

ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЖУРНАЛ О НАУКЕ, ПРАКТИКЕ, ЭКОНОМИКЕ

Какой нам нужен трамвай

Снижение аварийности
по вине водителей

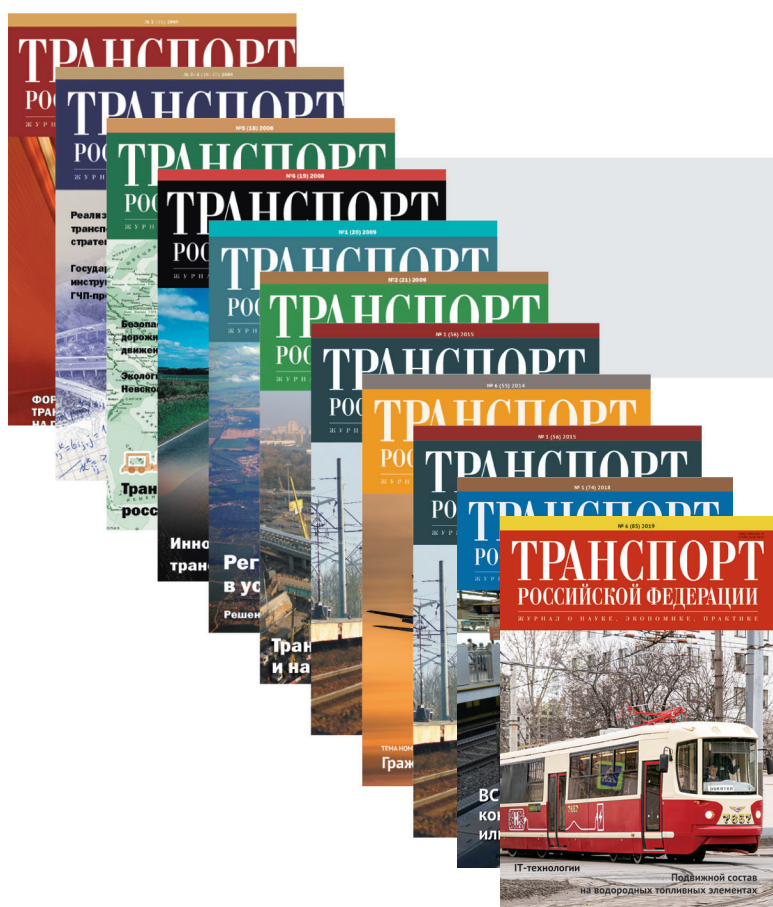
Центр управления
на железной дороге
будущего



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>



ГОСУДАРСТВО И ТРАНСПОРТ

С. В. Еремин.

Механизмы повышения качества функционирования городского транспорта общего пользования 3

О. А. Халтурина, Н. Е. Терешкина.

Развитие национальных проектов в транспортной сфере 6

БЕЗОПАСНОСТЬ

Д. А. Фирсов, В. В. Машков, А. Е. Давыдкин.

Императивы инновационных преобразований в сфере защиты объектов транспортной инфраструктуры 10

Д. С. Горбатенко.

Дополнительные меры профилактики аварийности по вине водителей грузовых автомобилей 14

ЭКОНОМИКА И ФИНАНСЫ

Д. А. Мачерет.

Оценка динамики железнодорожного транспорта: ретроспективный анализ в свете современности 17

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В. В. Дмитриев.

Центр управления станциями как первый этап железных дорог будущего 21

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ДВИЖЕНИЕ

А. А. Воробьев, Я. С. Ватулин, Э. Ю. Чистяков.

Оценка устойчивости высокоскоростного подвижного состава при движении по эстакаде с учетом повышенной пиковой ветровой нагрузки 27

ЛОГИСТИКА И ПЕРЕВОЗКИ

А. А. Трещева, Ю. С. Никонов.

Оптимизация работы логистической системы в условиях пространственной поляризации экономики регионов России 33

ИНФРАСТРУКТУРА

Ю. В. Трофименко, В. Н. Шарафутдинов, Р. С. Рунец.

Методические вопросы оценки эффективности опорной дорожной и улично-дорожной сети туристско-курортных агломераций 38

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТЕХНИКА

К. К. Ким, Е. Б. Королева, А. А. Ткачук.

Беспилотные электрические летательные аппараты и комплексы для мониторинга на железнодорожном транспорте 44

С. Н. Стуконог.

Автоматизация портовой инфраструктуры: береговой швартовный комплекс 52

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

В. Н. Кротов, Л. А. Кармазина.

Целесообразность применения высококачественных материалов при изготовлении метизов для подвижного состава 55

ГОРОД И ТРАНСПОРТ

А. Э. Горев, О. В. Попова, В. С. Пашенко.

Какие трамвайные системы нужны нашим городам 58

Аннотации 63

Abstracts 65

Транспорт Российской Федерации

*Журнал о науке, практике,
экономике*

УЧРЕДИТЕЛИ

ФГБОУ ВО ПГУПС,
ОО «Российская академия транспорта»

ИЗДАТЕЛЬ

ОО «Российская академия транспорта»

Главный редактор

Александр Мишарин

Заместитель главного редактора

Олег Валинский

Исполнительный директор

Илья Потапов

Шеф-редактор Андрей Гурьев

Арт-директор Сергей Тюрин

Корректор Виктория Филиппова

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 долж-
ны быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней
доктора и кандидата наук».

При перепечатке опубликованных ма-
териалов ссылка на журнал «Транспорт
Российской Федерации. Журнал о на-
уке, практике, экономике» обязательна.

Адрес редакции:

г. Москва, ул. Маши Порываевой, 34.

<https://rotransport.elpub.ru/jour>

info@rosacademtrans.ru

www.rosacademtrans.ru

Тел.: 8 (495) 970-74-09.

Редакция журнала не несет ответствен-
сти за содержание рекламных материалов.

Установочный тираж 7 000 экз.

Подписано в печать 02.12.2024.

Отпечатано:

Типография Speedy Print

ИП Кириченко А. В.
101000, г. Москва,
ул. Маросейка, 9/2, строение 8.

Заказ №9

Редакционный совет

Мишарин А.С., президент Российской академии транспорта, председатель редакционного совета, главный редактор журнала «Транспорт РФ», д. т. н.

Валинский О.С., ректор ПГУПС, заместитель председателя редакционного совета, к. т. н.

Дружинин А.А., руководитель Федерального агентства железнодорожного транспорта

Барышников С.О., ректор ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, д. т. н.

Пашков К.А., заместитель Министра транспорта Российской Федерации, д. м. н.

Ефимов В.Б., президент Союза транспортников России, д. э. н.

Гапанович В.А., президент ОПЖТ, к. т. н.

Ефимова О.В., ученый секретарь РАТ, д. э. н.

Редакционная коллегия

Белозеров В.Л. — д. э. н., председатель
Общественного совета при Ространснадзо-
ре, член Президиума РАТ

Бороненко Ю.П. — д. т. н., заведующий
кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство»
ПГУПС, генеральный директор
АО «НВЦ „Вагоны“»

Буровцев В.В. — д. э. н., ректор ДВГУПС,
председатель Дальневосточного региональ-
ного отделения РАТ

Валинский О.С. — к. т. н., ректор ПГУПС

Галкин А.Г. — д. т. н., ректор УрГУПС,
председатель Уральского регионального
отделения РАТ

Гаранин М.А. — д. т. н., ректор СамГУПС,
председатель Самарского регионально-
го отделения РАТ

Дудкин Е.П. — д. т. н., профессор ПГУПС,
руководитель НОЦ «Промышленный
и городской транспорт»

Дунаев О.Н. — д. э. н., председатель
подкомитета по транспорту и логисти-
ке коми-тета РСПП по международному
сотрудничеству, директор Центра
стратегического развития логистики

Евсеев О.В. — д. т. н., вице-президент РАТ

Ефанов Д.В. — д. т. н., профессор
Высшей школы транспорта Института
машиностроения, материалов и транспорта
СПбПУ, профессор РУТ (МИИТ)

Журавлева Н.А. — д. э. н., заведую-
щая кафедрой «Экономика транспор-
та» ПГУПС, директор ИПЭБУ ПГУПС

Киселев И.П. — д. и. н., почетный
профессор ПГУПС

Козлов П.А. — д. т. н., вице-президент РАТ

Костылев И.И. — д. т. н., заведующий
кафедрой «Теплотехника, судовые котлы
и вспомогательные установки» ГУМРФ
им. адм. С. О. Макарова

Кочетков А.В. — д. т. н., председатель
Поволжского регионального отделения РАТ

Малыгин И.Г. — д. т. н., директор Инсти-
тута проблем транспорта РАН, член Прези-
диума РАТ

Мачерет Д.А. — д.э.н., профессор РУТ
(МИИТ), первый заместитель председателя
объединенного ученого совета ОАО «РЖД»

Огай С.А. — д. т. н., председатель Восточ-
ного регионального отделения РАТ

Пимоненко М.М. — к. ф-м. н., директор
Северо-Западного информационно-аналити-
ческого центра «АЙЛЮТ», доцент кафедры
«Логистика и коммерческая работа» ПГУПС

Потапов И.П. — исполнительный дирек-
тор РАТ

Розенберг Е.Н. — д. т. н., первый замести-
тель генерального директора АО «НИИАС»

Розенберг И.Н. — д. т. н., член-корреспондент
РАН, научный руководитель РУТ (МИИТ)

Соколов Ю.И. — д. э. н., директор Института
экономики и финансов РУТ (МИИТ), предсе-
датель Центрального отделения РАТ

Тимофеев О.Я. — д.т.н., профессор кафе-
дры конструкции и технической эксплуата-
ции судов СПбГМТУ

Титова Т.С. — д. т. н., проректор ПГУПС

Трофименко Ю.В. — д. т. н., вице-пре-
зидент РАТ, председатель Дорожно-
транспортного отделения РАТ, заведую-
щий кафедрой «Техносферная безопас-
ность» МАДИ

Якунин Н.Н. — д. т. н., профессор, заведу-
ющий кафедрой автомобильного тран-
спорта Оренбургского государственного
университета

Механизмы повышения качества функционирования городского транспорта общего пользования



С. В. Еремин,
д-р техн. наук, депутат
Государственной
Думы, председатель
комитета по развитию
общественного
транспорта Российской
академии транспорта

Эпоха системного и планового развития городского общественного транспорта завершилась с ликвидацией СССР. При этом в советский период создание комбинированных и мультимодальных транспортных систем в городах диктовалось преимущественно промышленным развитием территорий. Своевременная доставка трудящихся на предприятия была сводным индикатором качества транспортной услуги. Остальные факторы являлись дополнительными опциями.

Системно функционирующая плановая экономика нивелировала многие финансовые и технические проблемы городских транспортных отраслей народного хозяйства. Система государственного поручительства позволяла формировать устойчивую сеть городских маршрутов и систему производственно-технологических активов. Однако, начиная с 90-х годов XX в., наметилась тенденция интенсивного роста автомобилизации населения, что повлекло разбалансировку городских систем и, как следствие, растущий диспаритет в структуре городского транспорта [1].

Основной удар нерегуляторных рыночных отношений принял на себя городской пассажирский общественный транспорт. Дополнительную порцию дестабилизации внесла практически бессистемная градостроительная застройка городов.

Таким образом, автомобилеориентированный тренд развития, сопровождаемый хаотичным ростом урбанизированных территорий, существенно изменил отраслевые подходы к управлению общественным транспортом городов. При этом тенденция по увеличению владения личными автомобилями и темпы строительства гражданского жилья в ближайшее время с большой вероятностью сохранят растущий тренд, что потребует более концентрированного внимания к развитию общественного транспорта в городах и агломерациях. [2]

В то же время существуют определенные механизмы, позволяющие повышать эффективность работы городского общественного транспорта. К некоторым из них можно отнести: административно-регуляторные полномочия субъектов

управления транспортом общего пользования; финансовый потенциал городского пассажирского транспорта; гармонизацию транспортного и градостроительного законодательства. Эти направления позволяют вырабатывать модели и механизмы повышения эффективности функционирования пассажирской отрасли. К таким управленческим гипотезам можно отнести: идентификацию в отдельную отрасль транспортной деятельности; сквозное директивное финансовое планирование; синтезирование общегородских ценностей развития.

Административно-регуляторные полномочия в системе управления общественного транспорта носят четко концентрированный характер. С точки зрения принятия оперативных мер и тактических решений по формированию маршрутной сети, определению типологии транспортных средств, режима работы подвижного состава и т. п. — это достаточно эффективная форма распределения полномочий.

Согласно действующему законодательству, такие функции возложены на муниципальные органы власти. Так, согласно пункту 7 статьи 14 ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» к вопросам местного значения относится создание условий для предоставления транспортных услуг населению и организация транспортного обслуживания населения в границах поселения [3]. Но вместе с тем наличие полноценного пакета полномочий по управлению пассажирским транспортом в населенных пунктах дискредитируется отсутствием финансовых возможностей по качественному обеспечению этих функций.

Сформированный принцип: «средства вверх — функция вниз» неминуемо приводит к ослаблению самой функции.

В некоторых случаях организационно-финансовая несостоятельность муниципалитетов по качественной организации общественных перевозок замещается напрямую региональным управлением или косвенным закреплением подрядных функций на подведомственные региональные структуры. Это оперативно решает вопрос тотального дефицита отрасли, но параллельно и автоматически запускает процесс ослабления управленческих компетенций муниципального уровня. Специалисты начинают терять оперативную чувствительность диспетчерских принципов и в целом общотраслевую квалификацию.

При этом замкнуть полноценно контур организационно-юридического управления в рамках действующего законодательства проблематично. Существующее распределение полномочий в текущий период позволяет использовать только механизмы согласительных форматов. Поэтому система функционирует по временной схеме на принципах делегированных полномочий, которая параллельно формирует политический оттенок по отношению к муниципальному управлению со стороны региональных властей, усиливая еще сильнее эту зависимость.

Движение в государственном масштабе по переводу полномочий пассажирского транспорта прослеживается и в ряде сопутствующих нормативных актов, но при этом одновременно формируется и правовая коллизия.

Так, в соответствии с частью 4.1–4.3 статьи 2 ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» от 13.07.2015 г. N 220-ФЗ [4] субъектами РФ разрабатываются и утверждаются региональные комплексные планы транспортного обслуживания населения (РКПТО) и региональные стандарты транспортного обслуживания населения (РСТО). С учетом положений указанного закона правительством приняты постановления об утверждении методики формирования РКПТО населения [5] и требований к РСТО [6].

Анализ указанных документов в части порядка разработки и утверждения РКПТО и требований к РСТО, а также результаты мониторинга технических заданий к государственным контрактам

на разработку документов транспортного планирования в субъектах, свидетельствует о наличии межуровневых противоречий.

В соответствии с пунктом 1 статьи 3 закона N 220-ФЗ «региональный стандарт транспортного обслуживания населения — нормативный правовой акт высшего исполнительного органа субъекта РФ, устанавливающий перечень и целевые значения показателей, характеризующих доступность, безопасность и комфортность для населения субъекта РФ регулярных перевозок пассажиров автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом во взаимосвязи с перевозками пассажиров и багажа иными видами транспорта общего пользования».

