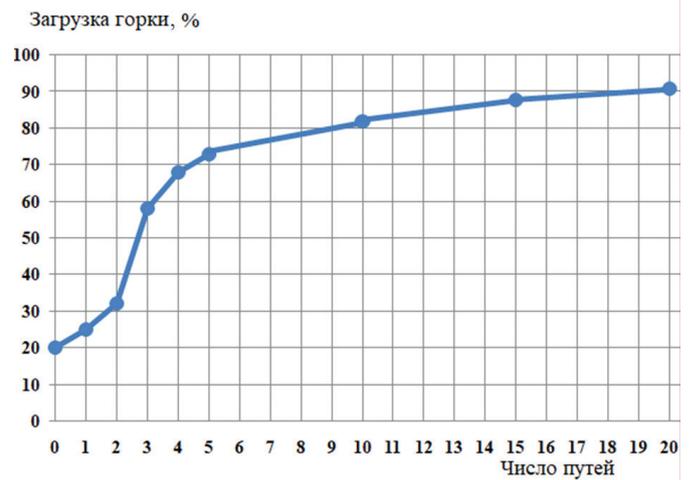


Рис. 3. Возможный уровень загрузки горки при разной емкости предгорочного парка

$$\tilde{U} = \lambda \cdot U,$$

где \tilde{U} – максимальная пропускная способность;
 U – реальная пропускная способность;
 λ – коэффициент возможной загрузки канала при данном потоке.

Этим взаимодействием пренебрегать нельзя, поскольку происходит искажение действительности. Нормативный способ расчета некорректен.

Постулат 2. «Пропускная способность станционных устройств определяется числом поездов

$$n = \frac{1440m - \sum T_{\text{пост.м}}}{t_{\text{зан}}},$$

где m – число параллельно работающих однородных элементов рассчитываемого устройства (например, число путей в парке);
 $t_{\text{зан}}$ – время занятия пути одним поездом;
 $\sum T_{\text{пост.м}}$ – время занятия устройства в течение суток выполнением постоянных операций, мин».

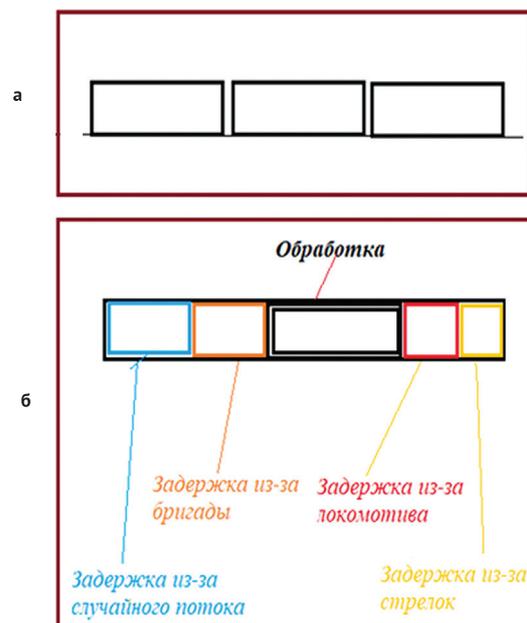


Рис. 4. Схема занятости пути в модели (а) и в реальности (б)

название	графически	технологией	задержками	вагонами
106 п. парка Д		9:47	9:58	1:52
112 п. парка Д		10:44	8:10	1:27
108 п. парка Д		10:13	5:41	3:27
102 п. парка Д		9:17	6:20	3:22
100 п. парка Д		8:45	7:02	2:56
118 п. парка Д		10:00	6:04	2:38
116 п. парка Д		10:13	7:11	1:05
104 п. парка Д		10:04	7:05	0:57
114 п. парка Д		9:53	6:47	0:53

Рис. 5. Структура занятости парка приема одной из станций

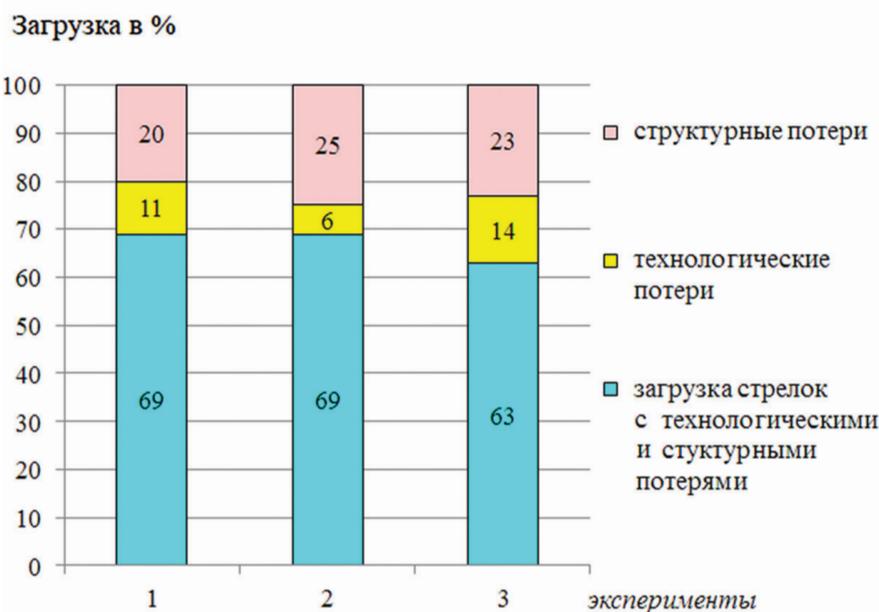


Рис. 6. Полезная загрузка стрелок и структурно-технологические потери

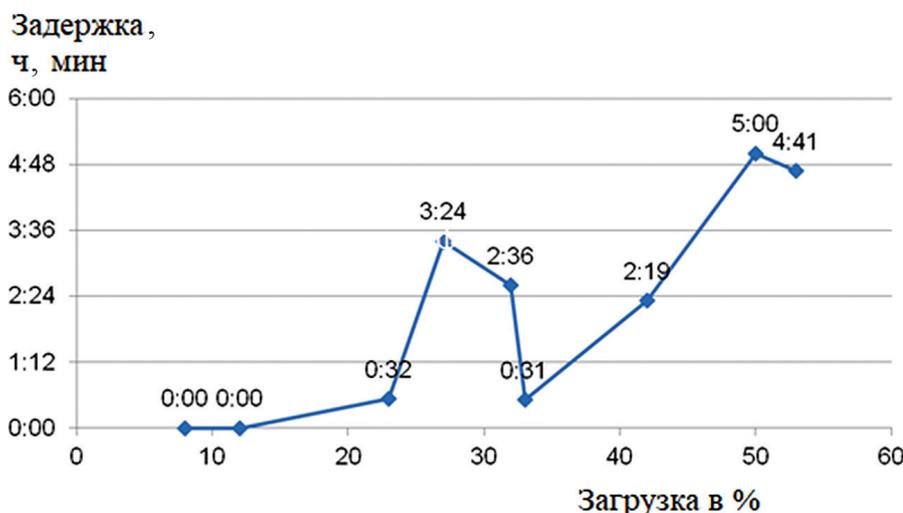


Рис. 7. Загрузка и задержки стрелок в горловине ст. Екатеринбург-Сортировочный

Так рекомендуется рассчитывать пропускную способность парков в методическом руководстве по проектированию железнодорожных станций и узлов [3].

Здесь не совпадают функциональные роли расчетного объекта в реальности и в модели. В формуле упоминается только путь, как будто он работает один самостоятельно (рис. 4а). Однако обработку производит бригада ПТО, а значит, из-за нее может быть задержка (рис. 4б). Состав переставляется локомотивом, при этом также может возникать задержка. Горловина тоже не всегда свободна. Каким образом можно рассчитать все эти задержки в проектируемой станции?

Есть еще один аспект: в приведенной формуле пути рассматриваются лишь как каналы обслуживания. А где резервные пути? Вот как работают пути в парке приема одной из станций (рис. 5). Красным цветом отображена работа путей в качестве резервных.

Вывод. Исходные основы ошибочные, этот метод расчета также некорректный.

Постулат 3. О пропускной способности горловины [2, с. 78]: «При этом больше будет уверенность в том, что пропускная способность горловины определена действительно по наиболее загруженной стрелке».

Постулат расписан уже как методика расчета. Суть ее следующая: пропускную способность горловины определяют пропускной способностью наиболее загруженной стрелки при ее стопроцентной занятости. Считается, что задержки из-за этой стрелки равны задержкам из-за горловины. Логически вроде бы правдоподобно. Однако имитационная проверка показала, что это совсем не так.

Первая ошибка. Стрелка не имеет собственной функциональной роли. Она не может обеспечить законченного передвижения. Стрелка не может быть расчетным элементом. Свободность стрелки не означает, что ее можно использовать — ведь следующая может быть занята.

Вторая ошибка. Наиболее загруженную стрелку можно использовать на 100%. Как показывают многочисленные расчеты, стрелку невозможно загрузить больше, чем на 70%. Возникают структурные (следующая стрелка занята) и функциональные (нет готового передвижения) потери (рис. 6).

Третья ошибка. Наиболее загруженная стрелка вызывает наибольшие

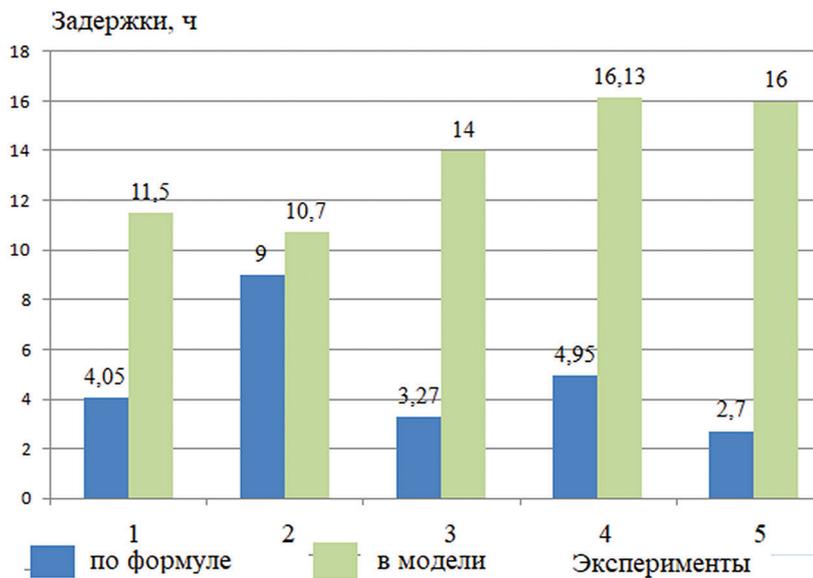


Рис. 8. Задержки по формуле и в имитационной модели

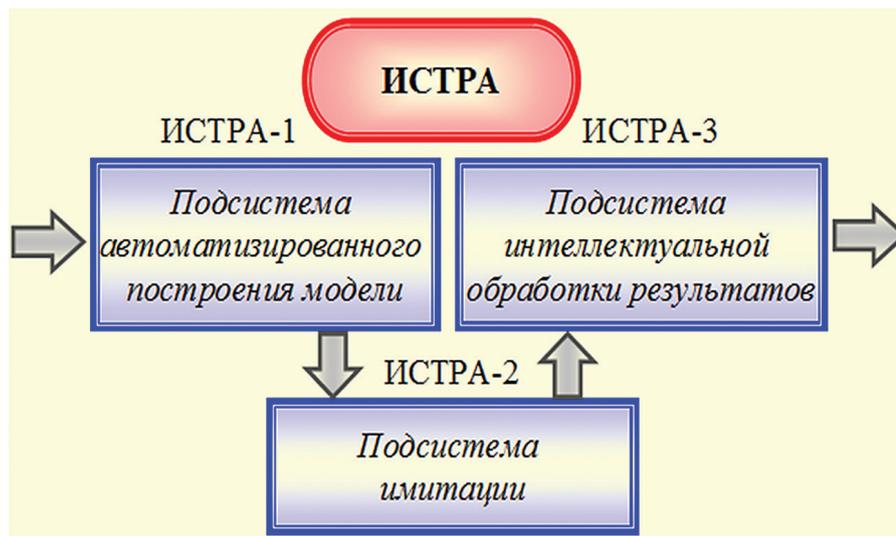


Рис. 9. Структура имитационной системы транспорта ИСТРА

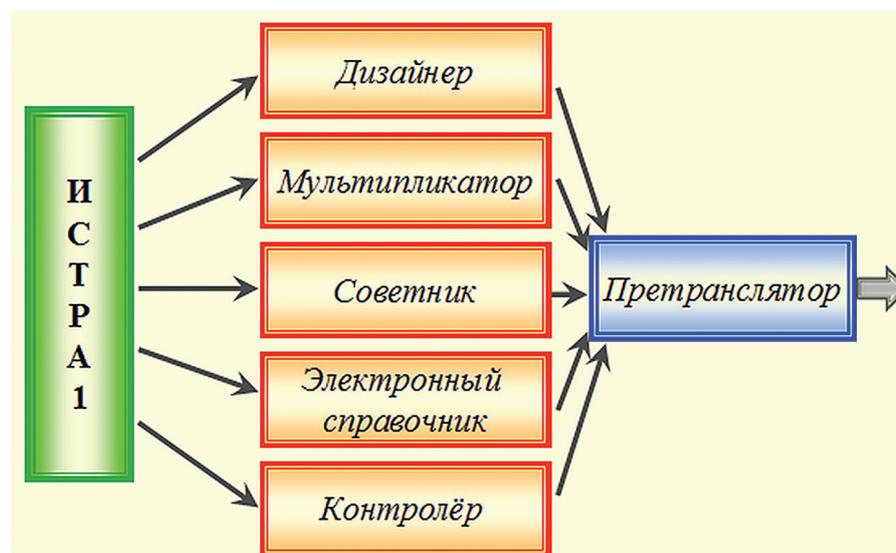


Рис. 10. Структура подсистемы автоматического построения

задержки. Эксперименты показали, что прямой зависимости задержек от загрузки нет (рис. 7). Влияет не только уровень, но и характер использования (маленькими отрезками или большими, более равномерно или менее и др.).

Кстати, задержки по приведенной там формуле рассчитываются неправильно. Имитационная модель отображает в динамике каждую задержку. Сравнительные расчеты, выполненные по формуле и в имитационных экспериментах для одной и той же станции, показали совершенно разные результаты (рис. 8).

Итак, вследствие ошибочности исходных положений методы расчета пропускной способности парков и горловин, а значит, и станций в целом имеют существенные ошибки. Методы рассматривали разные ученые [4–7], но существенного изменения их исследования не приносили. Частично эта проблема изучалась уже в последнее время [8, 9].

Существует еще так называемый графоаналитический метод расчета. Отчасти он похож на имитационное моделирование, но по сути сильно отличается. Здесь вручную строится суточный план-график работы станции. Метод чаще всего используется при разработке единого технологического процесса работы транспорта промышленного предприятия и станции примыкания. Этот расчет применяют в проектных организациях для определения параметров проектируемых станций.

Недостатки графоаналитического метода:

- 1) график исполненной работы строится, как правило, только на одни сутки. Но сутки можно выбрать разные. Налицо субъективизм;
- 2) начальное состояние станции задается произвольно. Субъективизм;
- 3) не отображаются корректно случайные процессы. Продолжительность операций задается средними величинами. Колебание в составах поездов и в интервалах их прибытия задается произвольно по усмотрению разработчика. Субъективизм;
- 4) действия диспетчера также невозможно отобразить корректно. Управление является функцией состояния. Состояние станции за одни сутки не может объективно представлять всю динамику состояний. Кроме того, состояние станции определяется также взаимодействием случайных процессов, а они не отображаются.

Вывод: метод некорректный.