Пунктом 1 постановления правительства N 2086 «региональный стандарт транспортного обслуживания населения устанавливает перечень и целевые значения показателей, характеризующих доступность, безопасность и комфортность для населения субъекта РФ регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом во взаимосвязи с перевозками пассажиров и багажа иными видами транспорта общего пользования (железнодорожный, воздушный, водный и внеуличный транспорт), организация которых отнесена к компетенции исполнительных органов субъектов РФ».

В соответствии с данным межнормативным противоречием, невозможно четко определить перечень и целевые значения показателей РСТО.

Общесистемная деградация пассажирской отрасли, достигающая технического предела по состоянию пассажирского транспорта и инфраструктуры, потребовала политического акцента со стороны федеральных органов власти. Вследствие этого правительством сформированы финансовые мероприятия по приобретению нового подвижного состава автобусов и электрического транспорта для муниципалитетов.

Таким образом, в современных условиях сложилась система двухканального обеспечения ресурсами муниципальных образований транспортно-пассажирских функций, установленных законодательством. Это в свою очередь дает основания для проработки и обсуждения вопросов упрощения системы управления с юридическим поднятием функций на региональные уровни.

Такие предпосылки позволяют создать полноценную государственную систему управления общественным транспортом полного цикла и идентифицировать отдельную отрасль транспортной деятельности. При этом важным аспектом является сохранение региональной идентичности пассажирского общественного транспорта и, как следствие, функционально-определяющих полномочий.

Финансовый потенциал отрасли — еще одно из системообразующих направлений функционирования городского пассажирского транспорта. При его анализе рассмотрен 131 город с населением более 200 тыс. человек или менее 200 тыс., но там, где есть электрический транспорт. В результате финансовые параметры отрасли в городах, оказавшихся в расчетной формуле, распределены на три группы:

- полностью покрывающие эксплуатационные расходы и инвестиции (пять городов из четырех регионов — Санкт-Петербург, Сургут и Нижневартовск (ХМАО), Якутск, Мурманск — 3,8% городов)¹;
- полностью покрывающие эксплуатационные расходы, но обеспечивающие инвестиции только на 20% от нормативной потребности (35 городов из 16 регионов — 27% городов);
- не покрывающие даже эксплуатационные расходы (91 город из 54 регионов — 69% городов).

Сгруппированные данные показывают объективную картину по отрасли в разрезе городов и позволяют сделать вывод, что глубокое и системное финансовое планирование в отрасли общественного транспорта представлено лишь фрагментарно. Такая ситуация вскоре будет приводить к потере эластичности системы. Симптомы нарушения устойчивости в городах начинают проявляться все острее. Это приводит к негативным тенденциям, когда транспортные заказчики теряют действующие ресурсы административного воздействия на перевозчиков. Принимаемые санкции в отношении качества оказания услуг не находят положительной реакции.

Реконструкционные мероприятия со стороны федерального уровня государственной власти по обновлению подвижного состава без внедрения упорядоченной

¹ В перечень городов не включили Москву, поскольку ее опыт предусматривает модельное формирование городской пассажирской инфраструктуры и сравнивать определенный транспортный эталон посчитали некорректным по отношению к другим городам.

Таблица 1. Количество и площадь квартир в Российской Федерации

Квартиры	2014 г., млн ед. × млн м ² = млн м ²	2022 г., млн ед. × млн м ² = млн м ²
Однокомнатные	14,5 · 34,4 = 498,8	18,8 · 37,1 = 697,48
Двухкомнатные	23,9 · 47,6 = 137,64	27,3 · 50,7 = 1384,11
Трехкомнатные	17,5 · 64,3 = 1125,25	19,8 · 69,0 = 1366,2
Четырехкомнатные (и более)	4,9 · 102,5 = 502,25	6,0 · 113,3 = 679,8
Итого	S кварт. = 3263,94	S кварт. = 4127,59
Прирост	863,65 млн м ²	

Примечание: квартирография, количество и площади квартир приняты на основании данных государственной статистической отчетности [7].

Таблица 2. Общественный транспорт, тыс. ед.

Вид транспорта	2014 г.	2022 г.	Разница
Трамвайные вагоны	8,3	7,4	–0,9
Троллейбусы	10,7	7,6	–3,1
Вагоны метро	7,4	9,0	+1,6
Автобусы	166	138	–28

Примечание: количество единиц транспорта по видам принято на основании данных государственной статистической отчетности.

модели финансирования будут циклическими в периоде 7–10 лет. Сейчас предпосылки для систематизации этого процесса как никогда велики. Упорядоченные требования к развитию общественного транспорта в регионах и муниципалитетах, а также национальные проекты федерального уровня, дают основу государственной систематизации мероприятий, а самое главное — четкого понимания финансового потенциала отрасли.

Таким образом, для формирования гармоничной производственной основы городской пассажирской отрасли целесообразно рассматривать в качестве генеральной модели сквозное директивное финансовое планирование.

Серьезное негативное влияние на устойчивость пассажирского каркаса и качество услуг для пассажиров оказывает разбалансированность целей и задач градостроительного и транспортного законодательства. Практика показывает, что формирование градостроительных единиц осуществляется в приоритетном порядке без учета транспортных запросов. Проблема перевозки пассажиров встает лишь на этапе заселения домов, а вопрос формирования пешеходно-пассажирских коммуникаций решается по остаточному принципу.

Градостроительный кодекс и подзаконные строительные акты, регулирую-

щие пространственное развитие городов, требуют корректировок в части гармоничного встраивания в строительную часть транспортных и социальных аспектов. Раздел транспортной экспертизы должен на уровне моделирования жизненного цикла микрорайона (участка) города выявлять допустимые функциональные параметры и сервисные функции качества жизни людей.

Для анализа эффективности корреляции законодательных подсистем предлагается рассмотреть две параллельные цепочки создания ценностей. За базовую точку целесообразно принять 2014 г. (начиная с 2015 г. в стране поставлена задача ежегодного прироста введенного в эксплуатацию жилого фонда). Количественные и площадные параметры в РФ представлены в *табл. 1*.

При этом, согласно пункту 46 указа президента РФ от 07.05.2024 г. № 309, в рамках достижения национальных целей необходимо норму обеспеченности граждан жильем довести до 33 м²/чел. к 2030 г. и не менее 38 м²/чел. к 2036 г. В 2023 г. норма обеспеченности составляла 28,8 м²/чел.

Это подразумевает ввод к 2030 г. около 1 млрд м² жилья (примерно по 1 м²/чел. в год). Прогнозно такое количество квадратных метров жилья должно быть адресовано дополнительным 30 млн чело-

век. Уверенные позиции в этом объеме (20–25 %) занимают Москва и Московская обл. (ввод порядка 20 млн м²/год).

Но оставшиеся 23 млн человек будут требовать дополнительной пассажирской логистики. При этом данные о количестве пассажирского подвижного состава свидетельствуют об уверенном сокращении всех типов подвижного состава за исключением вагонов метро. Данные о количестве общественного транспорта представлены в *табл. 2*.

Данные ценностные показатели качества жизни в городах с точки зрения транспортных сервисных функций свидетельствуют о необходимости глубокого уровня взаимного проникновения строительных и транспортных интересов. Синтезирование общегородских ценностей развития должно одновременно гармонизироваться с транспортно-градостроительной политикой развития городов.

Источники

- Новиков А. Н., Еремин С. В., Шевцова А. Г. Пути повышения безопасности функционирования общественного транспорта в условиях перспективного развития города: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. 239 с.
- Донченко В. В. Устойчивые городские транспортные системы: изменение парадигмы планирования и развития городского транспорта. М.: Агентство РАДАР, 2023. 402 с.
- Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».
- Федеральный закон от 13.07.2015 № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
- Постановление Правительства РФ от 24.11.2023 № 1983 «Об утверждении методики формирования региональных комплексных планов транспортного обслуживания населения».
- Постановление Правительства РФ от 08.12.2023 № 2086 «Об утверждении требований к региональному стандарту транспортного обслуживания населения».
- Транспорт в России. 2022: Стат.сб./Росстат. М., 2022. 101 с.

Развитие национальных проектов в транспортной сфере



О. А. Халтурина,
канд. экон. наук, доцент
кафедры бухгалтерского
учета и информационно-
аналитического обес-
печения Новосибирско-
го государственного
университета экономики
и управления,



Н. Е. Терешкина,
канд. экон. наук, доцент
кафедры «Менеджмент
на транспорте»
Сибирского
государственного
университета путей
сообщения

На всемерное развитие транспортной системы страны направлен целый ряд успешно осуществляемых в России государственных стратегий, программ, планов и проектов. Вместе с тем подходы как к их планированию, так и реализации требуют определенной модернизации.

Протяженность Российской Федерации с севера на юг составляет около 4 тыс. км, с запада на восток — 10 тыс. км. Покрывать такие расстояния возможно благодаря наличию разветвленной сети транспортного сообщения (рис. 1) [1], которое ориентировано на рост благосостояния населения, увеличение конкурентоспособности национальной экономики, ее дальнейшее развитие и повышение эффективности функционирования в целом социально-экономической системы.

За последние 20 лет эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования практически не изменилась. В настоящее время ожидается увеличение этого показателя в связи с созданием ФГУП «Железные дороги Новороссии», которое должно включать магистрали новых (исторических) регионов России, таких как ДНР, ЛНР, Херсон-

ская и Запорожская обл. Соответствующее распоряжение правительства № 1404-р подписано 29.05.2023 г. «Железные дороги Новороссии» с головным офисом в г. Донецк относятся к ведению Федерального агентства железнодорожного транспорта, что также закреплено в данном документе. В 2023 г. на восстановление структуры железных дорог Новороссии направлено более 9 млрд руб., в 2024 г. запланировано выделение 11 млрд руб. [2].

По состоянию на сегодняшний день протяженность внутренних водных судоходных путей выросла на 20%. Максимальный рост в 2,7 раз показали автомобильные дороги общего пользования. Их доля в общем объеме транспортного сообщения России увеличилась с 77 до 89%.

В новых регионах России проводились работы по реконструкции автомобильных дорог, вошедших в транспортную сеть страны (табл. 1).

Таким образом, протяженность автомобильных дорог в России в 2023 г., в том числе за счет включения в ее состав дорог новых регионов, увеличилась на 1300 км. Тем не менее достигнутых результатов недостаточно для решения транспортных проблем страны, к которым относятся: отсутствие транспортной доступности и недостаточное качество транспортного сообщения, переориентация направления большинства грузовых и пассажирских потоков с запада на восток.

Состояние стратегического нормативно-правового регулирования развития транспортной инфраструктуры

В целях развития транспортной инфраструктуры разработаны правовые документы, благодаря которым реализуются программные мероприятия. Одной из первых была государственная программа (ГП) РФ «Развитие транспортной системы», утвержденная в апреле 2014 г., т. е. более 10 лет назад. Ее целями являлись: ускорение товародвижения и снижение

Таблица 1. Протяженность автомобильных дорог в новых регионах России в 2023 г., км [3]

Субъект	Региональные трассы	Улично-дорожная сеть
Луганская Народная Республика	145,9	29,9
Донецкая Народная Республика	176,9	31,4
Запорожская область	117,7	39,4
Херсонская область	110,7	Нет данных
Итого	551,2	100,7



Рис. 1. Динамика протяженности дорог России, тыс. км

транспортных издержек в экономике, повышение доступности транспортных услуг для населения, повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы.

В декабре 2017 г. принята новая программа с таким же названием, которая констатировала, что поставленные цели не достигнуты. Сопоставление целей указанных программ показывает их идентичность. Так, например, в качестве стратегических целей предлагались: повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий, увеличение скорости и объема доставки грузов, повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма, увеличение скорости и объема доставки грузов.

Указ Президента от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» предполагал разработку национального проекта (НП) в области безопасных и качественных автомобильных дорог.

Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. также констатирует проблемы пространственного развития страны, обусловленные недостаточным развитием транспортной инфраструктуры [4]. Стратегия указывает, что состояние дорожной сети в стране не соответствует нормативному, что затрудняет связанность между населенными пунктами. В качестве приоритетов в области транспорта Стратегия называет обеспечение транспортной доступности, которая может быть реализована благодаря всестороннему развитию опорной транспортной сети, под которой понимается совокупность магистральных путей сообщения и транспортных узлов. В качестве механизмов реализации Стратегии рассматриваются ГП РФ.

Указ президента от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» в качестве достижения одной из национальных целей — «Комфортная и безопасная среда для жизни» — предлагал использовать такой показатель в транспортной сфере, как обеспечение доли дорожной сети в крупнейших городских агломерациях.

Осознание проблем транспортной инфраструктуры и необходимости их разрешения обусловило появление Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. [5]. Одними из целей Стратегии выступают повышение пространственной свя-



Рис. 2. Плановое финансирование ГП РФ «Развитие транспортной системы», млрд руб. [6]

занности и транспортной доступности территорий, а также рост мобильности населения и развитие внутреннего туризма. Если в Стратегии пространственного развития обосновывалась необходимость существования опорной транспортной сети, то Транспортная стратегия конкретизировала это понятие, включив в него опорную сеть автомобильных и железных дорог, аэродромов (аэропортов) гражданской авиации, внутренних водных путей и морских портов. В качестве цели Транспортной стратегии рассматривается удовлетворение потребностей инновационного социально ориентированного развития экономики и общества в качественных транспортных услугах.

Реализация Транспортной стратегии возможна благодаря наличию тактических документов, таких как ГП РФ «Развитие транспортной системы», включающая НП «Безопасные и качественные автомобильные дороги», Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 г., приоритетный проект «Безопасные качественные дороги».

Между тем практика менеджмента показывает, что проблемы в системе стратегического государственного управления чаще всего возникают не в процессе долгосрочного планирования, в результате которого формируется стратегия, а при осуществлении непосредственно самих функций управления ее реализацией.

При этом следует отметить, что в программных документах в транспортной сфере в РФ в качестве главных ставятся идентичные цели в течение как минимум 10 лет.

Финансовое обеспечение транспортных проектов

Каждый из разработанных проектов в сфере транспорта имеет свои источники финансового обеспечения. В основном ими выступают средства федерального бюджета и консолидированных бюджетов субъектов РФ, а также внебюджетные источники (рис. 2).

В финансировании ГП РФ «Развитие транспортной системы» большая часть, составляющая 45 %, отводится средствам федерального бюджета, наименьшая — средствам Фонда национального благосостояния. Оценка динамики финансирования показывает его увеличение во второй половине действия программы. В финансировании составляющих ГП проектов есть отличия (табл. 2, 3 и рис. 3).

Основное финансирование НП предусмотрено за счет средств федерального бюджета, что составляет более 60 %. Наименьшее участие в финансировании принимают средства внебюджетных источников — 11 %. Суммы ежегодного финансирования также различаются. По 2025 г. включительно участие в финансировании принимает федеральный бюджет и консолидированные бюджеты субъектов РФ, доля которых в ежегодном финансировании составляет 9–13 %. С 2026 г. средства консолидированных бюджетов субъектов Федерации прекращают направляться на финансирование НП, и их доля в финансировании снижается до 2–5 %.