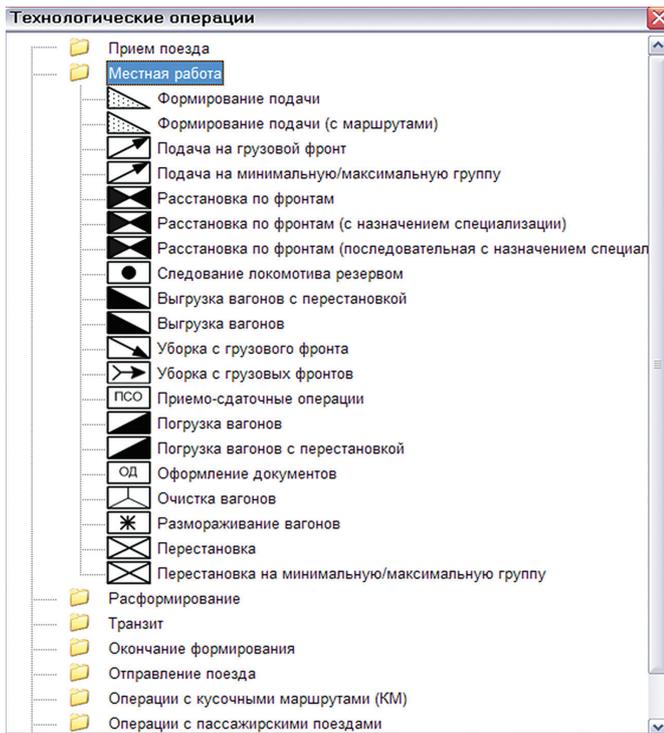


Рис. 11. Набор возможных операций ИСТРА

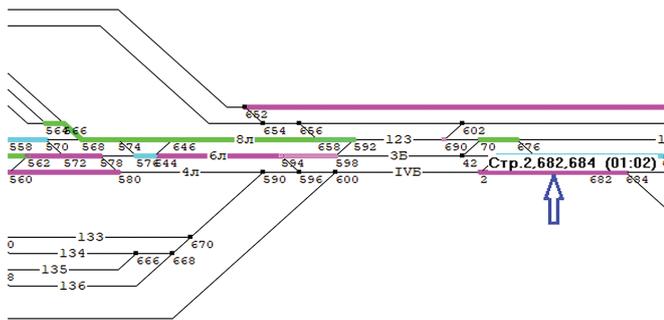


Рис. 12. Отображение задержек из-за элемента на схеме станции

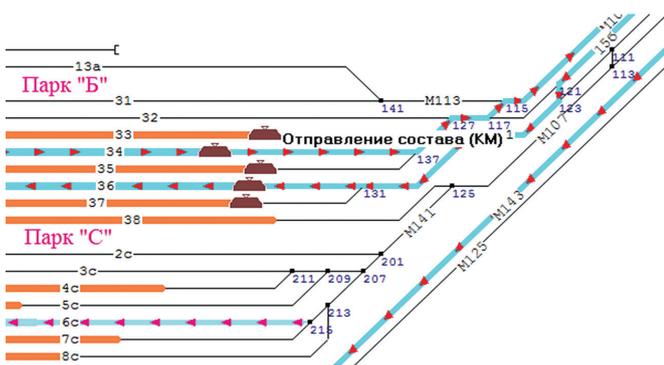


Рис. 13. Экранная форма визуализации работы станции

Экспертиза инфраструктурных проектов с помощью имитационной системы ИСТРА

Имитационное моделирование является единственным корректным методом расчета транспортных систем. Имитационная модель в этом случае достаточно точно отображает:

- структуру системы,
- технологию работы,
- случайные процессы,
- диспетчерское управление.

Последнее весьма важно, ибо транспортная система работает не просто по технологии, но по адаптивной технологии.

ИСТРА (имитационная система транспорта) позволяет строить такого рода модели. Она успешно используется в течение десятилетий. Ее особенность — подсистемы автоматизированного построения модели (рис. 9).

Массив описания подробной модели большой станции с отображением всех элементов структуры путевого развития и технологических операций, включая все возможные условия, продолжительность и варианты выполнения, составляет около 600–700 тысяч строк. Свыше 90 % этого массива подсистема формирует автоматически (рис. 10).

ИСТРА может отображать разные технологии (рис. 11). Модель выдает исчерпывающий набор количественных и качественных параметров работы железнодорожной станции или транспортного узла, узкие места структуры и технологии, исполненный график работы. Для удобства проектировщика загрузка каждого структурного элемента и задержки из-за него показываются непосредственно на схеме объекта (рис. 12).

Работу модели можно посмотреть в динамике (рис. 13). ИСТРА прошла государственную регистрацию (рис. 14).

Технология использования системы для расчета железнодорожных объектов утверждена в ОАО «РЖД» [10].



Рис. 14. Свидетельство о государственной регистрации программы

Литература

1. Козлов П. А. Транспортные системы: теория, моделирование, расчет, оптимизация. М: Открытые системы, 2022. 324 с.
2. Инструкция по расчету пропускной и провозной способностей железных дорог ОАО «РЖД». Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 04.03.2022 г. № 545/р в редакции распоряжения от 16.12.2022 г. № 3340/р.
3. Проектирование железнодорожных станций и узлов: справ. и метод. руководство / под ред. А. М. Козлова, К. Г. Гусевой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1981. 594 с.
4. Карейша С. Д. Железнодорожные станции. М.: Транспечать; НКПС, 1930. 304 с.
5. Акулиничев В.М., Кудрявцев В. А., Корешков А. Н. Математические методы в эксплуатации железных дорог. М.: Транспорт, 1981. 224 с.
6. Васильев И. И. Определение необходимой мощности отдельных элементов станции // Тр. ЛИИЖТ. Вып. 140. М.: Трансжелдориздат, 1949. С. 67–93.
7. Грунтов П. С. Расчет числа путей парков приема и отправления // Вопросы грузовой работы на ж.-д. транспорте. Труды БелиИЖТа. 1963. Вып. 26. С. 70–91.
8. Козлов П.А. О методах расчета систем железнодорожного транспорта // Железнодорожный транспорт. 2014. № 12. С. 28–32.
9. Козлов П.А., Осокин О. В., Колокольников В. С. Исследование проектов развития железнодорожных станций и полигонов с помощью имитационного моделирования // Железнодорожный транспорт. 2018. № 6. С. 12–16.
10. Методика проведения исследований проектов развития железнодорожных станций и линий с определением «узких мест», влияния на пропускные и перерабатывающие способности, рациональной технологии и прогнозируемых эксплуатационных показателей с использованием аппарата математического моделирования. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 09.01.2018 г. № 2/р.

О расчете приведенной длины эквивалентного маятника люлечного подвешивания грузового вагона с наклонными подвесками



Г. И. Гаджиметов,
руководитель
Испытательного
центра АО «Научно-
исследовательский
и конструкторско-
технологический
институт
подвижного состава»
(АО «ВНИКТИ»)



В. А. Никонов,
главный конструктор
АО «ВНИКТИ»



Д. С. Курди́ков,
заведующий группой
АО «ВНИКТИ»



А. С. Пономарев,
заведующий лабораторией
АО «ВНИКТИ»

Для снижения рамных сил бокового воздействия от колеса на рельс между кузовом и рамой тележки вагона предусматривают упругую связь, реализуемую люлечным или маятниковым подвешиванием. При этом установлено различие в применяемых формулах для расчета приведенной длины эквивалентного маятника. Проведенные расчетные и экспериментальные исследования динамических характеристик люлечного подвешивания с наклонными подвесками подвижного состава для скоростных грузовых перевозок позволили уточнить расчетную формулу.

Одним из направлений развития железнодорожных перевозок является повышение скоростей движения грузовых поездов [1]. Это можно сделать путем разработки и внедрения грузовых вагонов с повышенными допускаемыми скоростями движения до 140 км/ч [2].

При повышении скорости увеличиваются горизонтальные и вертикальные колебания экипажа, от которых во многом зависит устойчивость (безопасность) движения. При увеличении горизонтальной и вертикальной динамики снижается коэффициент запаса устойчивости колеса против схода с рельсов (коэффициент безопасности), т. е. возрастает вероятность схода вагона [3]. В связи этим для повышения безопасности движения при проектировании грузовых вагонов с конструкционной скоростью 140 км/ч следует принимать конструкторские решения, позволяющие:

- 1) снизить уровень динамической добавки обрессоренных частей;
- 2) снизить уровень рамных сил.

Для снижения уровня динамической добавки обрессоренных частей необходимо увеличивать статический прогиб рессорного подвешивания, насколько позволяет конструкция тележки [4].

Анализ конструкций тележек подвижного состава, рассчитанных на высокие скорости движения, показывает, что между кузовом и рамой тележки вводится дополнительная связь, предназначенная для упругой передачи горизонтальной поперечной инерционной силы от кузова на рельсы. Она позволяет снизить рамные силы от колеса на рельс [5]. Жесткость поперечной связи кузова с рамой тележки обычно выражают через приведенную длину эквивалентного маятника $L_{пр}$. По результатам проведенных исследований выявлена зависимость влияния значения $L_{пр}$ на рамные силы (рис. 1).

В стандартах, устанавливающих требования к ходовым частям вагонов пассажирского типа [6, 7], нормированы минимальные необходимые значения $L_{пр}$ для обеспечения безопасности движения и комфорта пассажиров (см. таблицу).

При проектировании тележек подвижного состава $L_{пр}$ используется для определения потребной мощности гидравлических демпферов, предназначенных для предотвращения резонансных явлений и гашения колебаний отнoса кузова в тележках с упругой горизонтальной связью с кузовом. По результатам, полученным

Минимальные значения $L_{пр}$, установленные в [6, 7]

Тип вагона	Тип тележки	$L_{пр}$, мм, не менее	
		ГОСТ 34093-2017 [6]	ГОСТ Р 55821-2013 [7]
Пассажирский	Люлечный	400	400
	Безлюлечный		350
Почтовый, багажный и специальный	–	300	250

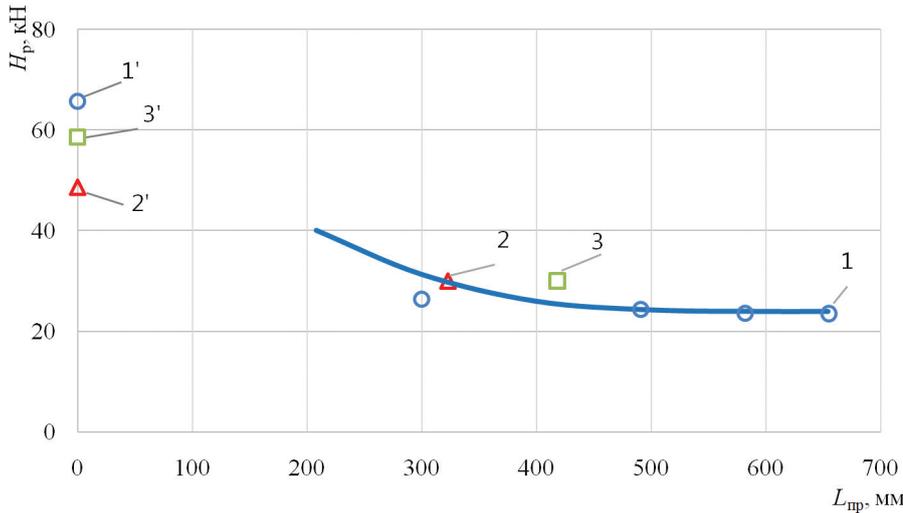


Рис. 1. Зависимость максимальных равных сил H_p от длины эквивалентного маятника $L_{пр}$: 1 – тепловоз ТЭ7-001 с экспериментальной экипажной частью, $V = 140$ км/ч; 2 – электровоз ВЛ80-003, $V = 120$ км/ч; 3 – тепловоз ТЭ50-0001, $V = 100$ км/ч; 1; 2; 3' – ТЭ7-001, ВЛ80-003 и ТЭ50-0001 соответственно при жестком шкворне

в ходе исследований [5, 6, 8], коэффициент относительного демпфирования колебаний отбоя β_r рекомендуется принимать равным 0,3...0,4 от критической величины коэффициента сопротивления демпфера, определяемой по формуле:

$$\beta_{кр}^r = 2\sqrt{m \cdot c^r}, \quad (1)$$

где m – масса частей кузова, поддерживаемая люлечным подвешиванием, кг;

c^r – горизонтальная жесткость люлечного подвешивания, Н/м.

Горизонтальная жесткость люлечного подвешивания определяется по формуле:

$$c^r = \frac{P}{L_{пр}}, \quad (2)$$

где P – вес частей кузова, поддерживаемых люлечным подвешиванием, Н;

$L_{пр}$ – приведенная длина эквивалентного маятника, м.

Для экипажной части подвижного состава с люлечным подвешиванием также важно принимать во внимание безударное прохождение кривых участков пути с учетом обеспечения гарантированного зазора в боковых упругих опорах тележки и максимального смещения ее люлечного подвешивания. Для этого характеристика упругой поперечной связи должна быть нелинейной с ходом на сторону $y = 40...45$ мм. В пределах первой половины смещения жесткость поперечной связи обеспечивается люлечной подвеской, со второй половины в схему включают упругие упоры, увеличивая жесткость поперечного перемещения с целью получения полной возвращающей силы F_y величиной 0,25...0,30 от нагрузки, при-

ходящейся на подвеску от кузова вагона [5, 9]. На рис. 2 в качестве примера приведен расчетный график жесткости люлечной связи с приведенной длиной эквивалентного маятника 300 мм при весе кузова 600 кН.

Таким образом, приведенная длина эквивалентного маятника $L_{пр}$, рассчитываемая на стадии проектирования, является важным параметром экипажной части скоростного подвижного состава.

Постановка задачи

Упругая связь между кузовом и тележкой конструктивно реализуется через пружины типа «флексикойл», маятниковые или люлечные подвешивания. Имеются разные схемы люлечного подвешивания. Типовые решения приведены в [6], условно их можно разделить на две группы: с вертикальными и наклонными подвесками. Применение наклонных подвесок в люлечном подвешивании по сравнению с вертикальными позволяет добиться следующих преимуществ [8]:

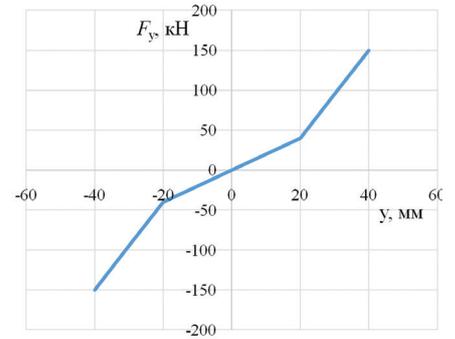


Рис. 2. Зависимость возвращающей силы люлечного подвешивания от величины отбоя кузова и ее характер

1) повышается габаритная безопасность при движении в кривых участках пути, которая проявляется в уменьшении перемещения верхнего обвязочного угольника;

2) уменьшается отклонение направления равнодействующей от перпендикуляра к полу.

При проектировании люлечного подвешивания с наклонными подвесками угол наклона должен выбираться так, чтобы лучи, служащие продолжением люлечных подвесок, пересекались всегда выше центра тяжести кузова вагона. Расстояние от точки пересечения до центра тяжести кузова вагона должно быть не менее 1,5 м [6].

Схематическое представление люлечного подвешивания с наклонными подвесками приведено на рис. 3.

В [6, 8, 10, 11] приведены разные формулы для расчета приведенной длины эквивалентного маятника люлечного подвешивания с наклонными подвесками. Так, в [6, 10] приводится следующая формула для расчета приведенной длины эквивалентного маятника:

$$L_{пр}^1 = l \cdot \cos \alpha \left(1 - \frac{h_{ц}}{b} \tan \alpha \right). \quad (3)$$

Вместе с тем в [8, 11] приводится другая формула для расчета приведенной длины эквивалентного маятника:

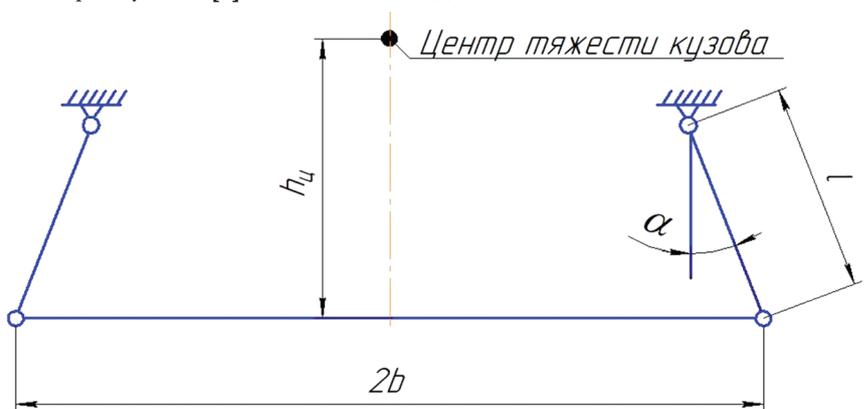


Рис. 3. Схема люлечного подвешивания с наклонными подвесками: l – длина подвески, м; α – угол наклона подвески к вертикальной оси, град.; $h_{ц}$ – высота от центра тяжести кузова до оси нижнего люлечного бруса, м; $2b$ – расстояние между нижними люлечными шарнирами, м

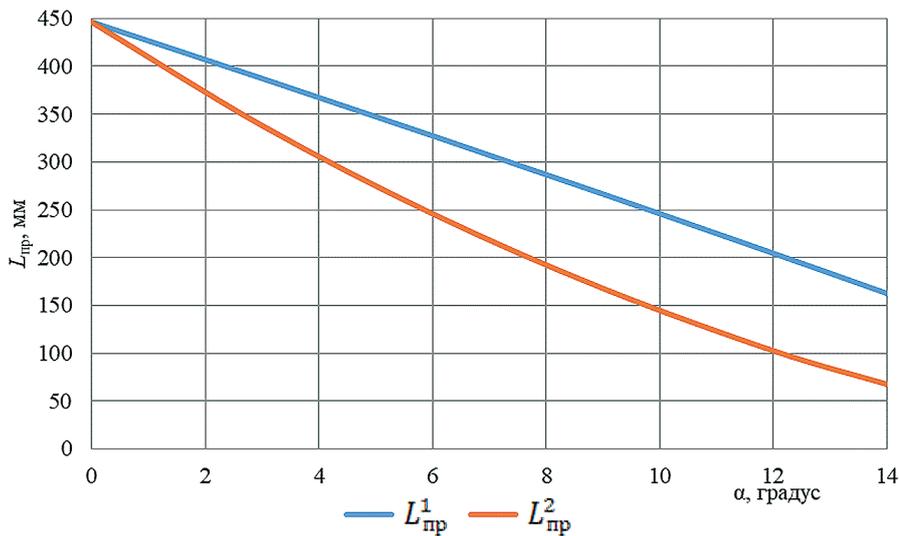


Рис. 4. Приведенная длина эквивалентного маятника $L_{пр}$ в зависимости от угла α наклона подвески к вертикали

$$L_{пр}^2 = \frac{l \cdot \cos \alpha \left(1 - \frac{h_{ц}}{b} \tan \alpha\right)^2}{1 - \frac{l \cdot h_{ц}}{b^2} \tan \alpha \cos \alpha}. \quad (4)$$

На рис. 4 представлены значения приведенной длины эквивалентного маятника, рассчитанные по формулам (3) и (4) в зависимости от угла наклона подвески к вертикали, при этом $l = 446$ мм, $h_{ц} = 1530$ мм и $2b = 1220$ мм.