Основная сумма финансирования Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры также предусматривается

Таблица 2. Плановое финансирование НП «Безопасные и качественные автомобильные дороги», млрд руб. [7]

Источники финансирования	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Федеральный бюджет	488,1	619,6	579,9	608,2	749,0	805,1	739,3	318,9	358,8	201,7	207,3	263,7
Внебюджетные источники	–	–	41,7	116,0	251,9	186,9	64,4	51,5	160,3	44,3	28,5	94,9
Консолидированные бюджеты субъектов РФ	474,4	607,9	286,3	184,0	218,1	290,9	292,8	–	–	–	–	–
Итого	488,1	619,6	576,9	608,2	749,0	805,1	739,3	318,9	358,8	201,7	207,3	263,7

Таблица 3. Плановое финансирование Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 г., млрд руб. [8]

Источники финансирования	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Федеральный бюджет	0,35	0,35	0,40	0,65	0,68	0,60
Консолидированные бюджеты субъектов РФ	0,03	0,02	0,007	0,005	–	–
Внебюджетные источники	0,40	0,61	0,72	–	–	–
Итого	0,76	0,97	1,13	1,36	1,29	0,82

Таблица 4. Использование бюджетных ассигнований на реализацию ГП «Развитие транспортной системы», млрд руб. [9, 10]

Объем финансового обеспечения	2020	2021	2022	2023
Предусмотрено паспортом	2263	2617,3	3034,9	3078,4
Предусмотрено сводной бюджетной росписью	2269	1935,1	2059,4	1629,36
Кассовое исполнение	1587,4	2302,6	2057,5	1624,65
Процент исполнения паспорта ГП, %	70,1	88	67,8	52,8
Процент исполнения сводной бюджетной росписи, %	70	119	99,9	99,7

за счет средств федерального бюджета, что составляет более 60 %. Меньше всего принимают участие в финансировании Комплексного плана консолидированные бюджеты субъектов РФ — менее 1 %.

Финансирование по годам также различается. В середине периода предусмотрено максимальное направление средств (около 20 %), затем сумма запланированного финансирования существенно снижается.

Как видно из рис. 3, на протяжении всего срока реализации приоритетного проекта источники и суммы финансирования остаются постоянными, федеральный бюджет и консолидированные бюджеты субъектов участвуют в равной доле. Это позволяет

участникам проекта планировать финансовые потоки.

В финансировании НП и комплексного плана большую долю занимает федеральный бюджет. Максимальная сумма финансирования предусмотрена в середине сроков его реализации, что позволяет инвестору в лице государственного бюджета минимизировать сумму дисконтированных затрат. С позиции субъектов, реализующих проекты, неравномерность финансирования приведет к неравномерности расходов и доходов.

Между тем прослеживается значительная разница между запланированной суммой финансового обеспечения проектов,

данными сводной бюджетной росписи и их фактическим финансированием. Эта же тенденция сохраняется и в отношении ГП «Развитие транспортной системы» (табл. 4).

На 2020 г. планы финансирования, предусмотренные паспортом проекта и сводной бюджетной росписью, не корректировались. Но пандемия коронавируса не позволила полностью их реализовать. В 2021–2023 гг. суммы финансирования, предусмотренные сводной бюджетной росписью, по сравнению с суммами, указанными в паспорте программы, были уменьшены в среднем на 25 %. Как следствие, в 2021–2023 гг. при реализации проектов, составляющих ГП, финансовое обеспечение, предусмотренное сводной бюджетной росписью, было выделено практически в полном объеме, что позволило бюджету выполнить обязательства по финансированию ГП «Развитие транспортной системы».

Необходимо отметить, что несмотря на выделение из государственного бюджета колоссальных средств на финансирование программ, проектов и планов в сфере транспорта, наблюдаются значительные проблемы в рациональном и эффективном освоении этих финансовых ресурсов отдельными компаниями, т. е. имеются недостатки не только в государственном стратегическом планировании, но и в процессах управления реализацией стратегий.

Можно выделить такие негативные факторы, как низкая скорость импортозамещения и освоения инноваций, неоптимальное управление грузопотоками и недостаточный уровень транспортных услуг, перегруженность и неразвитость основных транспортных магистралей, постепенное и неуклонное старение инфраструктуры, низкая оплата труда и дефицит кадров.

Перспективы развития транспортной инфраструктуры РФ

Между тем следует констатировать, что в процессе реализации НП в сфере транспорта в России достигнуты в целом высокие результаты. Например, осуществлена государственная поддержка системообразующих организаций транспортного комплекса. Развивалась инфраструктура железнодорожного, внутреннего водного, воздушного транспорта. Обращает на себя

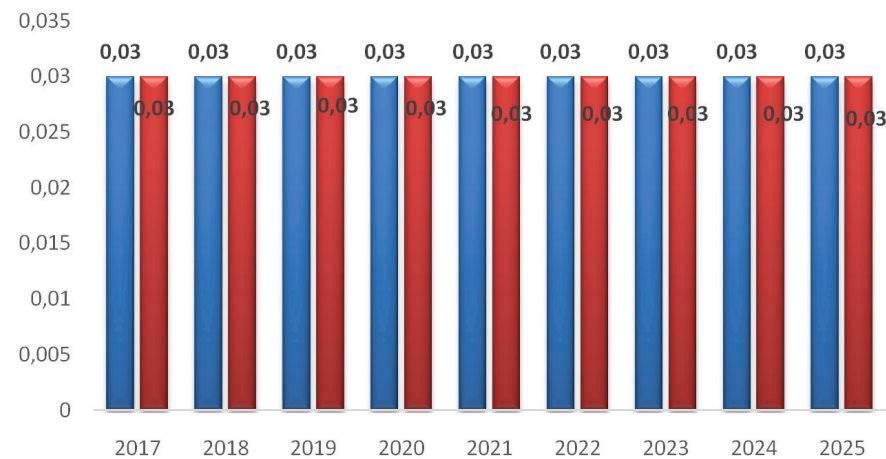


Рис. 3. Плановое финансирование приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги», млрд руб. [7]

внимание развитие и ремонт сети автомобильных дорог федерального, регионального и местного значения.

В то же время в условиях санкционного давления недружественных стран в области транспортного сообщения появились проблемы, обусловленные перемещением пассажиров и грузопотоков в связи с закрытием воздушных, водных и наземных транспортных коридоров.

Еще одним фактором, влияющим на перспективы развития отрасли, является окончание сроков реализации НП в транспортной сфере. Поэтому в Указе президента от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» было опубликовано решение о дальнейшем развитии транспортной системы России. В транспортной сфере предлагается увеличение современного парка общественного транспорта, качественных автомобильных дорог, авиационной подвижности населения и др.

Планируется принятие нового НП «Транспорт», который будет содержать 10 федеральных проектов. Эти проекты будут связаны между собой созданием и поддержанием в рабочем состоянии единой опорной транспортной сети. В отличие от функционирующих на сегодняшний день проектов в будущем будет предусмотрено развитие кадрового потенциала в транспортной сфере [11].

Предположительная стоимость проекта оценена в 10,2 трлн руб. Основным источником финансирования рассматриваются средства федерального бюджета [12]. В качестве основных направлений нового НП предложены: развитие инфраструктуры опорной сети железных дорог, автодорожные проекты и создание высокоскоростных железнодорожных магистралей с финансированием в сумме 4,3 трлн, 4,27 трлн и 1,7 трлн руб. соответственно [13].

Заключение

Следует подчеркнуть, что программные документы, предусматривающие реализацию стратегий, программ, проектов и планов в транспортной сфере России, дублируют свои основные цели на протяжении последних 10 лет [14]. В этом случае возникает вопрос: либо эти цели недостижимы, либо в документах не учитываются более ранние разработки. Таким образом, несмотря на устойчиво возрастающую динамику, взаимозависимость и сложность внешних факторов, является необходимым минимизация количества плановых стра-

тегических документов, особенно цели которых совпадают друг с другом. В качестве координатора такой работы может выступать организация, компетентная в данном вопросе, — министерство транспорта.

Необходим четкий и прозрачный мониторинг, контроль на федеральном уровне соответствия целевых показателей программ, проектов и планов полученным результатам на региональных и муниципальных уровнях с фиксацией конкретных ответственных должностных лиц на всех уровнях управления, а также сопоставление итогов с запланированными результатами в стратегии.

Помимо возведения новых объектов транспортной инфраструктуры, необходимо предусмотреть средства на поддержание существующих объектов в должном рабочем состоянии либо их ремонт в зависимости от степени износа. Также в условиях практически 100% финансирования транспортных программ согласно сводной бюджетной росписи, авторы видят возникновение новой проблемы в отношении наличия и развития соответствующего высококвалифицированного кадрового потенциала в транспортной сфере.

Источники

1. Транспорт в России. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Transport_2022.pdf (дата обращения: 01.05.2024).
2. Высокоскоростные железные дороги продлят до новых регионов России. URL: <https://crimea.ria.ru/20240604/vysokoskorostnye-zheleznye-dorogi-prodyat-do-novykh-regionov-rossii-1137837491.html> (дата обращения: 09.10.2024).
3. В 2023 году в новых регионах обновили порядка 652 км региональных и местных дорог. URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/11091?ysclid=m21ksmilk918678837> (дата обращения: 09.10.2024).
4. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094/ (дата обращения: 01.05.2024).
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р «О транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/ (дата обращения: 02.05.2024).
6. Постановление Правительства РФ от 20.12.2017 № 1596 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286331/ (дата обращения: 02.05.2024).
7. «Паспорт национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 15. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319305/ (дата обращения: 02.05.2024).
8. Распоряжение Правительства РФ от 30 сентября 2018 г. № 2101-р «Об утверждении комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_308743/ (дата обращения: 02.05.2024).
9. Годовой отчет о ходе реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы» за 2022 год. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/11/13305> (дата обращения: 11.05.2024).
10. Доклад о реализации транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Отчетный период: 2023 год. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/11/13540?ysclid=m22z350z8v952741236> (дата обращения: 09.10.2024).
11. 10 федеральных проектов войдут в национальный проект «Транспорт». URL: <https://projects.mintrans.ru/press-center/branch-news/3763> (дата обращения: 11.05.2024).
12. Новый транспортный нацпроект оценили более чем в 10 трлн рублей. URL: <https://iz.ru/1684245/2024-04-18/novyi-transportnyi-natcproekt-ocenili-v-bolee-10-trln-rublei> (дата обращения: 11.05.2024).
13. Предварительный бюджет нового транспортного нацпроекта оценили в \$10 трлн. Сколько средств направят на дороги и аэропорты до 2030 года. URL: <https://www.rbc.ru/business/18/04/2024/661ff5149a79476a2b4e6403?ysclid=lm0p9c2x400943615> (дата обращения: 11.05.2024).
14. Халтурина О. А., Терешкина Н. Е. Проблемы реализации транспортных программ и проектов в России // Транспортное дело России. 2023. № 6. С. 242–245.

Императивы инновационных преобразований в сфере защиты объектов транспортной инфраструктуры



Д. А. Фирсов,
д-р экон. наук, заведующий
лабораторией макро-
экономического анализа
и прогнозирования Инсти-
тута проблем рынка РАН,



В. В. Машков,
генеральный дирек-
тор ОАО «Научно-
исследовательский
институт автомобильного
транспорта»,



А. Е. Давыдкин,
советник директора
ФГАОУ ДПО «Межрегио-
нальный центр профес-
сиональной подготовки
и повышения квалифика-
ции кадров имени Героя
Советского Союза
В. К. Артюха»

Коммерциализация сферы защиты объектов транспортной инфраструктуры от актов незаконного вмешательства не оказала положительного влияния на достижение ожидаемой эффективности. При этом ставка большинства предпринимателей на человеческий фактор спровоцировала повышение рисков экономического ущерба из-за нехватки кадров и финансовых средств на оснащение объектов.

Обеспечение безопасности транспортного комплекса не теряет своей актуальности со времени его создания по настоящий момент. В Советском Союзе транспортную безопасность обеспечивали силовые министерства и подведомственные им организации. В конце прошлого века, когда отечественная экономика находилась в глубоком кризисе, из-за нехватки финансирования встал вопрос о коммерциализации сферы защиты объектов транспортной инфраструктуры от актов незаконного вмешательства (ОТИ от АНВ). Сначала функции по защите ОТИ от АНВ были переданы специально созданной правительством ведомственной охране, но затем с целью повышения эффективности процесса и снижения затрат эту сферу открыли для частных коммерческих организаций [1]. С 2017 г. началась их аккредитация в качестве подразделений транспортной безопасности (ПТБ).

На 31.05.2024 в России действовали 474 ПТБ [2]. Без учета ведомственной охраны данные организации представлены в табл. 1.

Из представленных в табл. 1 сведений обращает на себя внимание факт относительно низкого количества аннулированных свидетельств об аккредитации у ПТБ, аккредитованных Росавиацией и Росжелдором, по сравнению с подразделениями, аккредитованными Росморречфлотом и Росавтодором. Данный факт объясняется относительно большим опытом защиты объектов авиации и железных дорог до создания ПТБ. Необходимые силы и средства здесь имелись и ранее, а посредством подразделений транспортной безопасности их работа была приведена в юридическое соответствие новому законодательству.

Объекты транспортной инфраструктуры дорожного хозяйства и морского и речного транспорта до создания ПТБ большей частью не защищались, что свидетельствует об отсутствии накопленного опыта и необходимости формирования сил и средств практически с нуля.

Следует заметить, что ФЗ «О транспортной безопасности» от 09.02.2007 № 16-ФЗ трактует транспортную безопасность как «состояние защищенности объектов транспортной инфраструктуры

Таблица 1. Действующие подразделения транспортной безопасности

Орган, выдавший свидетельство об аккредитации	Количество действующих ПТБ	Количество выданных свидетельств об аккредитации	Количество аннулированных свидетельств об аккредитации
Росавтодор	73	131	64
Росморречфлот	180	266	86
Росжелдор	107	131	24
Росавиация	112	119	7

Источник: Росстат.

Статья подготовлена при участии научного сотрудника лаборатории макроэкономического анализа и прогнозирования Института проблем рынка РАН Я. С. Жуковой.

и транспортных средств от актов незаконного вмешательства».

С учетом того, что на железнодорожном и воздушном транспорте проблематике защиты транспортных средств всегда уделялось серьезное внимание, диспропорции в развитии сферы услуг, оказываемых ПТБ, становятся очевидными. Кратное превышение протяженности путей сообщения, инженерных устройств и сооружений, многократное — числа объектов энергоснабжения и парка подвижного состава с учетом его подвижности свидетельствуют о недостаточной защищенности основных подсистем и элементов автомобильного транспорта от актов незаконного вмешательства [3].

Динамика выручки подразделений транспортной безопасности свидетельствует о росте числа взятых под защиту объектов (рис. 1).

При этом рост совокупной выручки ПТБ обусловлен, в первую очередь, увеличением количества объектов железнодорожного транспорта, взятых под защиту (рис. 2).

Высокая величина представленной на рис. 2 доли ОТИ железнодорожного транспорта объясняется рядом факторов:

- исторически сложившейся ролью базового транспортного каркаса страны, реализующего большую часть стратегических грузопотоков;
- наибольшим участием данного вида транспорта в структуре грузооборота в России без учета показателей трубопроводного транспорта, безопасность которого обеспечивается в основном производителями энергоносителей (табл. 2);
- наивысшим резонансом результатов актов незаконного вмешательства с учетом многочисленности маршрутов перевозки пассажиров, вместимости подвижного состава и относительной, по сравнению с воздушным и морским транспортом, доступностью транспортной сети.

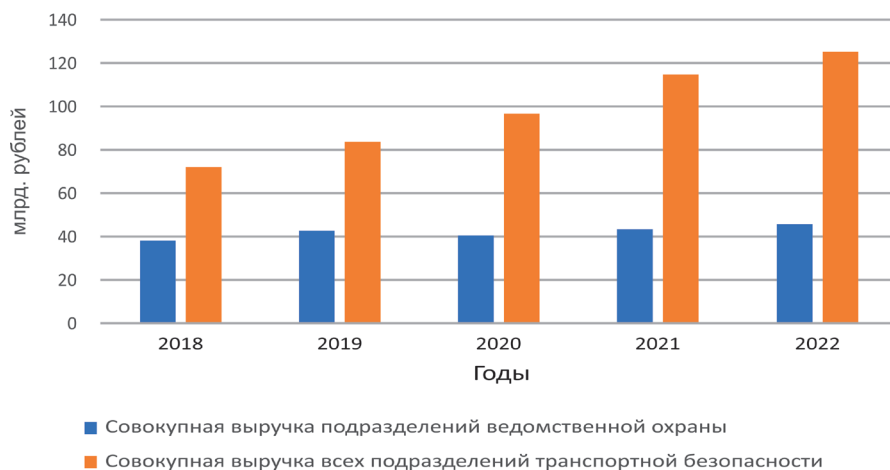


Рис. 1. Динамика совокупной выручки подразделений транспортной безопасности

Исходя из изложенного, очевидно, что рост объемов совокупной выручки ПТБ (без учета инфляции) больше связан с расширением и развитием железнодорожного транспорта и авиации, поскольку ОТИ здесь изначально находились под защитой задолго до создания, и меньше связан с взятыми под защиту объектами транспортной инфраструктуры дорожного хозяйства и морского и речного транспорта. При этом важно обратить внимание на перспективы взятия под защиту ОТИ дорожного хозяйства (рис. 3).

Данные перспективы продиктованы современным перечнем угроз и принятыми в связи с этим нормативно-правовыми актами по транспортной безопасности. Как представлено на рис. 3, количество категоризованных ОТИ дорожного хозяйства кратно превышает их количество по остальным видам транспорта. Из чего следует, что после оснащения и взятия под защиту данных объектов дорожного хозяйства, совокупная выручка ПТБ должна увеличиться более чем в пять раз, а защищаемых объекты дорожного хозяйства — многократно. Речь в данном случае идет об ОТИ дорожного хозяйства (мосты, туннели,

путепроводы), которые ранее никогда не защищались.

Важно отметить, что содержание объектов транспортной инфраструктуры дорожного хозяйства в подавляющем большинстве осуществляется за счет бюджетных средств. В настоящее время приблизительная пропорция источников финансирования защиты ОТИ суммарно по всем видам транспорта составляет около 90% внебюджетных средств против 10% бюджетных (рис. 4).

Таким образом, согласно изложенному, пропорции должны измениться в сторону превосходства доли бюджетных средств.

Возвращаясь к изначальному замыслу коммерциализации сферы защиты ОТИ и транспортных средств от АНВ, можно отметить, что обрисованная перспектива не соответствует целям минимизации расходов при поддержании необходимого уровня защищенности объектов. Более того, она практически неосуществима в настоящий момент ввиду острого дефицита кадровых ресурсов и нехватки сил обеспечения транспортной безопасности (ОТБ). Вопрос защищенности ОТИ от АНВ связан также с необходимостью обеспече-



Рис. 2. Распределение расходов на защиту объектов транспортной инфраструктуры по видам транспорта (на 01.01.2024)



Рис. 3. Доля категоризованных объектов по видам транспорта (на 01.01.2024)



Рис. 4. Пропорции источников финансирования услуг по защите объектов транспортной инфраструктуры от актов незаконного вмешательства

ния защиты транспортных средств. Акты незаконного вмешательства на Крымском мосту свидетельствуют о важности этого аспекта проблемы.

Ситуация кадрового дефицита в сфере ОТБ, вызванная, с одной стороны, оттоком работников в отрасли экономики с более высоким уровнем оплаты труда, с другой, задействованием многих из них в специальной военной операции, актуализировало вопросы поиска путей решения задач по обеспечению безопасности на ОТИ

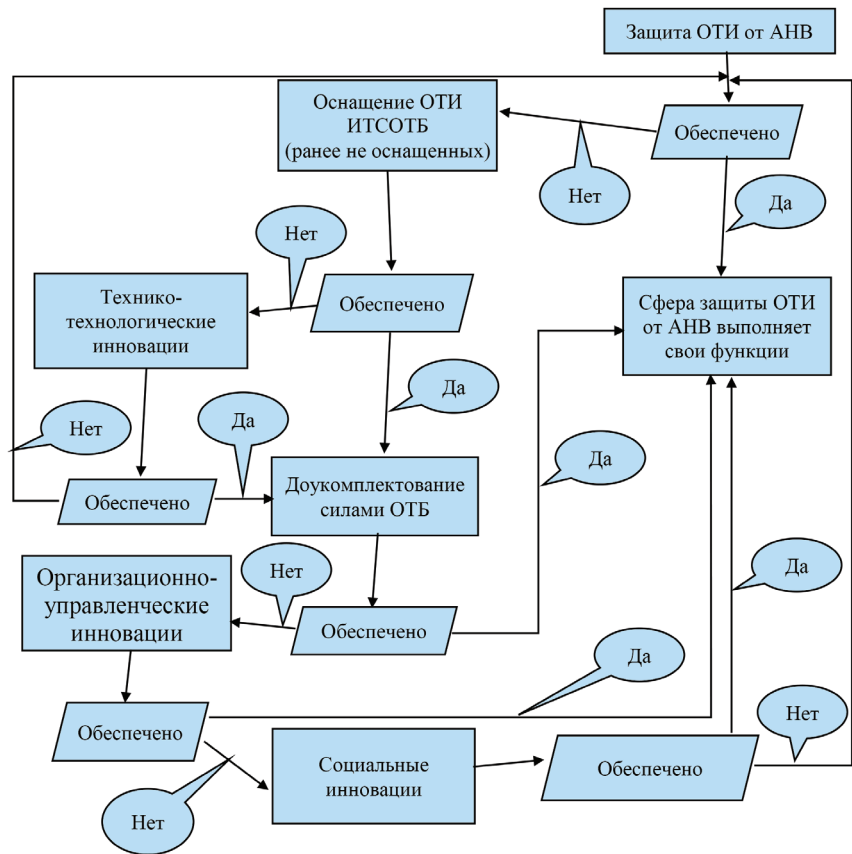


Рис. 5. Алгоритм инвестиционных преобразований сферы защиты объектов транспортной инфраструктуры от актов незаконного вмешательства

Таблица 2. Структура грузооборота по видам транспорта в Российской Федерации, %

Транспорт	2018	2019	2020	2021	2022
Железнодорожный	46,1	45,8	47,2	46,2	47,2
Воздушный	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05
Автомобильный	4,6	4,9	5,0	5,2	5,6
Водный	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0
Трубопроводный	47,3	47,3	45,7	46,4	45,1
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Источник: Росстат.

меньшим численным составом сотрудников, а также изыскания дополнительных кадровых ресурсов.

Данная задача может быть решена только за счет инновационных преобразований, и, в первую очередь, в сфере защиты объектов транспортной инфраструктуры дорожного хозяйства. Суть и последовательность таких мер представлена на рис. 5 [1, 4, 5].

Представленный алгоритм демонстрирует работу со следующими видами инновационных преобразований:

1. Техничко-технологические инновации, связанные с минимизацией влияния человеческого фактора за счет цифровизации и роботизации процессов защиты:
 - цифровизация и автоматизация (интеллектуальные системы видеонаблюдения, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для патрулирования, системы анализа данных);

• технологии повышения безопасности (биометрическая идентификация, антитеррористические барьеры, системы раннего оповещения);

• информационные технологии и кибербезопасность (защита от кибератак, использование больших данных для анализа);

• роботизация (использование роботов для патрулирования, обезвреживания взрывных устройств и других опасных работ) и внедрение искусственного интеллекта (ИИ).

Задачи по обеспечению безопасности на ОТИ в условиях недостаточного количества сотрудников могут быть решены путем внедрения инновационных технических решений в систему защиты объектов, например, таких как умные камеры, в том числе установленные на БПЛА. Они могут не только осуществлять видеозапись, но и идентифицировать отдельные объекты, выделяя среди них потенциально опасные, и даже интерпретировать сцены происходящего путем анализа визуальных данных, а также сигнализировать о возникновении ситуаций, требующих внимания соответствующих сотрудников.

2. Организационно-управленческие инновации, связанные с необходимостью трансформации сферы защиты объектов от вмешательства в сферу ОТБ комплексного характера с единым подходом к сбалансированному и максимально эффективному использованию имеющихся сил и средств ОТБ. При этом последовательность действий целесообразно выстроить следующим образом:

- Финансовое планирование и анализ рынка труда.
- Категорирование.
- Оценка уязвимости.
- План ОТБ.
- Проектно-изыскательские работы при новом строительстве или реконструкции объектов транспортной инфраструктуры, проектирование на действующих объектах.
- Согласования и экспертиза.

- Составление рабочей документации.
- Монтаж.
- Техническое обслуживание и защита.
- Интеграция и взаимодействие, объединение различных систем безопасности для повышения эффективности управления и обмена информацией, кооперация между ведомствами.

3. Социальные инновации, призванные изменить состав контингента сотрудников в сторону повышения их умственных и физических характеристик за счет улучшения качества жизни и повышения привлекательности этой сферы на рынке труда.

Представленный алгоритм реализуем в том числе и на автомобильном транспорте, но с учетом его особенностей, что делает целесообразным применение здесь ряда эмерджентных технологий: маршрутных пассажирских, грузовых и технологических транспортных средств для формирования системы мониторинга ОТИ с применением элементов ИИ для контроля, анализа и прогноза АНВ, создание мобильных групп реагирования с категорированием степени обеспечения как ОТИ, так и маршрутов перевозок пассажиров и отдельных категорий грузов и др. [6].

Кроме того, что касается дополнительных кадровых ресурсов, то источником их изыскания могут быть категории граждан, представители которых ранее не рассматривались (кроме некоторых исключений) в качестве работников данной сферы деятельности. К таковым относятся люди, имеющие ограничения по состоянию здоровья или даже официально установленную инвалидность. С одной стороны, причина, по которой руководство охранных организаций крайне осторожно относится к самой идее трудоустройства таких людей на любые должности, связанные непосредственно с обеспечением безопасности, вполне понятна. Она заключается в жестких требованиях, предъявляемых к состоянию здоровья людей, аттестуемых в качестве работников сферы охранной деятельности.

Однако многие из граждан, имеющих те или иные ограничения по состоянию здоровья, могут выполнять отдельные виды деятельности, востребованные в сфере обеспечения безопасности. Особое внимание стоит обратить на инвалидов боевых действий, прежде всего на тех, чья военная специальность наиболее соответствует должностным обязанностям представителей реально существующих или востребованных специальностей работников сферы обеспечения безопасности. Например, оператор разведывательных беспилотников, ставший инвалидом в ходе боевых дейст-

вий, при условии сохранности необходимых психических функций, зрения, верхних конечностей в работоспособном состоянии может продолжать трудовую деятельность в качестве оператора патрульных БПЛА, используемых в процессе обеспечения безопасности. Другим примером возможной трудовой деятельности может быть работа с документами. Такие сотрудники, особенно имеющие опыт управленческой деятельности, полученный до инвалидизации, могут проводить собеседования и выполнять другие виды работ по отбору кадров.

Люди с нарушением зрения, в том числе полностью незрячие, могут выполнять функции диспетчеров, используя в своей работе телефон и компьютер с программами экранного доступа.

Таким образом, внедрение инновационных технических решений в процесс обеспечения безопасности на ОТИ в сочетании с привлечением дополнительных человеческих ресурсов позволит существенно повысить эффективность охраны объектов и снизить остроту кадрового дефицита в данной сфере. При этом в случае трудоустройства людей с инвалидностью организации-работодатели могут рассчитывать на соответствующие налоговые льготы и получение денежных средств от государства на оснащение соответствующих рабочих мест.

Следует обратить внимание, что представленный на рис. 5 алгоритм предполагает возврат в изначальную точку при недостижении заданного результата. Но на практике это будет означать значительные финансовые потери и сохранение рисков. В связи с этим возрастает роль финансового планирования и анализа рынка труда в качестве отправных точек формирования комплексной системы защиты ОТИ дорожного хозяйства. Все решения необходимо принимать только после проведенного научного исследования на предмет выбора оптимальной схемы защиты объектов дорожного хозяйства.

В настоящее время можно констатировать два неприемлемых варианта:

- Консервация ситуации в существующем состоянии, поскольку тогда большинство объектов транспортной инфраструктуры дорожного хозяйства остаются без защиты.
- Оснащение категорированных объектов по аналогу с проектами, уже оснащенными инженерно-техническими средствами ОТБ, с последующим взятием их под защиту. Данный вариант невозможно исполнить по причине, во-первых, недостатка финанси-

рования на оснащение объектов инженерно-техническими средствами ОТБ, во-вторых, нехватки кадровых ресурсов.

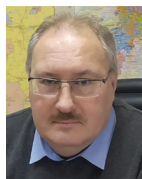
Можно сделать вывод, что для преодоления существующей проблемы взятия под защиту значительного числа ОТИ при ограниченности финансовых и кадровых ресурсов следует изыскать наиболее оптимальный способ использования имеющихся сил ОТБ с заменой недостающих специалистов ИИ, роботами и прочими перспективными инженерно-техническими средствами защиты, позволяющими кардинально снизить численность людей, занятых в рассматриваемой сфере.