Анализ графиков на рис. 4 показывает, что приведенные длины эквивалентного маятника люлечного подвешивания, рассчитанные по формулам (3) и (4), имеют разное значение. В связи с этим требуется проведение исследований для выбора формулы, позволяющей корректно рассчитать значение этого параметра тележки вагона.

Методика исследований

При наклонных подвесках люлечного подвешивания в связи с поступательным и вращательным движением кузова при его отnose по отношению к раме тележки система «кузов — люлечное подвешивание — рама тележки» рассматривается как физический маятник.

Приведенной длиной физического маятника называется длина математического маятника, имеющего такой же период колебаний, как и физический маятник [12], т. е. выполняется условие:

$$T_{физ} = T_{мат}, \quad (5)$$

где $T_{физ}$ — период колебаний физического маятника, с;
 $T_{мат}$ — период колебаний математического маятника, с.

Период колебаний математического маятника определяется по формуле:

$$T_{мат} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (6)$$

где l — длина математического маятника, м;
 g — ускорение свободного падения, $g = 9,80665$ м/с².

Период колебаний физического маятника определяется по формуле:

$$T_{физ} = 2\pi \sqrt{\frac{J}{m \cdot a \cdot g}}, \quad (7)$$

где J — момент инерции данного физического маятника относительно точки подвеса;
 m — масса, кг;

a — расстояние от точки подвеса до центра масс, м.

Из подобия формул (6) и (7) следует:

$$L_{пр} = \frac{J}{m \cdot a}. \quad (8)$$

Тогда, используя формулы (7) и (8), можно вывести следующее выражение:

$$L_{пр} = g \cdot \left(\frac{T_{физ}}{2\pi}\right)^2. \quad (9)$$

Период и частота колебаний физического маятника связаны следующим образом:

$$\vartheta = \frac{1}{T_{физ}}, \quad (10)$$

где ϑ — частота колебаний отнosa кузова, Гц.

Формулу (9) запишем в следующем виде:

$$\vartheta = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L_{пр}}}. \quad (11)$$

Для решения поставленной задачи в ходе экспериментов определим частоту колебаний ϑ люлечного подвешивания с известными параметрами, которую сравним с расчетными значениями, полученными по формуле (11), с учетом формул (3) и (4).

Натурный эксперимент

Натурные исследования проведены на опытном образце грузового вагона, где реализовано люлечное подвешивание с наклонными подвесками, установленными под углом $5,3^\circ$ к вертикальной оси (рис. 5).

Для реализации безударного прохождения горизонтальных элементов пути реализована возможность максимального смещения шкворневого бруса до 40 мм (размер a_2 на рис. 5), где для увеличения жесткости поперечного перемещения шкворневого бруса применены цилиндрические пружины, которые включаются в работу после смещения шкворневого бруса на 20 мм (размер a_1 на рис. 5). Для

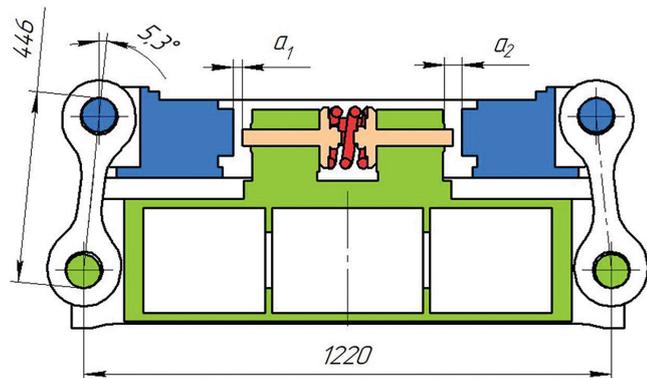


Рис. 5. Конструкция и параметры люлечного подвешивания опытного грузового вагона

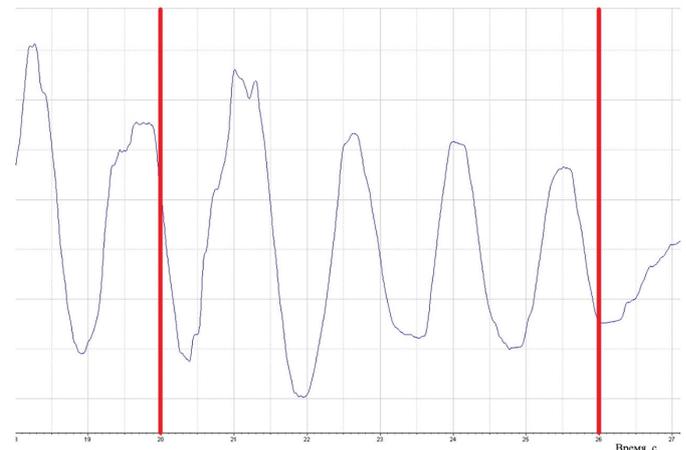


Рис. 6. Осциллограмма колебаний бокового отнosa кузова относительно рамы тележки

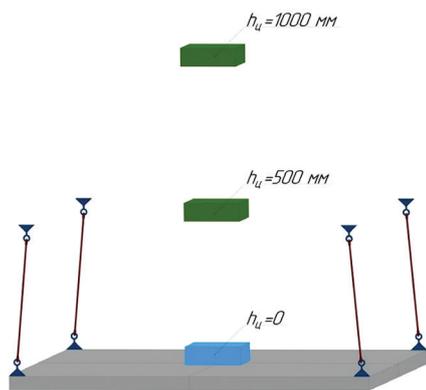


Рис 7. Схема макета для определения влияния высоты центра груза на частоту колебаний люлечного подвешивания

определения частоты колебаний относительного кузова был организован проезд нагруженного опытного вагона по стрелочному переводу на боковой путь. Частота колебаний определялась на выходе из стрелочного перевода, который в эксперименте имитировал горизонтальную неровность пути для возбуждения колебаний относительного кузова. На рис. 6 представлена осциллограмма колебаний бокового относительного кузова относительно рамы тележки.

В ходе испытаний частота колебаний относительного кузова вагона относительно рамы тележки составила 0,8 Гц.

Эксперимент на полноразмерном макете

Для определения влияния высоты центра тяжести кузова на частоту колебаний люлечного подвешивания был изготовлен полноразмерный макет, состоящий из плиты, подвешенной на наклонных подвесках (рис. 7).

Геометрические параметры макета соответствовали размерам, приведенным на рис. 5. При проведении исследований определялась частота колебаний плиты при разной высоте центра тяжести груза.

Результаты экспериментов

На рис. 8 представлены результаты испытаний по определению частоты колебаний люлечного подвешивания в зависимости от высоты центра тяжести кузова (груза) при ходовых натурных испытаниях вагона и на макете. Геометрические параметры люлечного подвешивания соответствовали приведенным на рис. 5.

Из графика видно, что частоты колебаний макета эквивалентного маятника люлечного подвешивания при разных высотах центра тяжести груза близки к значениям частоты колебаний экви-

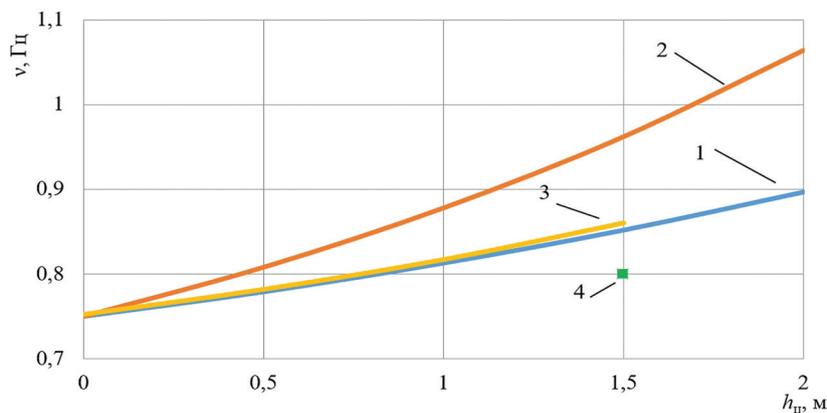


Рис 8. Зависимость частоты колебаний люлечного подвешивания от высоты центра тяжести кузова (груза): 1, 2 – значения частоты колебаний люлечного подвешивания при расчете длины приведенного маятника по формулам (3) и (4) соответственно; 3 – результаты испытаний на макете люлечного подвешивания; 4 – частота колебаний относительного кузова грузового вагона, определенная при натурных испытаниях

валентного маятника люлечного подвешивания, приведенная длина которого рассчитывалась по формуле (3). Частота колебаний кузова вагона, полученная при натурных испытаниях, также оказалась близка к частоте колебаний рассматриваемого эквивалентного маятника люлечного подвешивания. Вместе с тем некоторое снижение частоты колебаний относительного кузова вагона при натурных испытаниях относительно расчетной может быть следствием колебаний вагона на рессорном подвешивании.

Выводы

Проведенный анализ и исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Поперечное упругое соединение кузова вагона с рамой тележки способствует снижению рамных сил и бокового воздействия колеса на рельс.
2. Для расчета приведенной длины эквивалентного маятника люлечного подвешивания с наклонными подвесками между кузовом и рамой тележки грузового вагона следует пользоваться формулой (3).
3. Необходимо продолжить исследования по оценке влияния гибкости рессорного подвешивания на частоту колебаний люлечного подвешивания с наклонными подвесками. ■

Литература

1. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 19.03.2019 № 466-р.
2. Коссов В. С., Никонов В. А., Шевцов А. М. и др. Скоростной вагон-платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров модели 13–6704: особенности конструкции и перспективы применения // Вестник ИПЕМ. Техника железных дорог. 2021. № 3. С. 30–35.

3. Вершинский С. В., Данилов В. Н., Хусидов В. Д. Динамика вагона: учебник для вузов ж.-д. трансп. М.: Транспорт, 1991. 360 с.
4. Тележечные экипажи локомотивов для повышенных скоростей движения / под ред. К. П. Королева // Тр. ВНИИЖТ. Вып. 248. М.: Трансжелдориздат, 1962. 304 с.
5. Повышение надежности экипажной части тепловозов / под ред. Л. К. Добрынина. М.: Транспорт, 1984. 248 с.
6. ГОСТ 34093–2017. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования к прочности и динамическим качествам. М.: Стандартинформ, 2017. 46 с.
7. ГОСТ Р 55821–2013. Тележки пассажирских вагонов локомотивной тяги. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 20 с.
8. Вершинский С. В., Доронин И. С. Динамические характеристики центрального рессорного подвешивания пассажирских вагонов с наклонными элементами // Тр. ВНИИЖТ. Вып. 307. М.: Транспорт, 1965. С. 100–120.
9. ГОСТ 31846–2012. Специальный подвижной состав. Требования к прочности несущих конструкций и динамическим качествам. М.: Стандартинформ, 2013. 67 с.
10. Шадур Л. А., Челноков И. И., Никольский Л. Н. и др. Вагоны: учебник для вузов ж.-д. трансп. М.: Транспорт, 1980. 439 с.
11. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизированных вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). Утв. М-вом тяжелого и трансп. машиностроения СССР и М-вом путей сообщ. СССР в 1983 г. М.: ВНИИВ, ВНИИЖТ, 1983. 260 с.
12. ГОСТ 24284–80. Гравирозведка и магниторозведка. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1980. 18 с.

Изменение рынка автомобилестроения в России под влиянием санкций



В. В. Фролов,
преподаватель кафедры
«Экономика, организация
производства и менеджмент» ИЭФ Российского
университета транспорта (РУТ (МИИТ))



Ю. Г. Едигарева,
канд. соц. наук,
доцент кафедры «Международные отношения
и геополитика транспорта» ИМТК РУТ (МИИТ)

Наложённые на Россию экономические и финансовые санкции негативно повлияли как на отечественное, так и мировое автомобилестроение. Когда США, Европейский союз и некоторые государства Азии ввели запрет на авиационные, автомобильные, железнодорожные и морские перевозки, транспортная отрасль многих стран сразу же ощутила на себе данные ограничения.

В первом эшелоне санкций оказались пассажирские авиaperезвозки. Целью данных рестрикций стало не удорожание, а полный запрет на выполнение полетов гражданской авиации по маршрутам Россия–ЕС и обратно, что привело к существенному сокращению туристического потока граждан РФ в страны Европы. В настоящее время созданы альтернативные пути пассажирских перевозок из стран ЕС в РФ, преимущественно через Турцию, но данные пути являются более затратными как в финансовом, так и временном плане.

Следующим этапом стало введение ограничений автомобильных перевозок из стран Евросоюза в Россию, которое привело к полному запрету движения, в том числе транзитного, автомобилей с регистрацией в странах ЕС по территории РФ.

Кроме того, под ограничение попали работы российских и иностранных морских портов, в которых была запрещена переработка грузов, идущих из России, а также предназначенных для нашей страны.

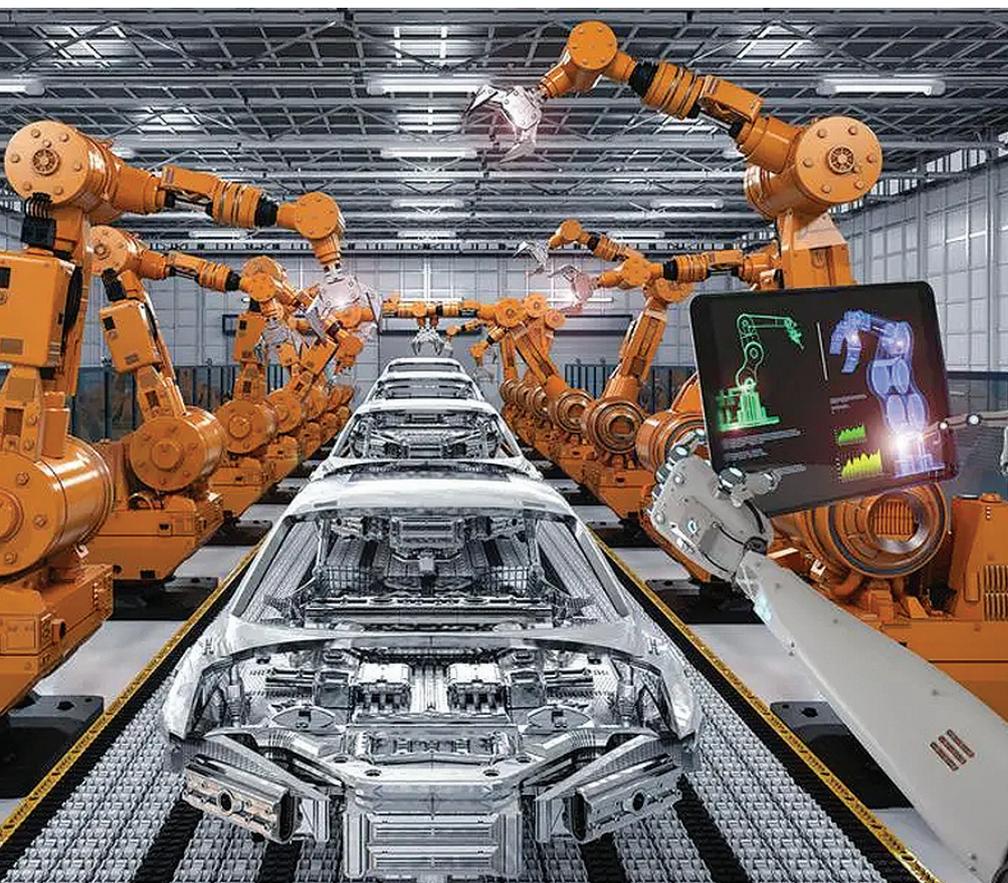
Существенное значение для обеспечения стабильных цепей поставок имел отказ крупных морских линий обеспечивать перевозки. Мировой контейнерный оператор Maersk стал одним из первых, кто ушел с рынка перевозок грузов, предназначенных для России. Вслед за ним последовали CMA CGM и MSC. Также остановила работу компания Hyundai Merchant Marine, которая выстраивала свои цепи поставок через порт Владивостока [1].

Санкции и автомобилестроение

Учитывая сложную геополитическую обстановку в мире на современном этапе, многие иностранные производители автомобильного транспорта начали отказываться поставлять на отечественный рынок свою продукцию и комплектующие элементы к ней. В их числе такие популярные марки автомобилей, как General Motors, Ford, «Фольксваген Групп Рус», Land Rover, Mercedes, BMW.

На российских производителях данная ситуация также отразилась неблагоприятным образом из-за прекращения поставок электронных компонентов.

Место уходящих «европейцев» стали занимать довольно известные в России китайские марки Haval, Chery, Geely и др.,



WWW.DONGCHEDI.COM

продажа которых в 2022 году увеличилась на 70 % по сравнению с 2021 годом [2].