Для решения данной задачи требуется масштабное научно-техническое и экономическое исследование, позволяющее обеспечить необходимую защищенность всего транспортного комплекса России и не допустить финансовых потерь. ■

Источники

1. Жукова Я.С. Угрозы экономической безопасности как причина низкой эффективности работы подразделений транспортной безопасности // Вестник академии права и управления. 2023. № 4 (74). С. 67–72.
2. Жукова Я.С., Фирсов Д.А. Угрозы экономической безопасности от реализации производных инвестиционных проектов в сфере защиты объектов транспортной инфраструктуры // Экономический анализ: теория и практика. 2024. Т. 23. № 2. С. 300–315.
3. Сильянов В.В., Капитанов В.Т., Моница О.Ю., Чубуков А.Б. Интеллектуальные транспортные системы: история, состояние и пути развития // Информационные технологии и инновации на транспорте: Материалы 4-й Международной научно-практической конференции. 2019. С. 138–145.
4. Чубуков А.Б., Капитанов В.Т. О рационализации процесса внедрения интеллектуальной транспортной системы // Информационные технологии и инновации на транспорте: Материалы международной научно-практической конференции. 2015. С. 3–8.
5. Фирсов Д.А. Перспективы структурной модернизации экономики в свете сформировавшихся инвестиционных финансовых диспропорций // Инновации и инвестиции. 2016. № 6. С. 37–45.
6. Экономические аспекты обеспечения транспортной безопасности: монография / под ред. чл.-кор. РАН В.А. Цветкова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2023. 175 с.

Дополнительные меры профилактики аварийности по вине водителей грузовых автомобилей



Д. С. Горбатенко,
канд. экон. наук,
старший преподаватель
кафедры «Системный
анализ и управление»
Московского авиационного
института (националь-
ного исследовательского
университета)

Основной причиной дорожно-транспортных происшествий в сфере грузовых автомобильных перевозок является человеческий фактор. В этой связи целесообразным представляется разработка, обоснование и принятие ряда дополнительных профилактических мер по безопасности при эксплуатации грузового автотранспорта.

Обеспечение безопасности дорожного движения (БДД) заключается в создании условий, препятствующих возникновению таких негативных событий, как дорожно-транспортные происшествия (ДТП), и способствующих снижению тяжести их последствий.

Безопасная дорожно-транспортная ситуация — это положение и скорость транспортных средств (ТС), при которых не возникает угроз участникам движения. Опасная — это положение и скорость ТС, при которых в результате неправильных действий одного из участников движения возникает реальная угроза возникновения ДТП, но при этом существует возможность его предотвращения [1].

Статистика и аналитика

Аварийность с участием грузовых транспортных средств, в частности, на территории Московской обл., в среднем составляет 23 % от общей аварийности [2]. Из них в среднем в 55 % случаев аварии происходят по вине самих водителей грузовиков, а в 5 % случаев наблюдаются наезды на стоящие грузовые автомобили. Таким образом, доля аварий по вине водителей грузовиков в общей аварийности на территории области составляет в среднем 12 %, что довольно много. Учитывая то, что аварийность с участием грузовиков характеризуется высокой тяжестью последствий [1, 3, 4], можно сделать вывод о необходимости дополнительных мер профилактики аварийности по вине водителей транспортных средств.

Структуру использования грузовых ТС на улично-дорожной сети (УДС) Московской обл. можно условно представить

следующим образом: межрегиональные перевозки (так называемый дальнбой); местная доставка грузов, в том числе песка, дров, навоза и т. п. («пескачи»). Поэтому для исследования целесообразно разделить аварийность по вине водителей грузовых транспортных средств, находящихся в собственности физических лиц, индивидуальных предпринимателей (ИП) и юридических лиц.

Аварийность по вине водителей ТС, находящихся в собственности физических лиц, составляет в среднем 45 % от числа ДТП с участием грузовых транспортных средств, находящихся в собственности физических лиц и 36 % от аварийности по вине водителей всех грузовых ТС.

В структуре аварийности преобладают столкновения (67 %), наезды на пешеходов (15 %) и на стоящие ТС (9 %). В среднем 30 % ДТП происходило на федеральных автодорогах, 44 % — региональных и 27 % — на УДС населенных пунктов. В структуре грузовых транспортных средств, участвовавших в ДТП, преобладают фургоны (43 %), самосвалы (19 %), бортовые грузовики (15 %). В среднем 30 % дорожно-транспортных происшествий происходило в зонах перекрестков и выездов с прилегающих территорий, 10 % — на пешеходных переходах.

Среди основных нарушений правил дорожного движения (ПДД) преобладают: несоответствие скорости конкретным дорожным условиям (30 %), неправильный выбор дистанции (26 %), несоблюдение очередности проезда (10 %).

Среди сопутствующих нарушений преобладают связанные с отвлеченным состоянием водителя (нарушения режима труда и отдыха, пользование телефоном, громкое

воспроизведение музыки, управление автомобилем в утомленном состоянии, сон за рулем и т. п.) — 12%, алкогольное или наркотическое опьянение — 6% и техническое состояние ТС — 5%. Среди водительского состава 70% являются гражданами РФ, из них примерно половина — жители Москвы и Московской обл.

По возрасту водителей преобладает группа 50–59 лет (26%), затем 40–49 лет (22%), 30–39 лет (20%) и 20–29 лет (19%). По водительскому стажу лидирует группа 20–29 лет (24%), далее 10–19 лет (23%), затем 30–39 лет (20%).

Можно сделать вывод о том, что основной причиной ДТП по вине водителей грузовых ТС, принадлежащих физическим лицам, является пренебрежение основными требованиями ПДД, чаще всего в зонах пересечений.

Аварийность по вине водителей грузовых ТС, находящихся в собственности ИП, составляет в среднем 46% от числа ДТП с участием грузовых ТС, находящихся в собственности ИП, и 17% от аварийности по вине водителей всех грузовых ТС.

В структуре аварийности преобладают столкновения (60%), наезды на пешеходов (15%) и на стоящие ТС (12%). В среднем 60% ДТП происходило на федеральных автодорогах (из них треть на автомагистралях), 27% — на региональных автодорогах и 13% — на УДС населенных пунктов.

В структуре грузовых транспортных средств преобладают седельные тягачи (41%), фургоны (26%), рефрижераторы (15%), бортовые грузовики (10%). В среднем 18% ДТП происходило в зонах перекрестков и выездов с прилегающих территорий, 12% — на пешеходных переходах.

Среди основных нарушений ПДД преобладают: неправильный выбор дистанции (35%), несоответствие скорости конкретным дорожным условиям (21%) и несоблюдение очередности проезда (11%). Среди сопутствующих нарушений преобладают связанные с отвлеченным состоянием водителя (30%) и техническое состояние ТС (8%).

86% водителей являются гражданами РФ, из них 34% — жители центральной полосы, 22% — Москвы и Московской обл. Среди водителей преобладает возрастная группа 30–39 лет (38%), далее 20–29 лет (20%), затем 50–59 лет (20%) и 40–49 лет (18%). По водительскому стажу лидирует группа 10–19 лет (26%), далее 20–29 и 30–39 лет (по 20%) и 5–9 лет (13%).

Можно сделать вывод о том, что основными причинами ДТП по вине водителей

грузовых ТС, принадлежащих индивидуальным предпринимателям, является пренебрежение основными требованиями ПДД, в частности, в зонах пересечений, а также эксплуатационными требованиями, касающимися соблюдения режима труда и отдыха.

Аварийность по вине водителей грузовых ТС, находящихся в собственности юридических лиц, составляет в среднем 57% от числа ДТП с участием грузовых ТС, находящихся в собственности юридических лиц и 41% от аварийности по вине водителей всех грузовых ТС.

В структуре аварийности преобладают столкновения (67%), наезды на стоящие ТС (18%) и пешеходов (14%). В среднем 70% ДТП происходило на федеральных автодорогах (из них в 35% на автомагистралях), 23% — на региональных автодорогах и 13% — на УДС населенных пунктов.

В структуре грузовых ТС преобладают седельные тягачи (45%), рефрижераторы (18%), бортовые грузовики (14%), фургоны (12%).

В среднем 24% ДТП происходило в зонах перекрестков и выездов с прилегающих территорий, 9% — на пешеходных переходах. Среди основных нарушений ПДД преобладают неправильный выбор дистанции (38%), несоответствие скорости конкретным дорожным условиям (25%), несоблюдение очередности проезда (10%) и выезд на полосу встречного движения (6%). Среди сопутствующих нарушений ПДД преобладают связанные с отвлеченным состоянием водителя (25%), алкогольное или наркотическое опьянение (5%) и техническое состояние транспортных средств (3%).

Водители в 84% являются гражданами РФ, из них 30% — жители Москвы и Московской области, остальные — других субъектов РФ. По возрасту преобладают группы 40–49 лет и 50–59 лет (по 30%), далее 30–39 лет (14%), затем 20–29 лет (13%) и 60–69 лет (9%). По водительскому стажу лидирует группа 20–29 лет (30%), далее 30–39 лет (23%), затем 10–19 лет (19%) и 5–9 лет (9%).

Следует констатировать, что основными причинами ДТП по вине водителей грузовых ТС, принадлежащих юридическим лицам, также является пренебрежение основными и эксплуатационными требованиями ПДД.

В целом, главной причиной возникновения ДТП является человеческий фактор, что подтверждается исследованиями многих авторов, как отечественных, так и зарубежных [3–5].

Предлагаемые меры

Проведенный анализ структуры аварийности по вине водителей грузового автотранспорта позволил сформулировать основные направления профилактических мер в рассматриваемой сфере: обеспечение безусловного соблюдения водителями грузовиков основных и эксплуатационных требований ПДД; минимизация возможных пересечений движения грузового и остальных типов автомобильного транспорта.

В целях обеспечения безопасности движения на УДС Московской обл. используются математические регрессионные модели, с помощью которых разрабатываются мероприятия по профилактике аварийности и определяется их прогнозная эффективность.

Мероприятия представляют собой в основном инженерно-технические решения следующего вида:

- искусственное освещение проезжей части;
- создание разделительных полос;
- устройство барьерных пешеходных ограждений;
- создание тротуаров, пешеходных дорожек;
- светофорное регулирование перекрестков, примыканий, наземных пешеходных переходов;
- внедрение надземных и подземных пешеходных переходов взамен наземных;
- создание дополнительных полос для движения (включая переходно-скоростные);
- оборудование остановок общественного транспорта заездными карманами;
- предотвращение расширения границ населенных пунктов вдоль проезжих частей;
- упорядочивание установки вдоль дорог рекламных конструкций;
- упорядочивание создания объектов придорожной торговли и автозаправочных станций, расположенных как с соблюдением, так и с нарушениями правил обустройства;
- выставление нарядов дорожно-патрульной службы (ДПС), установка средств автоматической фиксации нарушений ПДД;
- административная ответственность за нарушение ПДД, в том числе временное «поражение в правах» нарушителя.

На данный момент методика создания многофакторных регрессионных моделей аварийности успешно применена для

прогнозирования аварийности: на автомобильных дорогах федерального значения М-7 «Волга», М-5 «Урал», М-4 «Дон», М-6 «Каспий», М-2 «Крым», М-9 «Украина», М-1 «Беларусь», М-10 «Россия»; на автомобильных дорогах регионального значения «Каширское шоссе», «Щелково — Фряново», «Егорьевск — Тума — Касимов», «Москва — Волоколамск», «Сергиев Посад — Калязин — Рыбинск — Череповец», «Можайское шоссе»; для улиц городов Балашиха, Волоколамск, Дмитров, Истра, Коломна, Красногорск, Клин, Люберцы, Луховицы, Можайск, Мытищи, Одинцово, Орехово-Зуево, Подольск, Реутов, Сергиев Посад, Солнечногорск, Химки.

Все рассчитанные математические многофакторные регрессионные модели аварийности являются статистически значимыми, на их основе можно осуществлять прогнозирование и принимать необходимые управленческие решения. Подробно методика создания математических моделей, разработка на их основе профилактических мер, расчет их прогнозной эффективности и сравнение прогнозных значений с достигнутыми фактическими значениями рассмотрены в работах [6, 7].

Разработанные инженерно-технические решения относятся ко всем видам автотранспорта, участвующим в дорожном движении, без выделения индивидуального применения. Учитывая высокую тяжесть последствий и общественный резонанс ДТП по вине водителей грузового автотранспорта, видится необходимость во внедрении дополнительных мер профилактики аварийности среди водителей грузовиков.

Самым распространенным инструментом может являться увеличение размера административной ответственности в рублях. Но для водителя грузовика, у которого финансовый доход напрямую зависит от количества рейсов, а также учитывая современные технические возможности быстрой оплаты штрафа, видится большая польза от внедрения какого-то механизма символического временного «поражения в правах» водителя грузовика. То есть целесообразно внедрить некоторый аналог существовавшей до 2005 г. практики задержания водительского удостоверения до уплаты штрафа. Например, после зафиксированного нарушения водителем грузовика происходит его остановка инспектором ДПС, и вместе с получением квитанции о штрафе водитель принудительно отправляется на медицинский осмотр, где

ему измеряют давление и температуру, проведут визуальный осмотр и т. п. Также дадут изучить соответствующую пропагандистскую литературу. Весь процесс должен занять хотя бы час. И делать это следует постоянно после каждого нарушения ПДД в процессе движения.

Главная цель такого мероприятия заключается в том, чтобы водитель понимал, что возможное совершенное им нарушение ПДД может обернуться для него существенной потерей рабочего времени. Также это позволит дополнительно выявить водителей, управляющих грузовым транспортом в утомленном состоянии. Для этого потребуются создание сети пунктов медицинского осмотра, в том числе передвижных, а также обеспечение быстрой передачи информации от комплексов автоматической фиксации до нарядов ДПС, и, соответственно, расположение их вблизи таких пунктов.

Расчеты по созданным ранее математическим моделям показали, что проведение подобного рода мероприятий может предотвратить до 40 % ДТП. А в сочетании с увеличением размера штрафа в два раза — до 60%. Рассчитанные ранее регрессионные модели делались для различных автодорог, аварийность на которых сильно различалась (на одних 10 ДТП в год, на других — 150). Поэтому указывать количественные оценки прогнозной эффективности таких мер было бы некорректно [6, 7].

Для обеспечения безусловного соблюдения водителями-дальнобойщиками эксплуатационных требований ПДД основным инструментом может являться остановка грузовика инспектором ДПС, визуальное определение утомленного состояния водителя (или по показаниям тахографа), отстранение от управления и принудительное направление на площадку отдыха. Сложность состоит в том, что это может быть реализовано только после создания сети оборудованных площадок отдыха и обеспечения расположения вблизи них нарядов ДПС.

В целях минимизации возможных пересечений движения грузового и остальных типов автотранспорта следует использовать канализирование движения грузовиков [1, 5]. Это может быть выражено в виде запрета для движения на определенных участках УДС и принудительного направления грузового автотранспорта для дальнейшего движения либо по выделенным полосам (желательно с барьерными ограждениями), либо по многополосным автодорогам, либо в обход населенных пунктов и т. п.

Таким образом, предлагаемый набор дополнительных профилактических мероприятий способен минимизировать число ДТП как с участием, так и по вине водителей грузового автотранспорта.