В октябре 2022 года президент АвтоВАЗа М. Ю. Соколов заявил о перспективе создания крупноузловой сборки автомобилей иностранных марок на мощностях предприятия, находящегося под его управлением. При этом он не обозначил зарубежные компании, которые обращались по вопросам сотрудничества. В интервью указывалось, что целесообразность сотрудничества зависит от перспективы получения экономической выгоды для АвтоВАЗа и отечественного автопрома в целом, при этом «отверточная» сборка не способствует развитию национальных поставщиков и инженерных компетенций. АвтоВАЗ считает, что для стимулирования импортозамещения в автопроме в отраслевой нормативной базе необходимо зафиксировать действующий подход: чем больше фактический уровень локализации, тем больше объем государственной поддержки. А предоставление авансовых мер стимулирования под обещание локализации в будущем недопустимо [3].

Локализация производства в автопроме

После введения механизма СПИК (специального инвестиционного контракта — соглашения между инвестором и государством, по которому инвестор обязуется реализовать проект на территории РФ, а государство в обмен предоставляет субсидии и льготы) автомобильная промышленность начала активно реализовывать проекты локализации. Минпромторг РФ утвердил балльную систему оценки уровня технологических операций и оснащения комплектующими модельного ряда производимых автомобилей. Это позволило оценить уровень локализации автомобильной промышленности. Начиная с 2014 года постоянно поднимался вопрос о создании российской автокомпонентной отрасли. Несмотря на это, даже при введении первых пакетов санкций против РФ никакого движения в этом вопросе не произошло [4, 5].

В данный момент санкции усугубили плачевное состояние отечественной автомобильной промышленности. Если мы возьмем для примера самую успешную в коммерческом плане модель российского производства «LADA Vesta», то, по данным на 2020 год, уровень по шкале локализации этой модели составил 3300 баллов из 8800 возможных, или 38 %. Такой уровень является средним по отря-

сли. Фактически это говорит о том, что никакой локализации не происходило. Наоборот, утрачивались компетенции прошлых лет. Локализация иностранных автопроизводителей была на уровне 16 %, при этом развития своего производства они не планировали. Российский рынок никогда не обеспечивал высокого уровня спроса на продукцию иностранных автоконцернов.

Пандемия коронавируса COVID19, внешние экономические и внутренние санкции еще больше замедлили темпы экономического роста автомобильной промышленности. Начали рваться налаженные производственные и логистические цепочки в большинстве отраслей. Производство в отечественном автомобильном производстве упало еще на 45 %. Сбои в поставках комплектующих, недоступность многих составляющих привели к тому, что были произведены реорганизации и реконфигурации производственных процессов [6].

Созданное на АвтоВАЗе единое авто-сборочное производство из бывших трех производственных площадок позволило в нынешних условиях не останавливать производственный цикл.

Самыми перспективными поставщиками автомобилей в РФ становятся китайские компании. В Китае более 50 автопроизводителей. Большая часть из них рассматривают Россию как партнера в долгосрочном периоде. Учитывая то, что российский автомобильный рынок в последние годы стагнирует, доля продаж китайских автомобилей растет. В данный момент китайские производители активно развивают в России дилерские сети как автомобилей, так и комплектующих к ним. Расширяются модельные ряды, созданные специально для российских условий. Таким образом, китайские автомобильные производители имеют шанс заполнить нишу российского рынка, освободившуюся после ухода западных автопроизводителей.

По итогам 2022 года автомобильный рынок в России упал на 60 %. Более крупного падения не было во всей современной истории отрасли. Пережитое пандемийное время научило находить новые пути работы, но после февраля 2022 года политическая составляющая настолько кардинально повлияла на отрасль, что мы получили такие результаты под конец года. В России были представлены все основные автопроизводители мира. Многие из них имели собственное производство в РФ. Действовали сотни производите-

лей и дилеров автозапчастей. Дефицита ни на сами автомобили, ни на запасные части не существовало как такового.

Нынешняя ситуация на автомобильном рынке уникальна. Никогда до настоящего времени в России массово не закрывались автомобильные производства. Несмотря на огромные убытки, исчисляемые в миллионах долларов, автопроизводители прекращают свою деятельность, продают активы за условный 1 рубль.

Некоторые автопроизводители официально не заявляли о своем уходе с рынка, но при этом их производства не работают. По такому пути пошли руководство завода концерна Volkswagen в Калуге и хозяева другого калужского предприятия — ПСМА (принадлежит компаниям Stellantis и Mitsubishi). Комплекс заводов ХММР в Санкт-Петербурге прекратил сборку Hyundai и Kia. Пауза обосновывается нехваткой комплектующих.

Такие остановки производства очень дорого обходятся автопроизводителям. Операционные расходы, зарплаты, аренда постоянно требуют немалых средств. В условиях ужесточения санкций, отсутствия международной банковской связи, разорванных логистических цепочек поставок, существование оставшихся автопромышленных предприятий находится под большим вопросом. Все это может привести к очередным громким уходам с отечественного рынка.

Покидая Россию, почти все автопроизводители оставляют за собой право на опцион. Это обратный выкуп своих активов в течение некоторого времени. В частности, такое право в договорах с российским правительством прописано у Renault и Nissan. Поэтому остаются надежды на возвращение на отечественный автомобильный рынок основных автомобильных производителей.

Несмотря на освобождающие места на российском рынке, желающих занять производственные площади больших автопроизводителей особо не наблюдается. Тому есть несколько причин. Во-первых, остается возможность возврата бывших хозяев, во-вторых, существует возможность попасть под санкции, в-третьих, сам автомобильный рынок в России сильно упал, новые машины стали меньше покупать.

Государству не остается ничего лучшего, как брать эти заводы на свой баланс. Как сообщает Минпромторг, 100 % акций ЗАО «Рено Россия» теперь принадлежит правительству столицы (т. н. возрождение «Москвича»), а 67,69 % акций автоконцерна «АвтоВАЗ» переходят в собственность

ФГУП «НАМИ». При этом оставшиеся акции АвтоВАЗа сохранил ГК «Ростех». На бывшем заводе Nissan в Санкт-Петербурге будут выпускать автомобили LADA. Российский Sollers стал единственным владельцем заводов во Владивостоке, Татарстане и Ульяновской области (ранее они были в совместном пользовании с японскими и американскими компаниями) [7, 8].

Предприятия, выпускающие отечественные марки автомобилей, в последний год также были вынуждены преодолевать немало трудностей. Основной проблемой для производства стали комплектующие. Прямые логистические цепочки по импортным поставкам запасных частей сломались. На смену им пришли более длинные, трудозатратные и более дорогие варианты. Работать приходится через посредников. Также временные рамки по поставкам стали менее прогнозируемыми. В связи с этими проблемами АвтоВАЗ, УАЗ, ГАЗ перешли на выпуск упрощенных моделей.

В любом случае марка LADA остается фаворитом автомобильного рынка продаж. В 2022 году они были рекордными: порядка 200 тыс. автомобилей. Только в ноябре продажи АвтоВАЗа составили около 22 тыс. машин, что фактически дало 40 % всего рынка продаж автомобилей в этом месяце. На конец 2022 года с конвейера завода сходила ограниченная линейка моделей. Фактически производились только семейство Granta, Niva Legend и Niva Travel. При этом каждая из моделей в прошлом году значительно побилла свои же максимумы продаж, дав рост в среднем более 80 %. Конечно, госпрограмма льготного автокредитования была одной из причин такого успеха АвтоВАЗа, но основной причиной является малая конкуренция на рынке, сложившаяся после выхода основных игроков.

Как уже отмечалось, 2022 год стал удачным для входа на российский рынок автомобильных продаж для китайских производителей. Доли рынка, занимаемые Chery, Haval, Geely с 2021 года до конца 2022 года выросли до 9–10 % рынка. Не известный ранее Exeed увеличил долю присутствия до 3 % российского рынка (в 2021 году такой же процент имела немецкая корпорация BMW). Фактически к началу зимы 2022/2023 года автомобили китайских производителей заняли 30 % рынка продаж новых автомобилей в России. Каждый третий новый проданный автомобиль в стране — китайский [9, 10].

Основными лидерами по продажам остаются члены «большой китайской тройки»: Haval (завод в Тульской области), Geely (собственное предприятие под Минском) и Chery. Они уже наладили дилерские сети, осуществляют полное обслуживание своей продукции.

Структура авторынка, сложившаяся к концу 2022 года, также заметно изменилась. В открытой продаже остались в основном кроссоверы китайских производителей и бюджетная LADA Granta [6].

На фоне сложившегося дефицита автомобилей выросло количество «серых» дилеров. Хотя, стоит отметить, понятие «серый» дилер в сложившихся условиях уже неактуально. Когда в России существовали официальные представители, на их фоне все остальные фирмы, которые пытались так или иначе завозить автомобили, являлись «серыми» дилерами. В данный момент любое юридическое лицо, которое завозит автомобили с соблюдением всех правил российского таможенного законодательства, является официальным поставщиком автомобилей на российский рынок.

«Серыми» продавцами можно называть те организации, которые продают машины, таможенная очистка которых произошла на территории Казахстана или других стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС). В 2022 году резко возросло количество машин, ввозимых в РФ из Республики Казахстан. За неполный 2022 год ввезено около 7 тыс. автомобилей. Этот показатель в 15 раз превышает аналогичный показатель предыдущего года [11].

Сам ввоз из Казахстана автомобилей, выпущенных на территории ЕАЭС, проблем не представляет. Для выпуска таких машин в обращение необходимо только заплатить таможенный сбор и акциз. Также проблем не представляют автомобили, ввезенные по всем правилам таможенного декларирования, после оплаты всех таможенных сборов и НДС.

Правда, в таких случаях возникает проблема двойного налогообложения. Вначале налог уплачивается по законодательству Казахстана — это 12 %, потом юридическое лицо в РФ обязано уплатить НДС в РФ, а это 20 %. Подать на возврат НДС в Казахстане можно только при наличии документа, подтверждающего уплату НДС в РФ. Но на практике вернуть НДС в Казахстане — непростая задача, ею мало кто занимается. Переплата НДС закладывается в себестоимость автомобиля.

Таким образом, автомобиль, ввезенный, например из ОАЭ, через Казахстан и растаможенный там по всем правилам ЕАЭС, должен быть как минимум дороже аналогичного автомобиля, завезенного напрямую в РФ, на стоимость увеличенного логистического пути, а по факту еще и на 12 % казахского НДС. Завозить «правильные» автомобили через Казахстан экономически невыгодно.

Так почему же машины, завезенные через сопредельные государства (члены ЕАЭС), выходят на рынок с ценой значительно меньшей, чем цена официально привезенного в РФ автомобиля? Дело в следующем. Состоя в Евразийском экономическом союзе, Казахстан также имеет свои обязательства, которые страна взяла на себя при присоединении к ВТО. В частности, это применение в отношении некоторых категорий автомобилей пониженных ставок ввозных таможенных пошлин. Такие транспортные средства являются условно выпущенными, находятся под таможенным контролем и не подлежат вывозу в другие страны ЕАЭС. В связи с этим гражданам, постоянно проживающим в РФ, запрещено ввозить в страну автомобили, выпущенные в Казахстане по пониженным и нулевым ставкам ввозных таможенных пошлин [12].

Однако «серые» дилеры завозят такие автомобили на территорию РФ и продают физическим лицам от физических лиц Казахстана. Такие автомобили ставятся на учет, но фактически не являются растаможенными для территории России. Чтобы избежать рисков, в ФТС советуют физическим лицам, планирующим приобрести автомобиль в Казахстане, получить у продавца документы, подтверждающие, что выбранная машина была ввезена и выпущена в Казахстане с полной уплатой ввозной пошлины, а не по пониженной ставке или с применением таможенной льготы [8, 13].

Стоит отметить, что особые условия в виде таможенной льготы с освобождением от уплаты ввозной таможенной пошлины в Казахстане (а также в Армении, Киргизии и Беларуси) применяются в отношении электромобилей: их запрещено передавать во владение, пользование, распоряжение лицам, постоянно проживающим в России.

Кстати, это же касается ввоза автомобилей из Армении. На данный момент транспортные средства, растаможенные там по льготным ставкам, запрещены для ввоза гражданами РФ без уплаты таможенных пошлин.

Перспективы автомобильного рынка

На фоне ужасного состояния автомобильного рынка в стране появляются новые отечественные и зарубежные марки. Осенью 2022 года на заводе в Липецкой области запущен конвейер российской компании «Моторинвест» по производству электромобилей EVOLUTE. Кроме седана i-PRO и кроссовера i-JOY в салонах появилась модель, созданная на базе китайских автомобилей Dongfeng. Российский производитель ставит в планы выпуск еще как минимум двух новых моделей, а затем переход на полноценную сборку машин. Также он намеревается начать выпуск собственных зарядных станций.

В ноябре 2022 года завод «Москвич» вновь открылся для производства собственных автомобилей. До конца года с конвейера должны были сойти 600 кроссоверов «Москвич 3» и «Москвич 3е». «Москвич 3» представляет собой китайский кроссовер JAC JS4 с российскими шильдиками и российским VIN-номером. Еще недавно эти машины поставлялись в Россию официальным дистрибьютором JAC, но сейчас уже не значатся в гамме китайского бренда [14, 15].

В Елабуге компания Sollers начала производство коммерческих автомобилей под собственной маркой. На начальном этапе это крупноузловая сборка из машинокомплектов китайской фирмы JAC. Впоследствии российская компания позиционирует локализацию производства и расширение модельного ряда [6].

О своем приходе на российский автомобильный рынок объявили несколько компаний из Китая и Ирана. Китайский производитель Skywell начал развивать в России свою дилерскую и сервисную сеть и представил первую модель — кроссовер ET5.

Учитывая то, что в сильно разбогатевшем Китае стоимость рабочей и инженерной силы стола значительно выше, чем в России, перед нашей страной открываются широкие перспективы по перемещению производств на наши территории, что началось еще в доковидное время. Перенос производств на российские площадки становится все более выгодным.

При этом главным на рынке остается потребитель, готовность которого покупать новую продукцию остается под сомнением. Как уже отмечалось, по результатам 2022 года объем продаж на авторынке России сократился на 60 %. Одна из причин такой ситуации — сберегательный характер поведения потребителей. Он выражается

в том, что покупатели выбирают более дешевые модели, в том числе среди автомобилей с пробегом, или временно отказываются от покупки.

В целом следует констатировать, что, как показала практика 2022 года, автомобильный рынок России не стоит на месте и достаточно гибок, чтобы подстроиться под современные реалии. Происходит замещение производителей, существует ввоз уже привычных марок, развивается «серый» сегмент. Несомненно, одним из самых положительных результатов прошедшего года является то, что активно начало развиваться внутреннее автомобильное производство. Это позволяет с оптимизмом смотреть на будущее автомобильной промышленности России. ■

Литература

1. Едигарева Ю. Г., Шаткин К. А. Актуальные вопросы правового обеспечения передачи транспортно-логистических функций на аутсорсинг // Искусственный интеллект и тренды цифровизации: техногенный прорыв как вызов праву: материалы Третьего Междунар. транспортно-правового форума, Москва, 10–11 февр. 2021 г. М.: Изд-во Рос. ун-та транспорта, 2021. С. 255–260.
2. Кром Е. Прогноз предпринимателей: «2023-й будет годом роста» // РБК: [Сайт]. 07.04.2022. URL: https://www.rbc.ru/spb_sz/09/04/2022/624e90dd9a79479f7e8ac2df (дата обращения 22.01.2023).
3. «Автоваз» ведет переговоры о крупноузловой сборке иностранных автомобилей // ТАСС: [Сайт]. 17.10.2022. URL: <https://tass.ru/ekonomika/16075915> (дата обращения 12.12.2022).
4. Тополева Т. Н. Локализация производства: международный опыт и императивы России в условиях санкционного режима // Управленческие науки. 2022. Т. 12, № 2. С. 6–20. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_48559365_56889321.pdf.
5. Специальный инвестиционный контракт (СПИК): юридические аспекты действующего механизма // Delovoy profil: [Сайт]. 26.09.2022. URL: <https://delprof.ru/press-center/experts-pubs/spetsialnyy-investitsionnyy-kontrakt-yuridicheskie-aspekty-deystvuyushchego-mekhanizma>.
6. Ворожцов П. Авторынок РФ в год пелен: как отрасль заменяет иномарки // ТАСС: [Сайт]. 22.12.2022. URL: <https://tass.ru/opinions/16631423>.
7. Батыров Т. НАМИ передаст бывшие

российские активы Nissan «Автовазу» // Forbes: [Сайт]. 03.01.2023. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/483435-nami-peredast-byvsie-rossijskie-aktivy-nissan-avtovazu> (дата обращения 22.01.2023).

8. Липеева Е. АВТОВАЗ может наладить производство электромобиля на автозаводе Nissan в Санкт-Петербурге // NJCAR.RU: [Сайт]. 14.01.2023. URL: https://www.njcar.ru/news/vaz/avtovaz-mozhet-naladit-proizvodstvo-elektromobilya-na-avtozavode-nissan-v-sanktpeterburge-5530431.html?utm_source=uxnews&utm_medium=desktop (дата обращения 22.01.2023).
9. Российский автопром в 2022 году: как отрасль переживает санкции // Delovoy profil: [Сайт]. 22.04.2022. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rossiyskiy-avtoprom-v-2022-godu-kak-otrasl-perezhivaet-sanktsii> (дата обращения 30.01.2023).
10. Автомобильный рынок России // TADVISER. Государство. Бизнес. Технологии: [Сайт]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения 12.01.2023).
11. Афонский А. Рынок автомобилей в России изменился до неузнаваемости. Как теперь купить иномарку и кто пришел на смену дилерам? // Lenta.ru: [Сайт]. 27.10.2022. URL: <https://lenta.ru/articles/2022/10/27/avtomobili> (дата обращения 22.01.2023).
12. Левченко М. «Растаможка» и покупка авто в Казахстане для России 2022: все нюансы // GT-news: [Сайт]. 02.09.2022. URL: <https://gt-news.ru/blog/rastamozhka-i-pokupka-avto-v-kazahstane-dlya-rossii-2022> (дата обращения 22.01.2023).
13. Растаможка авто из Казахстана // Универсальные грузовые решения: [Сайт]. [Материал обновлен 27.01.2023]. URL: <https://ucsol.ru/rastamozhka/avto/iz-kazahstana> (дата обращения 22.01.2023).
14. Александров Д. Власти ожидают начала производства автомобилей «Москвич» в этом году // Autonews: [Сайт]. 16.05.2022. URL: <https://www.autonews.ru/news/628258529a794717ea478806> (дата обращения 22.01.2023).
15. Ананьев И. Завод «Москвич» возобновил выпуск автомобилей: что будут производить и когда начнутся продажи // Журнал auto.ru: [Сайт]. 23.11.2022. URL: <https://mag.auto.ru/article/zavod-moskvich-cto-budet-vypuskat> (дата обращения 22.01.2023).

Особенности проектирования, строительства и эксплуатации инфраструктуры опорной сети железных дорог в Арктической зоне



Т. В. Шепитько,
д-р техн. наук, директор
Института пути,
строительства
и сооружений Российского
университета
транспорта
(РУТ (МИИТ))



А. А. Зайцев,
канд. техн. наук,
доцент кафедры
«Путь и путевое
хозяйство»
(РУТ (МИИТ))



И. А. Артюшенко,
канд. техн. наук,
доцент кафедры
«Проектирование
и строительство
железных дорог»
РУТ (МИИТ)

Освоение Арктики является стратегическим приоритетом, мощным драйвером социально-экономического развития России, укрепляет геополитические позиции страны в глобальной конкуренции. Создание эффективной региональной транспортно-логистической системы – важнейшее условие развития арктических территорий.

Железнодорожные магистрали в Арктической зоне вносят значительный вклад в обеспечение национальной безопасности России, способствуя функционированию стратегических, нефте- и газодобывающих объектов.

Характерными чертами железных дорог в районах с суровыми природно-климатическими условиями являются их продолжительный выход на проектную мощность, высокая стоимость на полном жизненном цикле, увеличенные сроки и трудоемкость производства работ (рис. 1) [1–12].

В таких условиях повысить эффективность проектирования, строительства и текущего содержания транспортной

инфраструктуры можно за счет обособованных конструктивно-технологических и организационно-управленческих решений, обеспечивающих один из двух основных принципов строительства в этом регионе: 1) сохранения в мерзлом состоянии грунтов, оснований и земляного полотна железных дорог и сооружений; 2) допущения деградации вечной мерзлоты (многолетнемерзлых грунтов) в основании.

Несколько лет на базе Института пути, строительства и сооружений (ИПСС) РУТ (МИИТ) разрабатываются технологии термостабилизации многолетнемерзлых грунтов. Остановимся на двух из них:

1) укрепление грунтов основания высокотемпературной вечной мерзлоты посредством устройства столбов из щебня [2, 3];

2) преобразование энергии солнечного излучения и внедрение преобразователей в технологические процессы строительства объектов транспортной инфраструктуры в Арктической зоне [4, 5].

Исследуется эффективность различных способов термостабилизации и их сочетаний:

- экранирование преобразователями энергии солнечного излучения (фотоэлектрическими и тепловыми) [4, 5];
- активный теплоотвод с использованием холодильных машин (тепловых насосов):
 - конвективный теплоотвод в холодное время года;
 - автономное питание тепловых насосов энергией, вырабатываемой преобразователями энергии солнечного излучения;



Рис. 1. Ландшафт северной зоны Красноярского края, левобережье Енисея. Фото экспедиции РГО «Трансполярная Магистраль», 2019

- отвод тепла из приповерхностного слоя, предотвращение проникновения тепла в толщу грунта [13, 14].

Развитием технологий термостабилизации грунтов занимаются созданные в университете на базе ИПСС совместно с ОАО «Ямалтрансстрой» научно-исследовательские структуры: Инжиниринговый центр ИПСС, Мерзлотная лаборатория в составе НИЛ «Путеиспытательная», выпускающие кафедры по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», кафедра «Транспортное строительство в экстремальных условиях».

Выполняемые исследования соответствуют приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [1]:

- переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии (п. 20, абзац «б»);

- связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики (п. 20, абзац «е»).

Механизм реализации этих направлений приведен на рис. 2.

Развитие инфраструктуры в Арктической зоне РФ внесет вклад в достижение (реализацию):

- целевого показателя «обеспечение темпа роста валового внутреннего продукта страны выше среднемирового при сохранении макроэкономической стабильности»;

- национальной цели развития «Достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство»;

- целевых показателей реализации Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года;

- целевых показателей Транспортной стратегии Российской Федерации в части использования инновационных технологий строительства и содержания транспортной инфраструктуры, обеспечения роста транспортной связанности центров экономического роста друг с другом и с прилегающими территориями.

Для решения перечисленных задач в части развития транспортной инфраструктуры в Арктическом регионе коллектив ученых ИПСС реализует два основных направления деятельности: научное сопровождение проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений и подготовка кадров, способных эффективно решать поставленные задачи. При этом предполагается:

- использовать результаты совместных поисковых экспедиций ВОО «Русское географическое общество» (РГО) и РУТ (МИИТ) «Транспольярная магистраль» для оценки географо-экономического, геологического описания района исследования, характеристик существующей транспортной инфраструктуры в круглогодичном цикле;

- организовать совместно с РГО дополнительные обследовательские экспедиции в Арктический регион с расширением уже имеющейся сети геотехнического мониторинга в районе исследования;

- организовать регулярное получение характеристики по географическим параметрам, грунтовым условиям и температуре грунтов для объектов-представителей;

- оценить состояние участков земляного полотна и инженерных сооружений существующих железнодорожных линий и мест возможных переходов через естественные препятствия;

- проанализировать и обработать полученные данные с разработкой рекомендаций по возможным принципам сооружения земляного полотна на различных типах грунтов и его содержания в соответствии с выбранным принципом проектирования и строительства;

- выбрать способ термостабилизации многолетнемерзлых грунтов: пассивный (экранирование солнечного излучения и жидких атмосферных осадков), конвективный (термосифоны, тепловые трубы, воздухопроводы), активный (холодильные машины);

- разработать конструкции и технологии размещения в зоне транспортного объекта в Арктике устройств для термостабилизации многолетнемерзлых грунтов за счет либо преобразователей энергии солнечного излучения с использованием для отвода тепла холодильных машин, полностью или частично питаемых от преобразователей энергии солнечного излучения, либо сооружения в основании вертикальных столбов из щебня;

- изготовить и разместить на реальном транспортном объекте в Арктике устройства для термостабилизации грунтов, провести полигонные испытания предлагаемых способов термостабилизации;

- разработать техническое задание на опытно-промышленную партию предлагаемых термостабилизаторов;

- в случае обоснования применения новой технологии укрепления многолетнемерзлых оснований за счет использования вертикальных столбов из щебня выбрать экспериментальный участок, пробурить скважины и заполнить их в соответствии с разработанной технологией щебнем с защитой свайного поля гибким ростерком;

- на основе оценки возможностей развития инфраструктуры разработать рекомендации по маршрутам перспективных железнодорожных линий в Арктической зоне РФ с использованием предлагаемых способов стабилизации грунтов.



Рис. 2. Документы и механизмы создания опорной транспортной инфраструктуры в Арктической зоне РФ



Рис. 3. Съем информации с геомониторинговой сети, созданной в ходе Трансполярной экспедиции 2019–2021 гг.

Такой серьезный объем исследований, опытно-конструкторских работ и полигонных испытаний можно выполнить в короткие сроки в содружестве с профильными компаниями, вузами, проектными и строительными организациями.

Это сотрудничество позволит организовать геотехнический мониторинг в районе исследования, регулярный съем с датчиков геомониторинговой сети характеристик по географическим параметрам, грунтовым условиям и температуре грунтов по глубине скважин на объектах-представителях и благодаря полученным данным выполнить перечисленные выше планы.

МГТУ им. Н. Э. Баумана совместно с ИПСС разработал конструктивно-технологические решения по пассивной защите термостабилизированного участка от поступления тепла из атмосферы за счет использования преобразователей энергии солнечного излучения и их установки над поверхностью термостабилизированного участка грунта с обеспечением макси-

мального экранирования термостабилизированной площади и организацией стока атмосферных осадков за ее пределы [4, 5].

Планируется сопровождение установки и эксплуатации устройств на экспериментальном участке, предоставленном строительной компанией, которая согласовывает размещение на своих объектах опытных установок для термостабилизации грунтов за счет преобразователей энергии солнечного излучения и реализует новую технологию укрепления многолетнемерзлых оснований за счет использования вертикальных столбов из щебня.

РГО — организатор дополнительных обследовательских экспедиций в Арктический регион для расширения созданной в ходе экспедиций 2019–2021 гг. сети геотехнического мониторинга (22 точки) в районе исследования и постоянного съема информации (рис. 3).

Ученые Российского университета транспорта выполняют анализ и обработку информации по состоянию грунтов, их температурного режима по глубине

и других данных сети инженерного геомониторинга (рис. 4).

Выделяются участки по мониторинговым площадкам исследуемого района Уренгой–Норильск со значениями температуры, близкими к 0 °С, а также с незначительным годовым градиентом (см. таблицу).

Особым условием формирования температурного поля деятельного слоя исследуемого района является наличие высокотемпературных многолетнемерзлых пород, для которых характерна способность к деградации в любой момент при изменении климата в сторону потепления.

На рис. 5 представлена информация с геомониторинговой сети в виде годового хода температур на точке «Река Русская» с безградиентной температурой на глубинах 3,0 и 7,0 м. Данные анализировались совместно с геокриологической лабораторией г. Игарка (заведующий лабораторией С. И. Сериков), результаты были представлены на VI международном

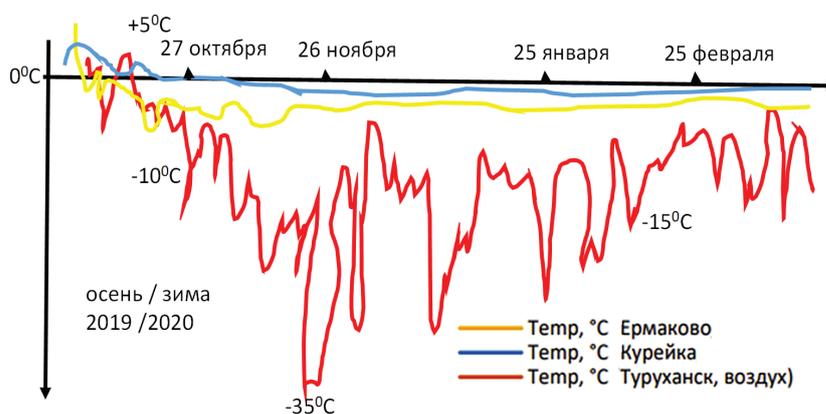


Рис. 4. Регистратор данных НОВО (слева) и абрис температурного ряда точки мониторинговой сети в Ермаково, Курейке, Туруханске (справа)

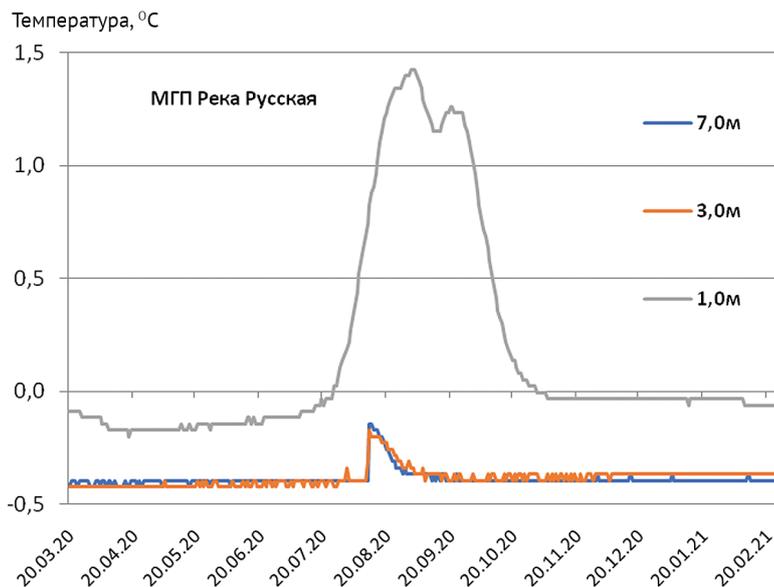


Рис. 5. Пример годичного хода температуры в точке «Река Русская» геомониторинговой сети

Арктическом саммите «Арктика: перспективы, инновации и развитие регионов», прошедшего в МАДИ 8–10 июня 2022 года.

При обработке данных в качестве универсального аппроксиматора планируется использовать нейронные сети как элемент системы геокриологического мониторинга земляного полотна. Это позволит получить типологию инженерно-геологических условий в пределах исследуемого полигона. Привязка типологии к результатам полигонных испытаний различных способов термостабилизации многолетнемерзлых грунтов основания земляного полотна транспортной инфраструктуры и других сооружений позволит обоснованно выбирать наиболее эффективный из них.

Как отмечалось выше, кроме научно-сопровождения при создании эффективной транспортной инфраструктуры в Арктическом регионе очень важным направлением работы ученых РУТ является подготовка кадров.

В Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года говорится: «Одной из составляющих пространственного развития является совершенствование системы профессионального образования за счет развития системы обучения на условиях целевого приема, создания базовых кафедр крупных компаний, центров компетенций с участием бизнеса».

Именно в этом направлении ведет свою образовательную деятельность

Российский университет транспорта. С учетом имеющегося опыта многолетнего сотрудничества руководство РУТ и правительство Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) в 2013 году заключили Соглашение о сотрудничестве, пролонгированное в 2018 и 2022 гг. Его целью является реализация ключевых мероприятий, программ и проектов, направленных на комплексное социально-экономическое развитие ЯНАО и Российской Арктической зоны, а также обеспечение эффективной транспортной инфраструктуры в Арктике. В числе таких ключевых мероприятий — формирование научно-образовательного комплекса округа в сфере транспортной инфраструктуры с развитием кадрового потенциала, включая подготовку кадров высшей квалификации, инженерно-технических работников (их переподготовку, обучение рабочим профессиям с максимальным использованием дистанционных и виртуальных технологий обучения).

С этой целью на базе ИПСС создана и функционирует кафедра «Транспортное строительство в экстремальных условиях» при АО «Ямалтрансстрой». Эта же компания, имеющая большой опыт строительства железнодорожной инфраструктуры в Арктике, организовала Мерзлотную лабораторию для исследований физико-механических свойств грунтов и других материалов в условиях низких температур.

Ежегодно организуется производственная практика студентов на строящихся и эксплуатируемых транспортных объектах в Арктической зоне, в том числе в форме студенческих отрядов (рис. 6),

Значения температур по глубине скважин в разных точках геомониторинговой сети

Мониторинговая площадка	Положение датчика, м	Максимальная годовая температура, °С	Минимальная годовая температура, °С	Годовой градиент температуры, (разница)
Река Русская	7,0	-0,39	-0,42	0,03
Новозаполярный	7,0	-0,78	-0,81	0,03
Ванкор	4,0	-0,25	-0,42	0,17
Южно-Русское новое	7,0	-0,17	-0,36	0,19
Дудинка	7,0	-0,22	-0,42	0,20
Янов-Стан нов.	7,0	2,28	1,94	0,34
Туруханск	7,0	0,39	-0,01	0,40
Сузун	7,0	-1,31	-1,95	0,64
Тагул	7,0	-1,84	-2,53	0,69
Красноселькуп	7,0	1,42	-0,06	1,48
Южно-Русское 30 км	4,0	3,6	1,42	2,18
Уренгой 30 км	5,0	4,63	1,88	2,75
Уренгой, пож. часть	5,0	5,66	0,82	4,84



Рис. 6. Студенческий стройотряд «Ямал» на текущем содержании железнодорожной линии Обская–Бованенково протяженностью 572 км (вверху) и на мосту через реку Юрибей длиной 3,5 км (внизу)



Рис. 7. Слева: лекция генерального директора АО «Ямалтрансстрой» И. В. Нака; справа: лекция специального представителя Президента РФ в Арктике А. Н. Чилингарова

организуются лекции инженеров-строителей, проектировщиков, ученых, полярников, имеющих опыт работы по соответствующему профилю в экстремальных условиях (рис. 7).

Изложенное позволяет сделать следующие выводы.

1. Элементами эффективной транспортной инфраструктуры в Арктической зоне являются Северный морской путь с тяготеющими к нему Северным широтным ходом по маршруту Салехард–Надым–Коротчаево и далее Игарка–Норильск–Дудинка, меридиональными железнодорожными и речными маршрутами в качестве национальной высокоширотной морской транспортной коммуникации России в Арктике на основе комплексного инновационного подхода к решению научных, инженерных и образовательных задач, состоящего в содружестве науки, бизнеса, использовании потенциала транспортных вузов совместно с Русским географическим обществом.