Самое главное заключается в том, что контроль за фактической эксплуатацией грузового автотранспорта является общественной задачей, и в систему его обеспечения должны быть включены не только ДПС и транспортная инспекция, но и администрации субъектов Федерации, муниципальных образований, общественные организации и т. п. ■

Источники

1. Лукьянов В. В. Безопасность дорожного движения. М.: Транспорт, 2008. 106 с.
2. Статистические данные о дорожно-транспортной аварийности на территории Московской области за 2019–23 гг. М.: УГИБДД ГУ МВД России по Московской области, 2013; 2019.
3. Семененко Г. М., Базулина А. А., Четверуш А. Н., Кокарева Е. В. Предупреждение дорожно-транспортных происшествий с участием транспортных средств, осуществляющих грузовые перевозки: проблемы и пути противодействия // Вестник Волгоградской академии МВД России. 2022. № 3 (62). С. 29–36.
4. Махмудов А., Нишинов Ф., Ахмадалиев Х., Тешабоев Р. Безопасность транспортного процесса и условия эксплуатации грузовых автомобилей // Экономика и социум. 2023. № 3–2 (106). С. 551–560.
5. Крулев Г. И. Безопасность движения и техника безопасности на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 2015. 168 с.
6. Кузнецов В. В., Горбатенко Д. С., Портанников О. М. Математическое моделирование как основа разработки программ мероприятий по повышению безопасности движения на улично-дорожной сети. М.: Безопасность дорожного движения: сборник научных трудов ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2019. № 18. С. 110–114.
7. Кузнецов В. В., Горбатенко Д. С., Портанников О. М. Адекватность применения методики математического моделирования в целях разработки программ, направленных на повышение уровня безопасности движения на региональных автодорогах на территории Московской области // Вестник Воронежского института МВД России. 2018. № 4. С. 64–70.

Оценка динамизма железнодорожного транспорта: ретроспективный анализ в свете современности



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

В преддверии 200-летия железных дорог актуально обратиться к знаковым страницам экономической истории отрасли с позиции современной экономической теории.

Одной из таких страниц является период конца XIX — начала XX вв. Хотя еще продолжалась первая фаза эволюционного развития железнодорожного транспорта, для которой было «характерно прежде всего экстенсивное развитие отрасли» [1, с. 130], в мире уже была создана масштабная железнодорожная сеть, охватывавшая все обитаемые континенты [2]. Происходило активное внедрение улучшающих инноваций [3], обуславливавших интенсификацию работы железных дорог, повышение их эксплуатационных и экономических показателей. Знаменателен этот период и для мировой экономики: он «стал решающим периодом индустриального развития на базе большой волны научно-технического прогресса» [4, с. 7]. Активно модернизировалась экономика России [5, 6], где был совершен «большой экономический рывок» [7], ключевым фактором которого стало развитие железных дорог [8].

Интересной научной задачей является рассмотрение для этого исторического периода сравнительных характеристик развития крупнейших железнодорожных систем с позиций динамизма, который нобелевский лауреат Эдмунд Фелпс определил как желание и способность (склонность) к инновациям, характеристикой чего для конкретной экономики является соотношение уровня ее производительности с уровнем производительности зарубежных экономик [9]. При этом, по мнению Фелпса, ни достижение высокого уровня производительности без дальнейшего ее роста, ни высокие темпы роста при крайне низком уровне производительности не позволяют охарактеризовать экономическую систему как динамичную. Характеристикой динамизма

является высокий и при этом растущий уровень производительности.

С учетом специфики используемых на железнодорожном транспорте производственных ресурсов для данных систем необходимо оценивать производительность труда, инфраструктуры и подвижного состава [10, 11]. Так как интегрированной ресурсной единицей железнодорожного транспорта является поезд [12], важно также охарактеризовать и производительность поезда [13].

Данные статистических сборников министерства путей сообщения [14–16] позволяют выполнить такую оценку для четырех крупнейших в рассматриваемый период (по протяженности сети) железнодорожных систем Европы (Германии, Европейской России, Франции, Австро-Венгрии) и крупнейшей железнодорожной системы мира (США) [17].

Деление сети российских железных дорог на европейскую и азиатскую было принято как в статистике, так и в исследовательских работах [17, 18]. Это обусловлено не только чисто географически, но и имело производственно-экономические основания. Если в европейской части страны к концу XIX в. была создана значительная по протяженности и интенсивно эксплуатируемая сеть железных дорог, то в азиатской «эту сеть едва начали вводить в эксплуатацию» [18, с. 113], и показатели их работы первоначально кардинально отличались. Поэтому использование для сопоставления с показателями крупнейших зарубежных железнодорожных сетей данных по железным дорогам Европейской России в указанный период является релевантным.

Исходя из задач исследования и имеющейся статистической информации, показатели производительности желез-

Таблица 1. Сопоставление уровня и динамики производительности инфраструктуры крупнейших железнодорожных систем (1895–1910), %

Годы	Европейская Россия	Австро-Венгрия	Германия	Франция	США
1895	56	41	58	45	36
1900	71	43	74	51*	54
1905	69	45	81	55	58
1910	88	52	100	65	72

*Данные за 1899 г.

Таблица 2. Сопоставление уровня и динамики производительности локомотивов крупнейших железнодорожных систем (1895–1910), %

Годы	Европейская Россия	Австро-Венгрия	Германия	Франция	США
1895	52	41	35	34	62
1900	60	41	41	40*	95
1905	49	41	42	41	89
1910	60	44	46	44	100

Таблица 3. Сопоставление уровня и динамики производительности поездов крупнейших железнодорожных систем (1895–1910), %

Годы	Европейская Россия	Австро-Венгрия	Германия	Франция	США
1895	76	56	51	40	60
1900	81	54	53	42*	87
1905	79	54	52	45	89
1910	98	55	60	48	100

Таблица 4. Сопоставление уровня и динамики производительности труда крупнейших железнодорожных систем (1895–1910), %

Годы	Европейская Россия	Австро-Венгрия	Германия	Франция	США
1895	34	32	36	39	80
1900	38	32	41	43*	100
1905	33	33	44	47	89
1910	43	34	51	47	98

нодорожных систем могут быть оценены следующим образом:

- производительность инфраструктуры — как приведенная густота перевозок (измеряемая в приведенных пудо-верстах приведенная работа на одну версту пути);
- производительность локомотива — как приведенная работа (измеряемая в приведенных пудо-верстах), приходящаяся на 1 локомотив;
- производительность поезда — как приведенная работа, приходящаяся на одну поезд-версту;
- производительность труда — как приведенная работа, приходящаяся на одного работника.

При определении приведенной работы 1 пассажиро-верста приравнивается

к 50 пудо-верстам, как это было принято в железнодорожной статистике в рассматриваемый период.

Чтобы наглядно отразить как соотношения уровней производительности железнодорожных систем, так и их динамику, по каждому показателю максимальное значение в рассматриваемый период принято за 100 %, а все остальные показаны в соотношении с ним (табл. 1–4). Как видно из таблиц, уровень показателей производительности большинства крупнейших железнодорожных систем (за исключением Австро-Венгрии) динамично рос, хотя и не всегда устойчиво.

На основании приведенных данных определена общая динамика изменений каждого показателя по рассматриваемым железнодорожным системам

и итоговое (за 1910 г.) соотношение с максимальным за рассматриваемый период уровнем (табл. 5), что в совокупности, в соответствии с методологией Э. Фелпса, характеризует уровень динамизма железнодорожной системы. Чтобы количественно отразить одновременно и динамику улучшения каждого показателя, и достигнутую близость к максимальному уровню, в качестве промежуточной характеристики динамизма определена разность между достигнутой динамикой и отставанием в 1910 г. от максимума. Для обобщения характеристик по всем аспектам производительности все используемые показатели усреднены.

Выполненные оценки показывают особенности динамизма отдельных железнодорожных систем. Так, производительность инфраструктуры на железных дорогах Германии и Европейской России была значительно и устойчиво выше, чем в США, в то время как по остальным показателям американские железные дороги в основном лидировали. По уровню производительности локомотива Европейская Россия устойчиво лидировала среди крупнейших железнодорожных систем Европы, хотя в Германии и Франции достигнуто значительное улучшение этого показателя. По производительности поезда Европейская Россия имела неоспоримое лидерство среди крупнейших железнодорожных систем Европы, а в 1895 г. — и всего мира. Производительность труда среди крупнейших железнодорожных систем Европы наиболее динамично росла в Германии, однако и там она была существенно ниже американской.

На основе усредненных показателей выполнена рейтинговая оценка динамизма крупнейших железнодорожных систем на рубеже XIX и XX вв. (табл. 6).

Результаты оценки свидетельствуют о том, что наибольшим динамизмом отличались железнодорожные системы США, Европейской России и Германии. Это обусловлено успешным внедрением технико-технологических и организационно-экономических инноваций.

Высокий динамизм американских железных дорог в рассматриваемый период был связан с тем, что «со второй половины 90-х годов [XIX в.]... железнодорожный транспорт США стал развиваться преимущественно по интенсивному пути на основе внедрения мощных технических средств» [19, с. 52], таких

Таблица 5. Показатели динамизма крупнейших железнодорожных систем (1895–1910), процентные пункты

Показатели		Европейская Россия	Австро-Венгрия	Германия	Франция	США
Производительность инфраструктуры	Динамика за 1895–1910 гг.	32	11	42	20	36
	Отставание в 1910 г. от максимума	12	48	0	35	28
	Разность	20	–37	42	–15	8
Производительность локомотивов	Динамика за 1895–1910 гг.	8	3	11	10	38
	Отставание в 1910 г. от максимума	40	56	54	56	0
	Разность	–32	–53	–43	–46	38
Производительность поездов	Динамика за 1895–1910 гг.	22	–1	9	8	40
	Отставание в 1910 г. от максимума	2	45	40	52	0
	Разность	20	–46	–31	–44	40
Производительность труда	Динамика за 1895–1910 гг.	9	2	15	8	18
	Отставание в 1910 г. от максимума	57	66	49	53	2
	Разность	–48	–64	–34	–45	16
В среднем	Динамика за 1895–1910 гг.	17,75	3,75	19,25	11,5	33
	Отставание в 1910 г. от максимума	27,75	53,75	35,75	49	7,5
	Разность	–10	–50	–16,5	–37,5	25,5

как паровозы с повышенной осевой нагрузкой, большегрузные вагоны, тяжелые рельсы [17, 19]. Успешное динамичное внедрение этих инновационных технических средств базировалось на наличии благоприятной институциональной среды, предпринимательской инициативы и значительных объемов частного капитала [20, 21].

Развитие германских железных дорог происходило в контексте общего высокого динамизма экономики страны, основанного на быстром внедрении новейших научно-технологических достижений [4, 17]. На железных дорогах России во второй половине XIX в. инновационная активность росла [3], и это стало основой их высокого динамизма на рубеже XIX и XX вв.

В путевом хозяйстве осуществлен переход от чугунных рельсов к стальным, использованию более тяжелых рельсов и более совершенных рельсовых скреплений, а также пропитанных шпал [17, 22]. Испытывались и применялись инновационные конструкции подрельсового основания [23]. Благодаря улучшающим инновациям увеличивались мощность локомотивов и нагрузка на ось, совершенствовалось парораспределение, повышалось давление в котле паровозов [24]. Это увеличивало производительность локомотивов и скорость движения поездов, а значит, возрастали все показатели производительности железных дорог.

Повышению всех видов производительности способствовало качественное улучшение парка грузовых вагонов

Таблица 6. Рейтинговая оценка динамизма крупнейших железнодорожных систем (1895–1910)

Показатели	Европейская Россия	Австро-Венгрия	Германия	Франция	США
Рейтинг повышения производительности за период 1895–1910 гг.	III	V	II	IV	I
Рейтинг лидерства по производительности в 1910 г.	II	V	III	IV	I
Рейтинг динамизма за период 1895–1910 гг.	II	V	III	IV	I

на инновационной основе — повышение грузоподъемности и грузоместимости, снижение коэффициента тары [17, 25]. Уже с 1860-х годов началась специализация грузового вагонного парка [17, 22], которая к началу XX в. достигла значимого уровня. Уникальной технологической и институциональной инновацией стала российская система взаимного пользования грузовыми вагонами, формировавшаяся в течение более 20 лет и получившая общесетевое использование начиная с 1889 г. на основе соглашения между железными дорогами [17, 26].

Эта система, обеспечивавшая бесперегрузочное сообщение между всеми железными дорогами сети и эффективное использование грузовых вагонов, находящихся, в том числе, не на своей железной дороге, позволила достичь максимальной удельной производительности грузовых вагонов среди крупнейших железнодорожных систем и способствовала достижению высокой производительности поезда. Сопоставление уровня производительности грузовых вагонов (в расчете на единицу грузоподъемности) крупнейших железнодорожных систем

в 1910 г., %: Европейская Россия — 100; Австро-Венгрия — 78; Германия — 72; Франция — 56; США — 55.

Выполненный анализ позволяет сделать следующие выводы:

Использование положений современной экономической теории для оценки развития железнодорожных систем, в том числе в исторической ретроспективе, весьма продуктивно.

На рубеже XIX–XX вв. развитие большинства крупнейших железнодорожных систем, а значит, и мировой железнодорожной отрасли, характеризовалось высоким динамизмом, обусловленным активным внедрением улучшающих инноваций. При этом российские железные дороги были среди лидеров по уровню динамизма.

Обеспечение динамичного развития железнодорожного транспорта на долгосрочную перспективу должно, в том числе, опираться на исторический опыт. В частности, заслуживает внимания сочетание технико-технологических, организационных и институциональных инноваций как фактор достижения высокого динамизма железнодорожной отрасли. ■

Источники

1. Лapidус Б. М., Мачерет Д. А. Макроэкономический аспект эволюции железнодорожного транспорта // Вопросы экономики. 2011. № 3. С. 124–137.
2. Мачерет Д. А., Валеев Н. А., Кудрявцева А. В. Формирование железнодорожной сети: диффузия эпохальной инновации и экономический рост // Экономическая политика. 2018. Т. 13. № 1. С. 252–279.
3. Измайкова А. В. Экономическая оценка инновационно-ориентированного развития железнодорожного транспорта: дис. ... канд. экон. наук. М., 2016. 182 с.
4. Григорьев Л. М., Морозкина А. К. Успешная неустойчивая индустриализация мира: 1880–1913. М.; СПб.: Нестор-История, 2021. 176 с.
5. Давыдов М. А. Двадцать лет до Великой войны: российская модернизация Витте – Столыпина. СПб.: Алетей, 2016. 1081 с.
6. Давыдов М. А. Модернизация Витте – Столыпина и ее специфика // Вопросы теоретической экономики. 2017. № 1. С. 109–131.
7. Гершенкрон А. Экономическая отсталость в исторической перспективе / пер. с англ. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. 534 с.
8. Мачерет Д. А. Развитие железнодорожной сети и «большой экономический рывок» в России // Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 5 (102). С. 104–112.
9. Phelps E. Mass Flourishing: How Grassroots Innovation Created Jobs, Challenge, and Change. Princeton University Press, Princeton, NJ, 2013, xii + 378 pp.
10. Мачерет Д. А. Производительность – фундаментальная основа экономической эффективности // Экономика железных дорог. 2010. № 7. С. 19–34.
11. Мачерет Д. А. О разработке системы комплексной оценки и повышения производительности использования производственных ресурсов по направлениям (трудовые ресурсы, инфраструктура, подвижной состав, энергоэффективность) // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2010. № 2. С. 3–23.
12. Лapidус Б. М., Мачерет Д. А. Экономика транспортного пространства: методологические основы // Вестник ВНИИЖТ. 2012. № 2. С. 3–10.
13. Мачерет Д. А., Измайкова А. В. Новые показатели для оценки качества и эффективности работы железнодорожного транспорта // Экономика железных дорог. 2015. № 6. С. 30–35.
14. Статистический сборник МПС. Вып. 69. СПб.: Типография МПС, 1902. 308 с.
15. Статистический сборник МПС. Вып. 93. СПб.: Типография МПС, 1909. 410 с.
16. Статистический сборник МПС. Вып. 141. Часть III. Петроград: Типография МПС, 1917. 143 с.
17. Столетие железных дорог. М.: Транспечать, 1925. 261 с.
18. Тери Э. Экономическое преобразование России / пер. с фр. М.: РОССПЭН, 2008. 183 с.
19. Вольфсон Л. Я., Ледовской В. И., Шильников Н. С. Экономика транспорта. М.: Трансжелдориздат, 1941. 688 с.
20. Доббин Ф. Формирование промышленной политики: Соединённые Штаты, Великобритания и Франция в период становления железнодорожной отрасли / пер. с англ. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013. 368 с.
21. 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.
22. Левин Д. Ю. История железнодорожного транспорта. Ростов н/Д: Феникс, 2018. 414 с.
23. Разуваев А. Д. История развития сухопутной транспортной инфраструктуры: техническая база и экономические аспекты. Часть 2 // Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 1 (98). С. 106–112.
24. Лукашев В. И. Научно-технический прогресс и экономическая эффективность транспортного производства (макроэкономическая оценка). М.: Интекст, 2003. 351 с.
25. Шадур Л. А. Развитие отечественного вагонного парка. М.: Транспорт, 1988. 279 с.
26. Сотников Е. А., Левин Д. Ю., Алексеев Г. А. История развития системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте (отечественный и зарубежный опыт). М.: Техинформ, 2007. 237 с.