2. Для создания транспортной инфраструктуры в Арктической зоне нужны специалисты нового поколения, интеллектуальный и образовательный уровень которых позволял бы качественно проектировать, строить и эксплуатировать транспортные объекты на многолетнемерзлых грунтах в условиях Заполярья, выполнять геотехнический мониторинг, анализировать и прогнозировать состояние транспортных объектов во времени, осваивать и внедрять инновационные методы и технологии управления качеством транспортных объектов, разрабатывать и реализовывать эффективные организационно-управленческие структуры.

3. Такой подход позволит решить проблему развития конкурентоспособной экономики в Арктическом регионе РФ за счет транспортного обеспечения, явится залогом

сохранения территорий освоения для будущих поколений коренных северных народов, промышленных предприятий, Российской Федерации в целом. **Т**

Литература

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утв. Указом Президента РФ от 01.12.2016 г. № 642 (в ред. Указа Президента РФ от 15.03.2021 г. № 143).
2. Шепитько Т.В., Артюшенко И. А. Влияние вертикальных столбов из щебня на криогенные процессы грунтов основания земляного полотна // Транспортные сооружения. 2019. Т. 6, № 4. DOI: 10.15862/10SATS419.
3. Шепитько Т.В., Артюшенко И. А., Зайцев А. А. Организационно-технологические решения при усилении земляного полотна в криолитозоне // Транспортные сооружения. 2022. Т. 9, № 2. DOI: 10.15862/03SATS222.
4. Патент на изобретение RU2748086 С1, 21.05.2019. Способ термостабилизации многолетнемерзлых грунтов / Локтионов Е. Ю., Шарборова Е. С., Шепитько Т. В.
5. Проект 17–20–051810фи_м_РЖД. Исследование особенностей энергетических систем на основе солнечных батарей, интегрированных в линейные сооружения железных дорог. Грант ОАО «РЖД», 2018 г. Разработчики: Локтионов Е. Ю., МГТУ им. Н. Э. Баумана; Асанов И. М., НИУ МЭИ; Безруких П. П., ЭНИН; Шепитько Т. В., ИПСС РУТ (МИИТ); Щербина М. Д., МГТУ им. Н. Э. Баумана.
6. Луцкий С.Я., Шепитько Т. В., Токарев П. М., Дудников А. Н. Строительство путей сообщения на Севере: науч.-практич. издание. М.: ЛАТМЭС, 2009. 286 с.
7. Полярная магистраль / под общ. ред. Т. Л. Пашковой. М.: Вече, 2007. 448 с.
8. Патент на изобретение SU582362 А1, 30.11.1977. Устройство для искусственного

замораживания грунтов в основании сооружений / Макаров В. И. 1977/ Бюл. № 4. // Patenton. Пантеон патентов: [Сайт]. URL: <https://patenton.ru/patent/RU2748086C1>.

9. Шепитько Т. В., Зайцев А. А., Тенирядко Н. И., Бучкин В. А. Транспортное развитие северных территорий России // Известия Транссиба. 2021. № 3 (47). С. 115–130.
10. Шепитько Т.В., Зайцев А. А., Сериков С. И., Артюшенко И. А., Нестеров И. В. Полевые работы по изысканиям и мониторингу грунтовых условий в обоснование проекта железнодорожной линии на направлении Уренгой–Норильск, как связующей магистрали ЯНАО – Красноярский край // Современные исследования трансформации криосферы и вопросы геотехнической безопасности сооружений в Арктике / под ред. В. П. Мельникова, М. Р. Садурдинова. Салехард, 2021. С. 480–483.
11. Шепитько Т.В., Зайцев А. А., Нестеров И. В. и др. Организация сети геомониторинга для оценки возможности развития инфраструктуры железнодорожного транспорта // X Междунар. форум «Арктика: настоящее и будущее»: сб. докладов. С.-Петербург, 10–12 дек. 2020 г. СПб.: АСПОЛ, 2020. С. 351–352.
12. Зайцев А.А., Артюшенко И. А. Исследование грунтов основания Красноярского края и способ их усиления // Транспортные сооружения. 2020. Т. 7, № 1. URL: <https://t-s.today/PDF/01SATS120.pdf>.
13. Loktionov E. Y., Sharaborova E. S., Shepitko T. V. A sustainable concept for permafrost thermal stabilization // Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2022. Vol. 52, Part A. 102003.
14. Sharaborova E. S., Loktionov E. Y., Shepitko T. V. Experimental Proof of a Solar-Powered Heat Pump System for Soil Thermal Stabilization // J. Energies. 2022. Vol. 15, Is. 6. URL: <https://doi.org/10.3390/en15062118>.

Проблемы декарбонизации автомобильного транспорта в Российской Федерации



Ю. В. Трофименко,
д-р техн. наук,
заведующий кафедрой
«Техносферная безопас-
ность» Московского
автомобильно-дорожного
государственного
технического
университета (МАДИ)

На пути декарбонизации отдельных отраслей экономики возникают новые виды климатических рисков и связанные с ними потери. Это происходит, в частности, в результате действий государственного и частного секторов, направленных на сдерживание таких изменений, а не на адаптацию отраслей к изменению климата.

Климатическая повестка дня стала популярной после подписания 198 государствами Парижского соглашения по климату [1], которое предусматривает принятие на национальном, наднациональном, региональном и корпоративном уровнях комплекса мер по декарбонизации экономики, включая транспортный сектор. В их числе:

- принятие долгосрочных стратегий низкоуглеродного развития;
- установление системы регулирования, стимулирующей развитие с низким уровнем выбросов парниковых газов (ПГ), включая ценовое регулирование и меры по защите национальных рынков;
- введение международной и национальной стандартизации деятельности в области климата (расчет объема прямых и косвенных выбросов ПГ разными отраслями экономики и их поглощения, валидация расчетов);
- технологическое развитие генерирующих мощностей, энерго- и углеродоемких производств в части использования возобновляемых источников энергии, повышение энергетической эффективности потребления природных ресурсов;
- переориентация инвестиционных и финансовых потоков в направлении технологического развития с минимальным углеродным следом.

Меры стран по декарбонизации экономики формируют новые виды рисков — переходные климатические риски [2]. Связанные с ними потери возникают не вследствие изменения климата, а в результате действий, направленных на сдерживание этих изменений (введение трансграничного углеродного регулирования (ТУР), внедрение новых технологий, изменение структуры энергопотребления и т. д.).

Как отмечается в докладе Банка России [2], в странах со значительной долей углеродоемкого экспорта в ВВП, таких как Россия, несмотря на произошедшие в 2022 году изменения, связанные с санкционными ограничениями, климатические риски продолжают представлять существенную угрозу экономике страны в среднесрочной и долгосрочной перспективе в силу следующих факторов:

- 1) ожидаемого снижения мирового спроса на ключевые товары российского экспорта со второй половины 2020-х годов;
- 2) неполной переориентации экспорта из недружественных в дружественные страны, а также на внутренние рынки;
- 3) ужесточения требований к отчетности об углеродном следе продукции в странах — торговых партнерах, несоответствия российского регулирования зарубежному;
- 4) введения трансграничного углеродного регулирования в Китае и других странах Азии в конце 2020-х — начале 2030-х годов; переноса затрат на ТУР ЕС через цепочки поставок с дружественными странами;
- 5) накопления технологического отставания (в том числе на фоне ограничений на импорт высокотехнологичного оборудования), которое может привести к росту затрат на проекты по повышению энергоэффективности и снижению углеродного следа.

Данные обстоятельства напрямую затрагивают вопросы декарбонизации транспорта, т. е. повышения ресурсо- и энергоэффективности транспортного комплекса при осуществлении перевозок разными видами транспорта, производстве, использовании, восстановлении работоспособности, утилизации транспортных средств, дорожно-строительной техники, эксплуатационных, конструкционных, строительных

материалов, оборудования и технологий. По данным Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом [3], который разрабатывается в соответствии с обязательствами Российской Федерации по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу к ней, в 2018 году объем ПГ от сжигания моторного топлива (прямые выбросы) всеми видами транспорта (кроме трубопроводного) в РФ составил 176,2 млн т CO₂-экв. В том числе автомобильным транспортом — 153,8 млн т, гражданской авиацией — 12,6 млн т, железнодорожным транспортом — 7,05 млн т, водным транспортом — 2,29 млн т.

Если учесть также косвенные выбросы ПГ всеми видами транспорта с учетом передвижных и стационарных источников [4], то доля автомобильного и городского электрического транспорта в суммарных валовых выбросах ПГ транспортом в 2018 году составила 79,2 %. Прогнозные оценки [5, 6] показали, что и в среднесрочной перспективе ситуация не изменится. Таким образом, автомобильный транспорт является в РФ основным источником выбросов ПГ в транспортном секторе с неблагоприятным трендом изменения валовых выбросов в последние 20 лет и на среднесрочную перспективу.

Мероприятия по декарбонизации автомобильного транспорта

В результате анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта [7, 8] установлено, что снижение выбросов ПГ автомобильным транспортом возможно за счет реализации мероприятий, объединенных в три группы:

I — повышения энергоэффективности автотранспортных средств (АТС) (снижение выбросов ПГ) и транспортных технологий, использующих традиционные виды моторного топлива;

II — управления мобильностью: сокращения избыточного, нерационального, необоснованного перемещения грузов и пассажиров, сдерживания гипермобильности населения за счет развития информационных систем сбора, интеллектуальной обработки, анализа и обмена данными, а также использования расширенных возможностей коммуникации между человеком, АТС и дорожной инфраструктурой;

III — диверсификации использования различных источников энергии на АТС с меньшим выбросом ПГ.

Таблица 1. Эффективность мероприятий по снижению выбросов ПГ автомобильным транспортом, % (МАДИ, 2021)

Группа мероприятий	2020	2030	2040	2050
I — повышение энергоэффективности АТС и транспортных технологий, использующих традиционные виды моторного топлива	97	80	40	—
II — управление мобильностью	2	5	10	20
III — диверсификация использования различных источников энергии с меньшим выбросом ПГ для АТС	1	15	50	77
ВСЕГО	100	100	100	100

Мероприятия I группы предусматривают:

- нормирование удельных выбросов CO₂ новыми АТС;
- поддержание технического состояния АТС и объектов транспортной инфраструктуры в нормативном состоянии;
- формирование оптимальной структуры (стимулирование обновления) парка подвижного состава за счет управления процессами его пополнения и выбытия.

Как следует из табл. 1, на период до 2030 года доля в суммарном эффекте по сокращению выбросов ПГ автомобильным транспортом от внедрения мероприятий I группы будет определяющей.

Мероприятия II группы предусматривают:

- управление спросом на транспортные услуги;
- формирование рациональной структуры транспортных сетей в городах и агломерациях;
- низкоуглеродную организацию перевозочного процесса при взаимном дополнении (но не конкуренции) разных видов транспорта (цифровые транспортно-логистические технологии, интеллектуальные транспортные системы и т. п.);

- формирование «умной» системы взимания дорожных сборов (по пройденному расстоянию, массе АТС, уровню их энергетической и экологической эффективности) и др.

Мероприятия III группы связаны с замещением на АТС с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) традиционного жидкого моторного топлива (бензина, дизельного топлива) на природный газ в сжатом (сжатом) или сжиженном виде, а также на тяговый электропривод от аккумуляторных батарей или водородных топливных элементов.

Массовый переход автомобильного транспорта на использование альтернативных видов топлива в средне- и дол-

госрочной перспективе определяется объективными причинами, такими как ограниченность мировых запасов нефти, возрастающие экологические требования, климатические риски, политика декарбонизации, а также региональными особенностями. Рассмотрим ключевые организационно-технологические и экономические моменты, сдерживающие процесс декарбонизации автомобильного транспорта.

Использование природного газа в качестве моторного топлива

Экологические преимущества природного газа как моторного топлива для автомобилей с ДВС хорошо известны: на порядок меньше выбросов мелкодисперсных частиц с отработавшими газами по сравнению с ДВС на дизтопливе и на 17 % (в лучшем случае) меньше выбросов CO₂.

В настоящее время модельный ряд серийно выпускаемой автомобильной техники на компримированном природном газе (КПГ) включает 227 моделей, в т. ч. 127 моделей грузовых автомобилей, 43 ед. пассажирского транспорта, 36 ед. спецтехники, 19 моделей легкого коммерческого транспорта и 2 модификации легковых автомобилей.

На протяжении нескольких десятилетий доля в автомобильном парке АТС с ДВС, работающих на КПГ, остается на уровне менее 0,2 % и составляет, по данным ПАО «Газпром», около 260 тыс. ед., в том числе 152,8 тыс. легковых АТС, 51 тыс. легких коммерческих грузовиков, 33,6 тыс. автобусов, 20,7 тыс. грузовых АТС групп N₂, N₃, а также 0,8 тыс. ед. дорожно-коммунальной техники. При этом численность автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) на территории России на 1 января 2022 года (64 региона) крайне мала и составляет 419 ед., их максимальная производительность не превышает 2 млрд м³ в год.

Выделим ключевые организационно-технологические и экономические

моменты, которые сдерживают широкое использование природного газа как моторного топлива.

1. Для сохранения запаса хода автомобилей при использовании КПП требуется установка от 1–2 (на легковых АТС) до 10–12 баллонов на грузовых АТС и автобусах, что уменьшает их пассажироместимость и грузоподъемность. Стоимость транспортных средств при этом увеличивается на 25–30 %.

2. Пункты заправки (АГНКС) привязаны к трубопроводной сети газопроводов. В результате ограничивается территория использования автомобилей на КПП, исключая северные и другие регионы, что сдерживает развитие междугородных и межрегиональных автомобильных перевозок, развитие сети заправок.

3. Требуется привлечение значительных финансовых средств в реконструкцию (строительство) производственно-технической базы (ПТБ) транспортных предприятий из-за необходимости выполнения жестких требований по пожаро- и взрывобезопасности баллонов и оборудования, находящихся под высоким давлением. Так, по данным МАДИ, затраты транспортных предприятий на реконструкцию ПТБ автобусных парков численностью 200–250 ед. в Московском регионе доходят до 440 млн руб. Затраты связаны со строительством пункта заправки газовых баллонов и поста выпуска КПП и дегазации баллонов; с реконструкцией производственного корпуса (дополнительная перепланировка; вентиляция, дополнительные работы по вентиляции, пусконаладочные работы, демонтаж вентиляции; технологическое оборудование: автоматизация вентиляционных систем; связь и сигнализация; насосная станция пожаротушения, автоматическая установка пенного пожаротушения; установка сигнализаторов загазованности; оборудование для обслуживания и ремонта автобусов на КПП).

4. Из-за необходимости выполнения требований к пожаро- и взрывобезопасности пунктов заправки их размещение

в городах сдерживается отсутствием свободных (незаселенных) площадей.

По данным причинам численность парка автомобилей на КПП, интенсивность его использования уже несколько десятилетий существенно не меняется. При этом срок окупаемости инвестиций в газозаправочную инфраструктуру ввиду низкой загрузки и высоких капитальных затрат значительно возрастает.

Расчеты показали, что с учетом указанных обстоятельств стоимость владения автомобилем на КПП с учетом полного жизненного цикла АТС, заправочной инфраструктуры будет выше стоимости владения АТС на бензине или дизельном топливе, т. е. экономически обоснованная мотивация хозяйствующих субъектов и населения переходить на использование природного газа в настоящее время отсутствует.

Стоимость владения АТС на природном газе может быть существенно снижена при его хранении на борту не в сжатом, а в сжиженном виде (сжиженный природный газ — СПГ) за счет того, что:

- уменьшаются габариты, масса топливных баков (при сжатии объем газа уменьшается в 200–250 раз, при сжижении при температуре $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ — в 600 раз);
- в 2–3 раза увеличивается запас хода транспортных средств (на КПП — 300–450 км, СПГ — 750–1500 км);
- уменьшается время заправки (такое же, как при заправке дизельным топливом);
- криоАЗС можно располагать во всех регионах России без привязки к газовой трубе, используя криозаправщики;
- имеется технологическая возможность регазификации СПГ в КПП при заправке АТС;
- значительно сокращаются риски пожаро- и взрывоопасности АТС и инфраструктуры, так как давление в криогенных баллонах и емкостях на порядок меньше, чем в баллонах с КПП; ослабевают соответствующие требования к размещению заправок и ПТБ транспортных предприятий

и повышается инвестиционная привлекательность строительства этих объектов.

Конечно, при этом возникают новые проблемы, которые необходимо решать. В их числе: отсутствие серийного производства отечественных конструкций АТС на СПГ; малая численность криоАЗС (13 ед.); высокая стоимость криогенного оборудования; отсутствие льгот и преференций производителям и потребителям техники с криогенным оборудованием; отсутствие государственного регулирования цен на СПГ.

Между тем развитие отечественных конструкций АТС с ДВС на КПП и особенно на СПГ, заправочной инфраструктуры позволяет направить имеющиеся технологические заделы на создание конструкций АТС на водородных топливных элементах с хранением водорода на борту в сжатом или сжиженном виде, что может обеспечить высокую конкурентоспособность отечественной автомобильной техники.

Тяговый электропривод

Автомобиль на тяговых аккумуляторных батареях принципиально проще разработать, изготовить, обслуживать, чем автомобиль с ДВС, отвечающий современным и перспективным экологическим требованиям. Для создания и производства электромобилей не нужны соответствующие технологические заделы, имеющиеся у фирм-производителей АТС с ДВС. Кроме того, все мировые автопроизводители реализуют корпоративные стратегии декарбонизации своей продукции, постепенно отказываясь от производства АТС с ДВС.

В результате численность мирового парка электромобилей (BEV) и подключаемых гибридов (PHEV) очень быстро растет. Лидерами производства легковых электромобилей и гибридов являются автопроизводители из КНР, которые по итогам 2022 года должны выйти на 7 млн ед. таких АТС. Это современные конструкции АТС с тяговым электроприводом на аккумуляторных батареях. Крупноузловая сборка некоторых моделей организована осенью 2022 года в Липецкой области (завод «Мо-

Таблица 2. Технические характеристики легковых электромобилей Evolute

Марка в РФ	Марка в КНР	Мощность электродвигателя, кВт	Емкость батарей, кВт·ч	Запас хода, км	Разгон до 100 км/ч, с	Цена, млн руб.
Седан Evolute i-Pro	Dongfeng Aeolus E 70 (Nissan Bluebird Sylphy G11 2005 модельного года)	110	53	420	9,5	2,99
Кроссовер Evolute i-Joy	Dongfeng Fengon E 3	129,4	53	405	Нет данных	3,49
Кроссовер Voyah Free	Dongfeng Voyah Free	179,4+179,4	106	600	4,7	7,99

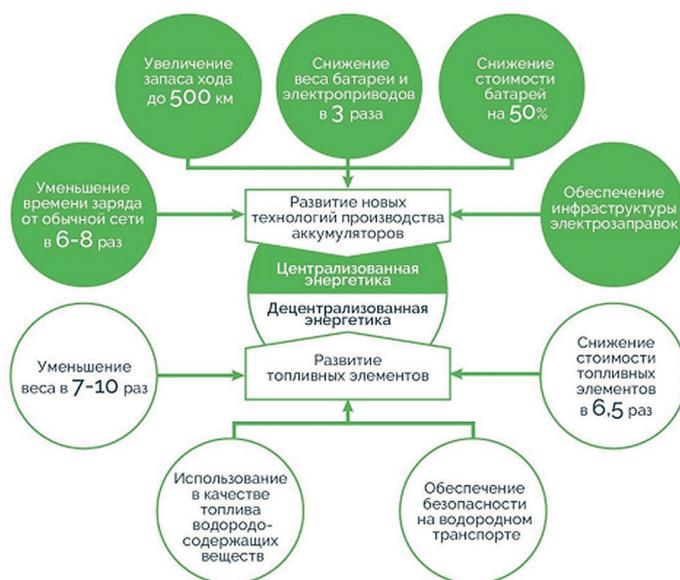
торинвест») и в Москве. В табл. 2 приведены технические характеристики легковых электромобилей, выпускаемых в Липецкой области.

В России с 2018 года серийно производятся конкурентоспособные городские электробусы ПАО «КамАЗ», ПАО «ГАЗ» и ООО «Волгабас» (300 ед. в год).

В настоящее время процесс электрификации автомобильного транспорта в нашей стране находится в начальной фазе, так как численность парка электромобилей составляет доли процента общей численности парка АТС (около 20 тыс. ед.).

Ключевые организационно-технологические и экономические проблемы, которые сдерживают развитие парка электромобилей с тяговыми аккумуляторными батареями и заправочной инфраструктуры, вызваны:

- отсутствием долгосрочной государственной стратегии развития электромобилестроения и парка электромобилей, а также комплексной государственной системы поддержки рынка электромобилей и подключаемых гибридов;
- ограниченным ассортиментом предлагаемых на рынке моделей электромобилей и гибридов, недостаточным развитием зарядной инфраструктуры, а также отсутствием сервисной инфраструктуры;
- необходимостью совершенствования конструкций и серийного производства отечественных электромобилей и гибридов (увеличение запаса хода, надежности, энергетической эффективности, уровня комфорта и безопасности); отсутствием испытательной базы для сертификационных и доводочных работ при проектировании автомобилей с низким углеродным следом;
- отсутствием серийного производства отечественных конструкций ячеек литий-ионных аккумуляторов с необходимой удельной энергией и в достаточном объеме на основе наиболее передовых катодных материалов (NMC и LFP) с дифференциацией в зависимости от конкретных областей применения;
- отсутствием эффективных технологий и инфраструктуры утилизации



Требования для достижения конкурентоспособности электромобилей с тяговыми аккумуляторными батареями, водородными топливными элементами по сравнению с автомобилями на нефтяном топливе (ИНХП РАН, МАДИ, 2021).

электромобилей и их составных частей (батарей);

- несовершенством законодательства в сфере использования/продажи накопленной электроэнергии аккумуляторными батареями; отсутствием инфраструктуры вторичного использования аккумуляторных батарей для накопления электроэнергии от возобновляемых источников энергии;
- высокой стоимостью электромобилей и гибридов, что требует введения государственных мер поддержки потребителей, производителей транспортных средств, заправочного оборудования.

Следует также учитывать, что интенсивное наращивание численности электромобилей и подключаемых гибридов в автомобильном парке в отдельных регионах может вызвать в среднесрочной перспективе нехватку генерирующих мощностей в энергетике.

Водородные технологии

Электромобили на тяговых аккумуляторах непригодны для больших расстояний и суровых погодных-климатических условий. Электромобили на водородных топливных элементах, а также выделяемая ими избыточная теплота, которую можно использовать для обогрева салона, решают эти проблемы.

На основании анализа современного мирового опыта в первую очередь речь можно вести о переводе на водородное топливо (для использования в топливных элементах) тяжелого внутригород-

ского транспорта (автобусов, внутригородского грузового транспорта, спецтранспорта). Это обусловлено:

- отсутствием необходимости создавать широкую сеть заправочных станций из-за локальности применения;
- трудностью использования аккумуляторного электротранспорта из-за необходимости комбинации высокой емкости, большой мощности и быстрой зарядки аккумуляторов;
- возможностью точечного целевого финансового стимулирования.

Ключевые проблемы декарбонизации транспорта с использованием водородных технологий связаны с отсутствием технологического задела по конструкциям электромобилей на топливных элементах, а также стационарных и передвижных заправочных комплексов, инфраструктуры обслуживания и ремонта таких АТС.

В Российской Федерации изготовлены только опытные образцы энергоустановок на водородных топливных элементах, а также электролизеры для производства «зеленого» водорода, установки по производству водорода из природного газа. На выставке Комтранс-2021 были представлены прототипы водородных АТС: автобусы большого класса — КамАЗ-6290, CITYMAX Hydrogen (85 пассажиров) и малого — ГАЗель City (22 пассажира); легковой автомобиль Aurus Senat (НАМИ); автопоезд КамАЗ полной массой 44 т (конфигурация 6×2) на водородных топливных элементах, развивает мощность 570 л. с. и имеет запас хода 500 км.

Между тем использование водородных топливных элементов в автомобилях выявляет ряд относительно новых технических задач, связанных с безопасностью емкостей для хранения на борту и заправки, которые необходимо решить. Источниками потенциальных рисков возникновения пожаров и взрывов на борту автомобиля и на объектах инфраструктуры являются [9]:

- максимальное давление водорода в баллоне может достигать 87,5 МПа при заправке в системах хранения водорода на борту транспортного средства;
- коэффициент диффузии водорода в воздухе в несколько раз больше,

чем коэффициент диффузии метана, пропана. Это означает, что при утечке водорода в окружающую среду водород способен перемешиваться и образовывать взрывоопасную смесь с воздухом быстрее, чем метан или пропан. Это справедливо для случая истечения водорода в закрытое или ограниченное сверху пространство, например гараж, тоннель или стоянку под куполообразным навесом;

- водородное охрупчивание металлов и сплавов.

Проблемы обеспечения безопасности, экологической эффективности на пути декарбонизации могут возникнуть не только с хранением, транспортировкой, распределением, потреблением водорода в электрохимических генераторах АТС, но и с производством «зеленого» водорода (из возобновляемых источников). В данном случае водород становится источником хранения возобновляемой электроэнергии. И как накопитель энергии он конкурирует с другими типами накопителей, прежде всего аккумуляторными батареями.

Требуется решить сложную задачу обеспечения баланса производства и потребления «зелёного» водорода на транспорте с учетом сезонной и суточной неравномерности производства электрической энергии на ветровых и солнечных электростанциях, сезонной неравномерности водных ресурсов [10], а также принять во внимание риски маловодных лет. Поэтому неравномерность и малая предсказуемость выработки электроэнергии для получения «зеленого» водорода методом электролиза воды на ветровых и солнечных электростанциях потребует создания комплексной системы накопителей электроэнергии, хранения исходной и дистиллированной воды, а также водорода.

Перспективным направлением получения водорода высокой степени чистоты в значительных объемах для транспортных средств является создание и использование атомного энерготехнологического комплекса — тандема «высокотемпературный газоохлаждаемый реактор — паровая конверсия метана» [11].

На рис. 1 приведена схема с основными требованиями, выполнение которых позволит достичь конкурентоспособности электромобилей с тяговыми аккумуляторными батареями, водородными топливными элементами по сравнению с автомобилями на нефтяном топливе.

Заключение

Автомобильный транспорт является основным источником выбросов ПП в транспортном секторе с неблагоприятным трендом изменения выбросов на среднесрочную перспективу. Для снижения углеродного следа автотранспортом в среднесрочной перспективе наиболее эффективна замена традиционного моторного топлива природным газом, электроприводом на тяговых аккумуляторах и водородных топливных элементах.

Экономически обоснованная мотивация хозяйствующих субъектов и населения переходить на использование природного газа в настоящее время отсутствует, так как стоимость владения автомобилем на КПП с учетом полного жизненного цикла АТС, заправочной инфраструктуры выше стоимости владения АТС на бензине или дизельном топливе. Мотивация может появиться при хранении на АТС природного газа не в сжатом, а в сжиженном виде.

Ключевые проблемы декарбонизации путем развития парка электромобилей на тяговых аккумуляторах и водородных топливных элементах связаны с отсутствием технологического задела по конструкциям электромобилей, стационарных и передвижных заправочных комплексов, инфраструктуры обслуживания и ремонта таких АТС.

Сформулированы основные требования, выполнение которых позволит достичь конкурентоспособности электромобилей с тяговыми аккумуляторными батареями, водородными топливными элементами по сравнению с автомобилями на нефтяном топливе. ■

Литература

1. Парижское соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, регулирующие меры по снижению углекислого газа в атмосфере с 2020 года. URL: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_russian_.pdf (дата обращения 24.12.2022).
2. Климатические риски в меняющихся экономических условиях: доклад для общественных консультаций // Банк России. 21.12.2022. 51 с. URL: <https://cbr.ru/press/event/?id=14418> (дата обращения 25.12.2022).
3. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом. Ч. 1. М.: ФГБУ «ИГКЭ», 2020. 480 с.
4. Trofimenko Yu., Komkov V., Donchen-

ko V. Problems and prospects of sustainable low carbon development of transport in Russia // IOP Conf. Series: Earth and Environ. Sci. 2018. No 177(1). Pp. 012–014. DOI: 10.1088/1755-1315/177/1/012014.

5. Trofimenko Yu. V., Komkov V. I., Trofimenko K. Yu. Forecast of energy consumption and greenhouse gas emissions by road transport in Russia up to 2050 // Transportation Research Procedia. 14. 14th Int. Conf. Organiz. and Traffic Safety Manage. Large Cities, OTS2020. 2020. Pp. 698–707. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.082.
6. Trofimenko Yu. V., Komkov V. I. Forecast of decarbonization of road transport in Russia until 2050 in the context of digitalization and expansion of the use of unmanned vehicles // 2021 Intel. Technol. and Electron. Devices in Vehicle and Road Transp. Complex, TIRVED2021. Conf. Proc. 2021.
7. Трофименко Ю. В. Обоснование перспективных направлений прикладных научных исследований в транспортном комплексе // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2018. № 9. С. 4–9.
8. Трофименко Ю. В. Перспективные направления повышения экологичности транспортных объектов и технологий // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Орел, 20 мая 2020 г. / под общ. ред. А. Н. Новикова. Орел: ОГУ им. И. С. Тургенева, 2020. С. 127–133.
9. Порсин А. В., Цариченко С. Г., Добровольский Ю. А. и др. Анализ безопасности использования в автомобилях углеводородных топлив и водорода // Журнал прикладной химии. 2020. Т. 93, вып. 10. С. 1508–1519.
10. Белобородов С. С., Гашо Е. Г., Ненашев А. В. Возобновляемые источники энергии и водород в энергосистеме: проблемы и преимущества: моногр. СПб.: Научно-технологические, 2021. 151 с. URL: <https://publishing.intelgr.com/archive/VI-i-vodorod-v-energosieme.pdf> (дата обращения 25.12.2022).
11. Пономарев-Степной Н. Н., Алексеев С. В., Петрунин В. В. и др. Атомный энерготехнологический комплекс с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами для масштабного экологически чистого производства водорода из воды и природного газа // Газовая промышленность. 2018. № 11. С. 94–101. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/atomnyu-energotehnologicheskiiy-kompleks-s-vysokotemperaturnymi-gazoozhlazhdaemyimi-reaktorami-dlya-masshtabnogo-ekologicheskii/viewer> (дата обращения 25.12.2022)

Артур В. Карлов, аспирант Российского университета транспорта (РУТ) (МИИТ),

Ольга В. Ефимова, д-р экон. наук, заведующая кафедрой «Экономика, организация производства и менеджмент» РУТ (МИИТ).

Транспортная политика в условиях внешнего санкционного давления: новый этап развития транспортных коридоров // Транспорт РФ. — 2022. — № 6 (103). — С. 4–7.

В 2022 году российская экономика и транспортная система столкнулись с беспрецедентным санкционным давлением. Закрытие неба, портов и дорог стран Европейского союза, эмбарго на отгрузку угля, поэтапный отказ от российской нефти, финансовые и прочие санкции ведут к существенным изменениям в структуре российской экономики, к поиску новых бизнес-партнеров в нейтральных странах мира. Такие изменения неизбежно сопровождаются изменениями в логистических цепочках, что обостряет вопросы расстановки приоритетов при реализации транспортной политики. В новой экономической реальности она должна быть ориентирована на облегчение доступа российских предприятий к рынкам Южной и Юго-Восточной Азии, Турции, Ближнего Востока, Африки, Ирана, Пакистана и других стран, не присоединившихся к санкциям, через развитие инфраструктуры, мультимодальных перевозок и снижение административных барьеров.

Ключевые слова: транспортная политика, транспортная стратегия, экономика санкций.

Контактная информация: karlov@edu.rut-miit.ru

Дмитрий А. Мачерет, д-р экон. наук, первый заместитель председателя Объединенного ученого совета ОАО «РЖД», профессор Российского университета транспорта (РУТ) (МИИТ),

Анастасия В. Кудрявцева, канд. экон. наук, научный сотрудник Объединенного ученого совета ОАО «РЖД», доцент РУТ (МИИТ).

Социально-экономические предпосылки и тенденции развития транспортных инноваций // Транспорт РФ. — 2022. — № 6 (103). — С. 8–14.

В контексте развития современной экономики рассматриваются инновационные идеи в сфере транспорта, являющиеся индикаторами тенденций развития транспортных систем. Внимание сфокусировано на тенденциях индивидуализации транспортных средств, экологизации транспорта и повышения скоростей движения. Приведены примеры инновационных разработок по каждому из этих направлений. Выявлено, что указанные тенденции нередко сочетаются друг с другом в рамках конкретных транспортных средств и технологий, что генерирует синергетические эффекты, важные для транспортной отрасли и экономики в целом.

Ключевые слова: транспорт, инновации, форсайт, индивидуализация транспорта, экологизация, ускорение перевозок, экономическая эффективность.

Контактная информация: macheretda@rambler.ru

Юрий И. Соколов, д-р экон. наук, директор Института экономики и финансов Российского университета транспорта (РУТ) (МИИТ),

Илья М. Лавров, д-р экон. наук, первый заместитель директора Института экономики и финансов РУТ (МИИТ).

Экономическая оценка взаимосвязи уровня качества транспортного обслуживания и спроса на грузовые перевозки // Транспорт РФ. — 2022. — № 6 (103). — С. 15–18.

Рассматриваются современные проблемы обеспечения уровня качества транспортного обслуживания грузовладельцев на железнодорожном транспорте и экономические способы их решения на основе расчетно-аналитических методов анализа и оценки. Описана процедура анализа Индекса качества как современного инструмента факторного анализа и оценки качества транспортного обслуживания грузовладельцев. Показана методика оценки эластичности спроса на перевозки относительно качества транспортного обслуживания и формирования производственной функции на транспорте «объем — цена — качество перевозок». Рассмотрена методика оценки экономической эффективности повышения качества транспортного обслуживания на основе показателя неценовой эластичности спроса и определены ключевые макрофакторы, влияющие на качество транспортного обслуживания.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, грузовые перевозки, качество транспортного обслуживания, Индекс качества, коэффициент эластичности, производственная функция, экономическая эффективность.

Контактная информация: jurysokolov@yandex.ru

Андрей А. Пархоменко, аспирант кафедры «Системы управления транспортной инфраструктурой» Российского университета транспорта (РУТ) (МИИТ),

Олег В. Осокин, д-р техн. наук, директор ООО «Аналитические и управляющие системы на транспорте «Транспортный алгоритм»,

Петр А. Козлов, д-р техн. наук, президент научно-производственного холдинга «СТРАТЕГ».

Имитационная экспертиза инфраструктурных проектов на транспорте // Транспорт РФ. — 2022. — № 6 (103). — С. 19–23.

Рассматривается проблема построения методов расчета инфраструктурных проектов на транспорте с системных позиций.