Общероссийская общественная организация

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА –
В ЦИФРАХ**

Академия включает
48 РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ



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

Центр управления станциями как первый этап железных дорог будущего



В. В. Дмитриев,
начальник
Куйбышевской
железной дороги —
филиала ОАО «РЖД»

Одним из противоречий развития транспортной отрасли России является высокая неоднородность технико-технологического развития. Внедрение инновационных технологий на одних направлениях сопровождается сохранением ручного труда в рутинных, легко автоматизируемых процессах на других. Устранить данное противоречие можно комплексными системными решениями, включающими разработку и внедрение инноваций.

Председатель правительства М. В. Мишустин в рамках форума «Транспортная неделя» отметил ключевые задачи, требующие первоочередного решения [1]: наращивание провозной способности основных транспортно-логистических коридоров, повышение возможностей для мобильности населения, обеспечение технологического суверенитета при разработке и внедрении новых технологий и др. Реализация поставленных задач возможна за счет разработки технико-технологических решений на основе интеграции новых технологий, позволяющих обеспечить повышение показателей эффективности работы, сокращение рисков и снижение издержек. На Куйбышевской железной дороге имеется опыт разработки таких решений на базе региональной инновационной экосистемы, включающей инновационную площадку, вузы, проектные организации, субъекты предпринимательства.

Несмотря на бурное развитие новых технологий шестого технологического уклада, большая доля технологических операций в транспортной отрасли остается консервативной, в том числе система управления процессами перевозок.

В рамках настоящего исследования предпринята попытка повышения эффективности управления железнодорожными станциями. Задача представляет собой локальную интеграцию функций контроля и управления и строится на основе известных технико-технологических разработок. Ее решение представляется как этап построения цифровой железной дороги, в которой максимальное количество функций и операций будет автоматизировано.

В целом процесс построения такой железной дороги будущего можно представить в виде нескольких этапов: интеграция функций контроля и управления, автоматизация процессов, внедрение в систему управления решений на основе искусственного интеллекта.

Целью настоящего исследования является разработка модели и технологических решений для удаленного управления железнодорожными станциями. Для ее достижения поставлены и решены следующие задачи: определены основные факторы развития систем управления станциями, и предложена модель удаленного управления ими; разработана усовершенствованная технология организации перевозочного процесса на основе удаленного управления станциями; реализован пилотный проект «Центр управления станциями».

Методологической основой исследования являются математическое моделирование, теория автоматического управления, факторный анализ и синтез. При проведении исследования изучены публикации, посвященные вопросам цифровизации транспортной отрасли [2–9]. Автор также опирался на результаты научных исследований, посвященных разработке и внедрению интеллектуальных систем управления на железнодорожном транспорте [10–14], и опыт исследователей, специализирующихся на системах управления железнодорожными станциями [15–31].

Анализ факторов развития систем управления

К началу XXI в. системы управления работой железнодорожного транспорта прошли значительный путь эволюции от

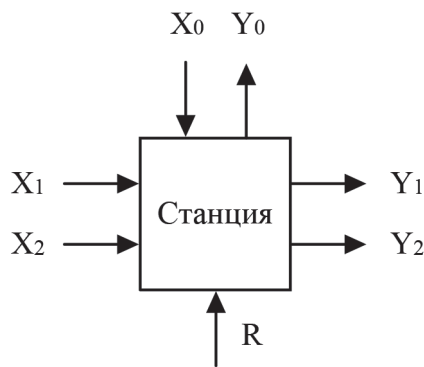


Рис. 1. Модель работы станции

ручных способов сигнализации и управления до автоматизированных и автоматических систем. При этом невозможно не отметить процесс цифровизации всей транспортной отрасли РФ. В его рамках сквозные цифровые технологии (преимущественно искусственный интеллект и большие данные), хорошо зарекомендовавшие себя в других сферах, находят свое применение и на транспорте.

В то же время большинство систем управления работой железнодорожного транспорта использует технологии второй половины XX в. Скорость цифровизации неодинакова в разных видах деятельности. Наибольший прогресс наблюдается в IT-блоке, области взаимодействия с пользователями транспортных услуг, логистике и системах диагностики инфраструктуры. Рассмотрим основные факторы развития систем управления железнодорожными станциями.

Фактор цифровизации. Цифровизация (процесс внедрения цифровых технологий) позволяет обеспечить сокращение прямых и косвенных затрат в цепочке создания транспортной услуги. Она позволяет получить новые эффекты, например, прогноз развития процессов и предиктивную аналитику. Системы управления процессами перевозок генерируют во время работы значительное количество информации, которую можно использовать в алгоритмах управления.

Социальный фактор. Относится к ESG-принципам, обуславливает необходимость учета последствий вытеснения низкоквалифицированных профессий в процессе автоматизации трудовых действий работников. Встречный процесс появления новых высокотехнологичных должностей, как правило, не может компенсировать сокращение рабочих мест, поэтому следует заранее определять объем вытесняемых должностей и купировать риски для социально незащищенных работников.

Фактор безопасности. Железнодорожный транспорт относится к объектам повышенной опасности и, как следствие, все новые технические и технологические решения должны рассматриваться с позиции безопасности.

Системный фактор. Системы управления железнодорожным транспортом относятся к сложным системам, все части которых находятся во взаимодействии друг с другом. Новые технические и технологические решения должны рассматриваться с позиции того, как они влияют на другие, в том числе смежные, системы. Например, процесс автоматизации системы управления станциями невозможно реализовывать без технического перевооружения подпроцессов: связи между машинистами маневрового подвижного состава и диспетчерами, технического перевооружения рабочего места диспетчера и т. д.

Экономический фактор. Любые инновации должны рассматриваться с позиции экономической эффективности и влияния на бизнес-процессы. Сами эффекты при этом могут быть различными: экономическими, социальными, техническими, технологическими, репутационными и др.

Экологический фактор. Фактор также относится к ESG-принципам и обуславливает необходимость учета последствий принимаемых решений от внедрения новых технологий в части воздействия

на человека и окружающую среду. Следует подчеркнуть, что железнодорожный транспорт сам по себе является экологичным: преобладающее количество грузовых перевозок осуществляется на электрической тяге, электромагнитное воздействие систем энергообеспечения перевозочного процесса на человека минимальное.

Учет описанных факторов в процессе разработки и внедрения инноваций в системы управления железнодорожным транспортом позволит обеспечить их эффективность и купировать риск снижения технико-технологических, экономических и эксплуатационных показателей работы.

Модель удаленного управления группой станций

Опишем модель удаленного управления группой последовательно-расположенных станций. Работа дежурного по станции может быть представлена как система управления объектом, где X — входные потоки данных, Y — выходные, R — ресурсы. Входные и выходные потоки в общем виде могут быть разбиты на четное и нечетное направление, а также на выгрузку и погрузку на самой станции, обозначаются «2», «1» и «0» соответственно. С учетом этого, математическая модель управления одной станцией представлена на рис. 1 и описана функционалами:

$$y = f(x, R, t), \tag{1}$$

$$y_1 + y_2 + y_0 = f(x_1 + x_2 + x_0, R, t), \tag{2}$$

Эффективность работы дежурного по станции будет определяться по критерию минимума ресурсов R и времени выполнения технологических операций t . Группа станций описывается аналогично. При этом можно составить систему уравнений, где первая система будет описывать работу станций, вторая — примыкающие перегоны.

Понятно, что выходные потоки для одной станции будут равны входным для другой (последующей) со сдвигом по вре-

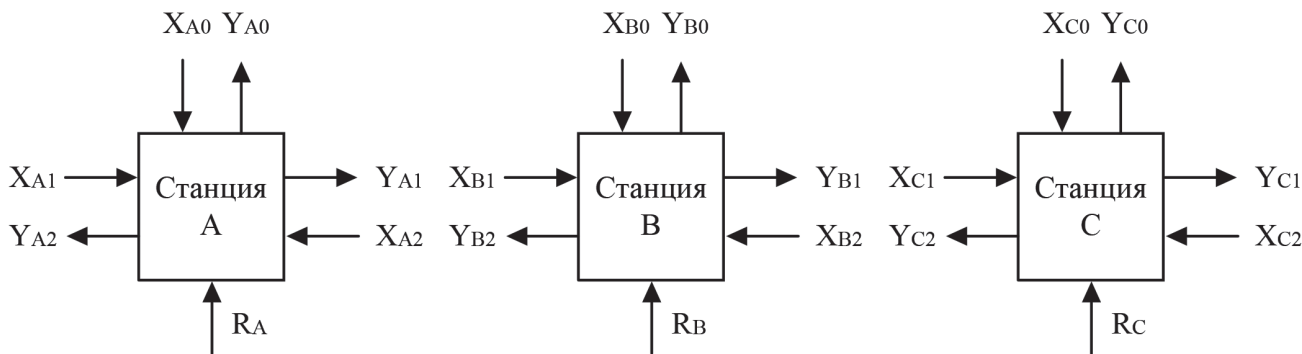


Рис. 2. Модель работы группы станций

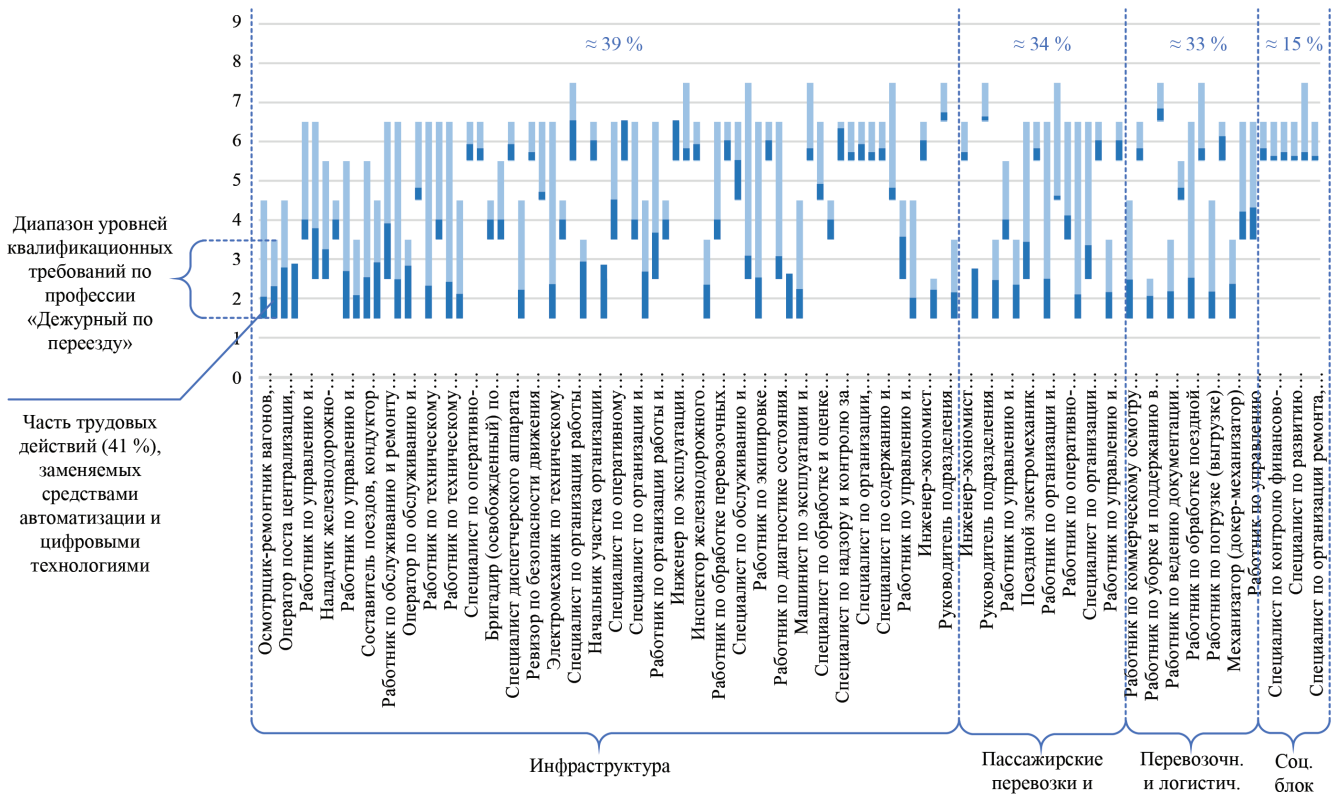


Рис. 3. Замещение трудовых функций работников железнодорожного транспорта за счет автоматизации и внедрения новых технологий

мени. С учетом этого, математическая модель управления группой из трех станций представлена на рис. 2 и описана выражениями:

$$\begin{cases} y_{A1} + y_{A2} + y_{A0} = f(x_{A1} + x_{A2} + x_{A0}, R_A, t) \\ y_{B1} + y_{B2} + y_{B0} = f(x_{B1} + x_{B2} + x_{B0}, R_B, t); R = R_A + R_B + R_C; R, t \rightarrow (3) \\ y_{C1} + y_{C2} + y_{C0} = f(x_{C1} + x_{C2} + x_{C0}, R_C, t), \\ \min \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_{B1} = f(y_{A1}, t) \\ x_{C1} = f(y_{B1}, t) \\ x_{A2} = f(y_{B2}, t) \\ x_{B2} = f(y_{C2}, t) \end{cases} \quad (4)$$

Выражения (3) и (4) содержат функцию времени и могут быть представлены в интегральном виде. Замена ресурсного обеспечения как единого потока в системе функционалов (3) и (4) коэффициентом K_R позволит перейти к аналитическим выражениям в интегральной форме:

$$\begin{cases} \int_{t_1}^{t_2} Y_A dt = \int_{t_1}^{t_2} X_A K_R dt \\ \int_{t_1}^{t_2} Y_B dt = \int_{t_1}^{t_2} X_B K_R dt. \\ \int_{t_1}^{t_2} Y_C dt = \int_{t_1}^{t_2} X_C K_R dt \end{cases} \quad (5)$$

Тогда для центра удаленного управления группой станций выражение (5) примет вид:

$$\int_{t_1}^{t_2} Y dt = \int_{t_1}^{t_2} X K_R dt. \quad (6)$$

Представленные выражения являются основой модели удаленного управления работой группы станций. Построение интеллектуальной системы, позволяющей автоматизировать трудовые действия дежурного, представляет собой задачу оптимизации по критерию при допустимых уровнях риска и других критериальных показателях. Одним из базовых критериев является безусловная безопасность перевозочного процесса.