Сформулированы теоретические основы для построения корректных методов. Элементы в системе при взаимодействии влияют на свойства друг друга. Рассчитывать их по отдельности нельзя. Вводится новый критерий корректности метода расчета — совпадение функциональной роли расчетного элемента в действительности и в модели. Показана ошибочность ряда исходных постулатов в нормативных документах, что приводит к некорректным методам расчета. Отмечено, что наиболее корректным методом является имитационное моделирование.

Ключевые слова: метод расчета, инфраструктурный проект, функциональная роль, парк, горловина, технологическая операция, имитационное моделирование.

Контактная информация: contact@trans-expert.ru

Гаджимет И. Гаджиметов, руководитель Испытательного центра (ИЦ) АО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (ВНИКИ),

Валерий А. Никонов, главный конструктор ИЦ АО «ВНИКИ»,

Дмитрий С. Курдинов, заведующий группой ИЦ АО «ВНИКИ»,

Андрей С. Пономарев, заведующий лабораторией ИЦ АО «ВНИКИ».

О расчете приведенной длины эквивалентного маятника люлечного подвешивания грузового вагона с наклонными подвесками // Транспорт РФ. — 2022. — № 6 (103). — С. 24–27.

При проектировании железнодорожного подвижного состава принимаются конструкторские решения, позволяющие улучшить его динамические качества. Они во многом зависят от вертикальных и горизонтальных упруго-диссипативных связей в системе «колесная пара — рама тележки — кузов». Уменьшение интенсивности вертикальных и горизонтальных колебаний экипажа улучшает динамические качества вагона и повышает безопасность движения. Для снижения рамных сил бокового воздействия от колеса на рельс между кузовом и рамой тележки предусматривают упругую связь, реализуемую люлечным, или маятниковым, подвешиванием, жесткость которой выражается приведенной длиной эквивалентного маятника. Для повышения габаритной безопасности и уменьшения отклонения направления равнодействующей веса груза от перпендикуляра к полу в кривых участках пути в люлечном подвешивании применяются наклонные подвески. При анализе нормативных документов и результатов исследований установлено различие в применяемых формулах для расчета приведенной длины эквивалентного маятника. Проведенные расчетные и экспериментальные исследования динамических характеристик люлечного подвешивания с наклонными подвесками вагона для ско-

ростных грузовых перевозок позволили уточнить расчетную формулу.

Ключевые слова: тележка, грузовой вагон, скоростной вагон, приведенная длина, эквивалентный маятник, динамические качества.

Контактная информация: gadzhimetovgi@vnikti.com

Виктор В. Фролов, преподаватель кафедры «Экономика, организация производства и менеджмент» ИЭФ Российского университета транспорта (РУТ) (МИИТ),

Юлия Г. Едигарева, канд. соц. наук, доцент кафедры «Международные отношения и геополитика транспорта» ИМТК РУТ (МИИТ).

Изменение рынка автомобилестроения в России под влиянием санкций // Транспорт РФ. — 2022. — № 6 (103). — С. 28–31.

Проанализированы изменения, произошедшие в автомобилестроении в России ввиду наложенных санкций, повлекших за собой изменение цепей поставок, а также вектор развития российского автомобилестроения. Рассмотрены актуальные и экономические привлекательные направления использования действующих и развития новых производственных мощностей в автомобилестроении.

Ключевые слова: автомобилестроение, санкции, авторынок.

Контактная информация: vf.atmv@gmail.com

Таисия В. Шепитько, д-р техн. наук, директор Института пути, строительства и сооружений Российского университета транспорта (РУТ) (МИИТ),

Андрей А. Зайцев, канд. техн. наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» РУТ (МИИТ),

Игорь А. Артюшенко, канд. техн. наук, доцент кафедры «Проектирование и строительство железных дорог» РУТ (МИИТ).

Особенности проектирования, строительства и эксплуатации инфраструктуры опорной сети железных дорог в Арктической зоне // Транспорт РФ. — 2022. — № 6 (103). — С. 32–36.

Освоение Арктики является стратегическим приоритетом, мощным драйвером социально-экономического развития России, укрепляет геополитические позиции страны в глобальной конкуренции. Создание эффективной региональной транспортно-логистической системы — важнейшее условие развития арктических территорий. Для ее создания нужны специалисты нового поколения, интеллектуальный и образовательный уровень которых позволял бы качественно проектировать, строить и эксплуатировать транспортные объекты на многолетнемерзлых грунтах в условиях Заполярья, выполнять геотехнический мониторинг, анализировать и прогнозировать состояние транспортных объектов во времени, осваивать и внедрять инновационные методы и технологии управления качеством транспортных объектов, разрабатывать и реализовывать эффективные организационно-управленческие структуры.

Ключевые слова: региональная транспортно-логистическая система, многолетнемерзлые грунты, способы термостабилизации грунтов, конструктивно-технологические решения, организационно-управленческие решения, нейронные сети, геомониторинг, сеть наблюдений за изменениями температуры грунтов.

Контактная информация: shepitko-tv@mail.ru

Юрий В. Трофименко, д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ).

Проблемы декарбонизации автомобильного транспорта в Российской Федерации // Транспорт РФ. — 2022. — № 6 (103). — С. 37–41.

Рассмотрены мероприятия по декарбонизации автомобильного транспорта. Наиболее эффективными из них в среднесрочной перспективе являются меры по диверсификации использования в качестве источников энергии природного газа, тягового электропривода и водородных топливных элементов. Выделены ключевые организационно-технологические и экономические проблемы, которые сдерживают широкое использование данных альтернативных источников энергии. Сформулированы основные требования, выполнение которых позволит обеспечить конкурентоспособность электромобилей с тяговыми аккумуляторными батареями и водородными топливными элементами по сравнению с автомобилями на нефтяном топливе.

Ключевые слова: автотранспортные средства, декарбонизация, выброс парниковых газов, природный газ, тяговый электропривод, водородные топливные элементы, мероприятия.

Контактная информация: ywtrofimenko@mail.ru

Artur V. Karlov, post-graduate student of the Russian University of Transport (RUT) (MIIT),

Olga V. Efimova, Head of the Department of Economics, Organization of Production and Management RUT (MIIT).

Transport policy under external sanctions pressure: a new stage in the development of transport corridors // Transport of the Russian Federation. 2022. № 6 (103). P. 4–7.

In 2022, the Russian economy and transport system faced unprecedented sanctions pressure. The closure of the skies, ports and roads of the countries of the European Union, the embargo on the shipment of coal, the phase-out of Russian oil, financial and other sanctions lead to significant changes in the structure of the Russian economy, to the search for new business partners in neutral countries of the world. Such changes are inevitably accompanied by changes in supply chains, which exacerbates the issues of setting priorities in the implementation of transport policy. In the new economic reality, it should be focused on facilitating the access of Russian enterprises to the markets of South and Southeast Asia, Turkey, the Middle East, Africa, Iran, Pakistan and other countries that have not

joined the sanctions, through the development of infrastructure, multimodal transportation and the reduction of administrative barriers.

Keywords: transport policy, transport strategy, economics of sanctions.

Contact: karlov@edu.rut-miit.ru

Dmitry A. Macheret, Dr. Econ. Sci., First Deputy Chairman of the Joint Scientific Council of Russian Railways, Professor of the Russian University of Transport (RUT) (MIIT),

Anastasia V. Kudryavtseva, Ph. D. Econ. Sci., Researcher of the Joint Scientific Council of Russian Railways, Associate Professor of RUT (MIIT).

Socio-economic prerequisites and trends in the development of transport innovations // Transport of the Russian Federation. 2022. № 6 (103). P. 8–14.

In the context of the development of the modern economy, innovative ideas in the field of transport are considered, which are indicators of trends in the development of transport

systems. Attention is focused on the trends in the individualization of vehicles, the greening of transport and the increase in speeds. Examples of innovative developments in each of these areas are given. It was revealed that these trends are often combined with each other within specific vehicles and technologies, which generates synergistic effects that are important for the transport industry and the economy as a whole.

Keywords: transport, innovations, foresight, individualization of transport, greening, transportation acceleration, economic efficiency.

Contact: macheretda@rambler.ru

Yuri I. Sokolov, Dr. Econ. Sci., Director of the Institute of Economics and Finance of the Russian University of Transport (RUT) (MIIT),

Ilya M. Lavrov, Dr. Econ. Sci., First Deputy Director of the Institute of Economics and Finance RUT (MIIT).

Economic assessment of the relationship between the quality level of transport services and the demand for freight transportation

// Transport of the Russian Federation. 2022. № 6 (103). P. 15–18.

Modern problems of ensuring the quality level of transport services for cargo owners in railway transport and economic ways to solve them based on computational and analytical methods of analysis and evaluation are considered. The procedure for analyzing the Quality Index as a modern tool for factor analysis and assessing the quality of transport services for cargo owners is described. A technique for estimating the elasticity of demand for transportation with respect to the quality of transport services and the formation of a production function in transport “volume – price – quality of transportation” is shown. A methodology for assessing the economic efficiency of improving the quality of transport services based on the indicator of non-price elasticity of demand is considered and key macro factors that affect the quality of transport services are identified.

Keywords: railway transport, freight traffic, quality of transport service, quality index, elasticity coefficient, production function, economic efficiency.

Contact: jurysokolov@yandex.ru

Andrey A. Parkhomenko, post-graduate student, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (RUT) (MIIT),

Oleg V. Osokin, Dr. Eng., Director of Analytical and Control Systems in Transport “Transport Algorithm”,

Petr A. Kozlov, Dr. Eng., President of the research and production holding “STRATEG”.

Simulation examination of infrastructure projects in transport // Transport of the Russian Federation. 2022. № 6 (103). P. 19–25.

The problem of constructing methods for calculating infrastructure projects in transport from a systemic point of view is considered. Theoretical foundations for constructing correct methods are formulated. Elements in the system, when interacting, affect the properties of each other. They cannot be calculated separately. A new criterion for the correctness of the calculation method is introduced – the coincidence of the functional role of the calculation element in reality and in the model. The erroneousness of a number of initial postulates in normative documents is shown, which leads to incorrect calculation methods. It is noted that the most correct method is simulation.

Keywords: calculation method, infrastructure project, functional role, park, neck, technological operation, simulation modeling.

Contact: contact@trans-expert.ru

Gadzhimet I. Gadzhimetov, Head of the Testing Center of JSC “Scientific Research and Design and Technology Institute of Rolling Stock” (VNIKTI),

Valery A. Nikonov, Chief Designer of the Engineering Center of JSC VNIKTI,

Dmitry S. Kurdikov, Head of the group of IC JSC VNIKTI,

Andrey S. Ponomarev, Head of the laboratory of the Research Center of JSC VNIKTI.

On the calculation of the reduced length of the equivalent pendulum of a cradle suspension of a freight car with inclined suspensions // Transport of the Russian Federation. 2022. № 6 (103). P. 14–27.

When designing railway rolling stock, design decisions are made to improve its dynamic qualities. They largely depend on vertical and horizontal elastic-dissipative links in the system «wheel pair – bogie frame – body». Reducing the intensity of vertical and horizontal oscillations of the carriage leads to an improvement in the dynamic qualities of the car and an increase in traffic safety. To reduce frame forces, lateral impact from the wheel on the rail between the body and the bogie frame, an elastic connection is provided, implemented by a cradle or pendulum suspension, the rigidity of which is expressed by the reduced length of the equivalent pendulum. To increase the overall safety and reduce the deviation of the direction of the resultant weight of the load from the perpendicular to the floor in curved sections of the track in the cradle suspension, inclined suspensions are used. When analyzing regulatory documents and research results, a difference was established in the formulas used to calculate the reduced length of an equivalent pendulum. The calculated and experimental studies of the dynamic characteristics of the cradle suspension with inclined car suspensions for high-speed freight transportation made it possible to refine the calculation formula.

Keywords: trolley, freight wagon, high-speed wagon, reduced length, equivalent pendulum, dynamic qualities.

Contact: gadzhimetovgi@vnikti.com

Viktor V. Frolov, lecturer at the Department of Economics, Organization of Production and Management, IEF, Russian University of Transport (RUT) (MIIT),

Julia G. Edigareva, Ph. D. Soc. Science, Associate Professor of the Department of International Relations and Geopolitics of Transport, IMTK RUT (MIIT).

Changes in the automotive market in Russia under the influence of sanctions // Transport of the Russian Federation. 2022. № 6 (103). P. 28–31.

The changes that have taken place in the automotive industry in Russia due to the imposed sanctions, which led to a change in supply chains, as well as the vector of development of the Russian automotive industry, are analyzed. Topical and economically attractive directions for the use of existing and development of new production facilities in the automotive industry are considered.

Keywords: automotive industry, sanctions, car market.

Contact: vf.atmv@gmail.com

Taisia V. Shepitko, Dr. Eng., Director of the Institute of Track, Construction and Structures of the Russian University of Transport (RUT) (MIIT),

Andrew A. Zaitsev, Ph. D. Eng., Associate Professor of the Department of “Track and Track Facilities” RUT (MIIT),

Igor A. Artyushenko, Ph. D. Eng., Associate Professor of the Department of Design and Construction of Railways, RUT (MIIT).

Features of design, construction and operation of the infrastructure of the backbone network of railways in the Arctic zone // Transport of the Russian Federation. 2022. № 6 (103). P. 32–36.

The development of the Arctic is a strategic priority, a powerful driver of Russia’s socio-economic development, and strengthens the country’s geopolitical position in global competition. The creation of an efficient regional transport and logistics system is the most important condition for the development of the Arctic territories. To create it, new generation specialists are needed, whose intellectual and educational level would allow them to design, build and operate transport facilities on permafrost soils in the conditions of the Arctic, perform geotechnical monitoring, analyze and predict the state of transport facilities over time, master and implement innovative methods and technologies quality management of transport facilities, develop and implement effective organizational and managerial structures.

Keywords: regional transport and logistics system, permafrost soils, methods of thermal stabilization of soils, structural and technological solutions, organizational and management decisions, neural networks, geomonitoring, a network for observing changes in soil temperature.

Contact: shepitko-tv@mail.ru

Yuriy V. Trofimenko, Dr. Eng., Head of the Department “Technospheric Safety” of the Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI).

Problems of decarbonization of road transport in the Russian Federation // Transport of the Russian Federation. 2022. № 6 (103). P. 37–41.

Measures for the decarbonization of road transport are considered. The most effective of them in the medium term are measures to diversify the use of natural gas, electric traction drive and hydrogen fuel cells as energy sources. The key organizational, technological and economic problems that hinder the widespread use of these alternative energy sources are highlighted. The main requirements are formulated, the fulfillment of which will ensure the competitiveness of electric vehicles with traction batteries and hydrogen fuel cells in comparison with petroleum-fuelled vehicles.

Keywords: motor vehicles, decarbonization, greenhouse gas emissions, natural gas, electric traction drive, hydrogen fuel cells, measures.

Contact: ywtrofimenko@mail.ru



Общероссийская общественная организация

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА В ЦИФРАХ

Академия включает
47 РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЯ



СОСТАВ ОО «РАТ» В 2023 ГОДУ

> **680** УЧЕНЫХ-ТРАНСПОРТНИКОВ:

170 ДОКТОРОВ НАУК

510 КАНДИДАТОВ НАУК

260 ПОЧЕТНЫХ ЧЛЕНОВ РАТ



ДАТА ОСНОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ТРАНСПОРТА:

26 июня 1991 года

В 2021–2023 годах:

ПРОВЕДЕНО БОЛЕЕ **150** МЕРОПРИЯТИЙ
(В ТОМ ЧИСЛЕ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦИЙ)

ВЫШЛО В СВЕТ БОЛЕЕ **1000** ПУБЛИКАЦИЙ
И МОНОГРАФИЙ В РЕЦЕНЗИРУЕМЫХ ИЗДАНИЯХ

БОЛЕЕ **3500** СПЕЦИАЛИСТАМ В ОБЛАСТИ ТРАНСПОРТА
И ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА
ОПЛАТИЛА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
ПО АКТУАЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ ОБУЧЕНИЯ

ЗАПУЩЕНА ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА РАТ

ПРОВЕДЕНЫ 4 КРУПНЫХ ОБЩЕАКАДЕМИЧЕСКИХ
МЕРОПРИЯТИЯ, В Т. Ч. КОНФЕРЕНЦИЯ «РОЛЬ НАУКИ
В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ТРАНСПОРТА» В РАМКАХ XVI МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА
И ВЫСТАВКА «ТРАНСПОРТ РОССИИ — 2022»

ПРИНЯТО 60 ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ЧЛЕНА,
СОЗДАНО 4 НОВЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЯ.
ТЕРРИТОРИЯ ПРИСУТСТВИЯ РАТ – 47 РЕГИОНОВ

САЙТ И НОВОСТНЫЕ ПОРТАЛЫ АКАДЕМИИ
ПОСЕЩАЕТ БОЛЕЕ **3500** ЧЕЛОВЕК ЕЖЕДНЕВНО



Основные направления деятельности



Разработка концепций, технико-экономических обоснований строительства объектов транспортной инфраструктуры



Проведение комплексных научно-исследовательских работ



Научно-техническая, экспертная и методическая поддержка проектов строительства и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры



Разработка предложений по повышению перерабатывающей способности станций, разработка имитационной модели



Разработка нормативно-технических документов и научно-технических обоснований (СП, ГОСТ, СТУ, СТО)



Разработка комплексных схем организации улично-дорожной сети



Разработка схем транспортного планирования и комплексных планов развития транспортной инфраструктуры регионов