В текущей парадигме управления станциями основой является фактическое нахождение дежурного по станции на объекте управления в непосредственной близости к инфраструктуре.

Удаленно поездным диспетчером выполняются только базовые действия, связанные с пропуском транзитного вагонопотока.

Новизна предлагаемого подхода состоит в передаче всех функций, связанных с организацией работы станции, в удаленный центр управления, в том числе и в большинстве «нестандартных» ситуаций, ранее требовавших вызов дежурного работника на объект. Итогом исследования является набор функциональных выражений, позволяющих сформировать техническое задание для алгоритма автоматической организации перевозочного процесса — прообраз центра интеллектуального управления железнодорожными станциями. Так, выражение (3) содержит критерий оптимизации модели управления. Это минимум издержек при сокращении времени обработки поездов.

Выводом из проведенного исследования является независимость сложности модели от размеров моделируемого участка. Выражения (1)–(6) подтверждают наличие возможности практически неограниченного масштабирования модели на группу участков. Естественным ограничением является лишь производительность вычислительной машины и размеры экрана для отображения текущей ситуации.

Совершенствование технологии организации перевозочного процесса на основе удаленного управления станциями

Совершенствование технологии организации перевозочного процесса реализуется посредством интеграции трудовых действий группы работников — дежурных малодеятельных станций. Функциональные обязанности работников делятся на четыре категории: рутинные ручные, рутинные когнитивные, нерутинные ручные, нерутинные когнитивные. Первые две категории могут быть автоматизированы, причем скорость этого процесса зависит от регламентации труда. Чем качественнее и подробнее описаны трудовые действия,

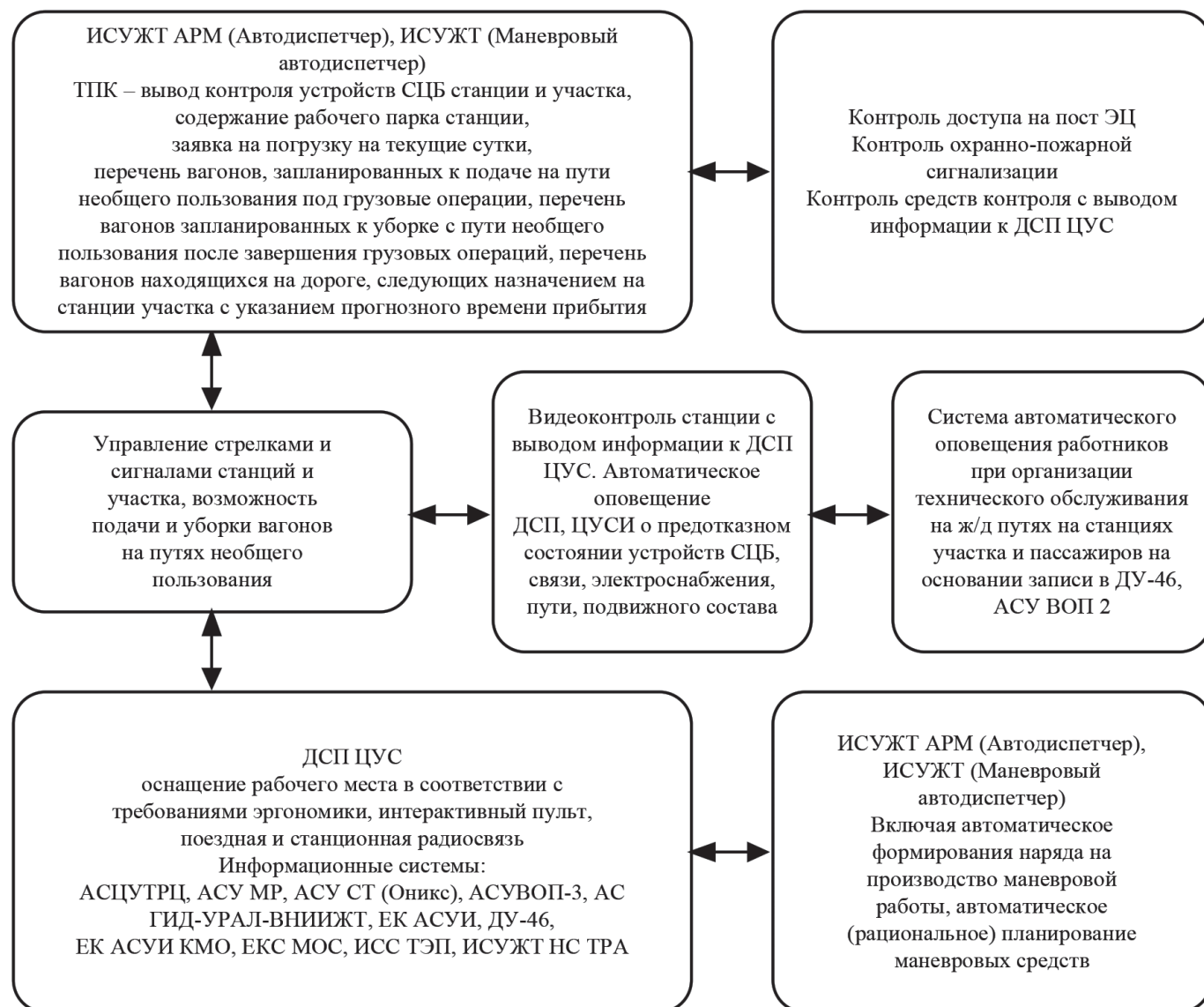


Рис. 4. Промежуточная целевая модель проекта «Центр управления станциями»

ИСУЖТ АРМ (автодиспетчер) – единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте, модули автоматического планирования поездной работы и автоматической установки маршрутов; ИСУЖТ (маневровый автодиспетчер) – единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте, перспективный планируемый модуль автоматизированного планирования маневровой работы и установки маневровых маршрутов; ТПК – табло коллективного пользования; ДСП ЦУС – дежурный по станции, осуществляющий удаленное управление группой станций на удаленном участке; ЦУСИ – центр управления содержанием инфраструктуры; АСУ ВОП-3 – автоматизированная система выдачи и отмены предупреждений; АС ЦУТР – автоматизированная система Центра управления тяговыми ресурсами; АСУ МР – автоматизированная система управления местной работой (после импортозамещения выводится из эксплуатации с миграцией функционала в подсистему управления эксплуатационной работой на базе Единой модели перевозочного процесса (ЕМД ПП УЭР); АСУ СТ – автоматизированная система управления станциями, в том числе АСУ СТ (ЦТТ); АС ЭТРАН – автоматизированная система централизованной подготовки и оформления перевозочных документов; ГИД «Урал-ВНИИЖТ» – автоматизированная система ведения и анализа графика исполненного движения; ЕК АСУИ – единая корпоративная автоматизированная система управления инфраструктурой ОАО «РЖД»; ЕК АСУИ ДУ-46 – подсистема формирования электронного журнала осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети; ИСС ТЭП – информационно-справочная система «Табло эксплуатационных показателей»; ИСУЖТ НС ТРА – автоматизированная подсистема ИСУЖТ, в которой производится ведение, согласование и утверждение ТРА станции и формализованных приложений к нему; ЕКС МОС – единая корпоративная система мгновенного обмена сообщениями

алгоритмы и сценарии поведения, тем легче процесс автоматизации.

При этом различные должности на железнодорожном транспорте имеют разное отношение трудовых действий, которые могут быть автоматизированы, к общему объему. В качестве примера на рис. 3 приведена диаграмма, показывающая возможности по автоматизации

и цифровизации трудовых действий в рамках различных должностей. Высота столбцов и их расположение для каждой профессии показывает квалификационные требования.

Чем выше квалификация требуется от работника, тем выше максимальное значение столбца. Чем шире спектр трудовых действий работника, тем больше

высота столбца. Часть трудовых действий, которая может быть автоматизирована, имеет темную окраску. Как видно из рисунка, спектр возможностей по автоматизации трудовых действий большой и в среднем по бизнес-блокам железной дороги составляет: инфраструктура – 39 %, пассажирские перевозки и сервис – 34 %, перевозочный

и логистический бизнес — 33 %, социальный блок — 15 %.

Трудовые действия дежурного по станции описаны профессиональным стандартом «17.026 Специалист по оперативно-диспетчерскому управлению железнодорожными перевозками». Доля трудовых функций, которые могут быть автоматизированы и оцифрованы при текущем уровне развития технологий и их доступности, составляет 40 %.

В рамках исследования разработана технология организации перевозочного процесса, реализуемая на базе центра управления станциями на участке железной дороги. Удаленное управление обеспечивается при помощи систем управления станциями, оборудованными системой микропроцессорной централизации на базе автоматизированного рабочего места (АРМ). АРМ позволяет осуществлять местную работу станций участка при обработке вывозных и передаточных поездов, пригородных поездов, а также обслуживание инфраструктуры с удаленного рабочего места. Предусмотрено ручное и автоматическое ведение документации с соблюдением требований инструкционно-технологических карт, инструкций, требований по установленным формам и других нормативных документов.

Разработанная технология включает: технологию работы с пассажирскими поездами в соответствии с нормативным графиком движения поездов, технологию работы с грузовыми поездами, порядок работы с вагонной и поездной моделью, контроль устранения выявленных замечаний, плановое обслуживание инфраструктуры, организацию внеплановых работ, порядок действий при аварийных и нестандартных ситуациях, порядок выдачи предупреждений.

Пилотный проект «Центр управления станциями» и его технико-экономические показатели

В рамках исследования реализован проект управления железнодорожными станциями на базе единого удаленного от участка центра (рис. 4). Он сокращает рутинную работу дежурного по станции, превращая его в поездного диспетчера. Работник видит всю картину протекающих процессов и может прогнозировать развитие ситуации. Проект позволяет сконцентрировать управлен-

ческие функции и исключить потребность в дополнительных структурах при осуществлении команд. Предложенное технико-технологическое решение оптимизирует работу инфраструктуры в комплексе, обеспечив при этом прозрачность и цифровизацию всех процессов на основе современных технологий.

Работа Центра управления станциями осуществляется следующим образом. ЦУС входит в состав Диспетчерского центра управления перевозками. Телеуправление станциями обеспечивается при помощи системы микропроцессорной централизации (АРМ ДСП ЦУС). АРМ ДСП ЦУС позволяет осуществлять прием, отправку и пропуск поездов, производство маневровой работы на станциях диспетчерского участка, а также обслуживание и ремонт инфраструктуры с удаленного рабочего места, которое находится в здании Диспетчерского центра управления перевозками.

Поездной диспетчер (ДНЦ) совместно с персоналом станций, ДСП ЦУС и сменным работником центрального поста ДЦ обеспечивают контроль исправности и работоспособности средств диспетчерской централизации, АРМ ДСП ЦУС, организует немедленное устранение обнаруженных неисправностей. ЦУС включает в себя два рабочих места, оборудованных АРМ ДСП ЦУС, и место диспетчера поездного диспетчерского участка Инза — Ульяновск — Нурлат, оборудованного системой АРМ ДНЦ.

ДСП ЦУС-1 управляет стрелками и светофорами на участке от станции Дубенки до станции Студенческая (Дубенки, Юловка, Глотовка, Шарлово, Вешкайма, Чуфарово, Майна, Разъезд 844 км, Выры, Охотничья, Анненково).

ДСП ЦУС-2 управляет стрелками и светофорами на участке от станции Заволжский до станции Розовка (Заволжский, Верхняя Терраса, Совхозный, Чердаклы, Уренбаш, Путевой, Бряндино, Рассвет, Обамза, Малыкла, Якушка, Амировка, Кармала, Погрузная, Розовка).

Общее руководство движением поездов и работой диспетчерского участка Инза — Ульяновск — Нурлат осуществляет поездный диспетчер.

Реализация проекта позволяет устранить ряд барьерных функций и обеспечить:

- возможность передачи управления одной или несколькими станциями диспетчерского участка;

- организацию маневровой (станционной) радиосвязи и двусторонней парковой связи станций участка с рабочим местом единого центра;

- блокировку установки маршрутов с учетом установленных дежурным ограничивающих пометок и специализации путей приема;

- выдачу предупреждений при установке маршрута приема, если длина поезда превышает длину приема;

- возможность отправления со станций на закрытые для движения перегоны.

В рамках реализации пилотного проекта на участке сокращено 20 % дежурных по станции, обеспечено повышение технологической эффективности управления движением поездов за счет снижения эксплуатационных расходов. Дополнительные эффекты от внедрения проекта: снижение непроизводительных потерь рабочего времени и поездо-часов в результате автоматизации документооборота, повышение безопасности движения поездов и промышленной безопасности.

Разработка и внедрение в практическую деятельность проекта «Центр управления станциями», позволили в краткосрочной перспективе оптимизировать текущие затраты в размере более 10 млн руб./год.

Дальнейшее развитие проекта связано с внедрением информационной системы управления железнодорожным транспортом, что позволит еще повысить степень автоматизации выполнения операций по управлению перевозками.

Источники

1. Транспортная неделя 2023. Ключевое событие Форума «Транспорт России» было посвящено новой экономике транспорта. URL: <https://2023.transweek.digital/ru> (дата обращения: 03.03.2024).
2. Левин Б. А., Цветков В. Я. Цифровая железная дорога: принципы и технологии // Мир транспорта. 2018. Т. 16. № 3(76). С. 50–61. EDN: XYVKXJ.
3. Меренков А. О. Индустрия 4.0: немецкий опыт развития цифрового транспорта и логистики // Управление. 2017. Т. 5. № 4. С. 17–21. EDN: YOSSVV.
4. Машкина Н. А., Велиев А. Е. Влияние цифровой экономики на развитие транспортной отрасли в мире // ЦИТИСЭ. 2020. № 1(23). С. 290–299. DOI: 10.15350/24097616.2020.1.27. EDN: ADZWXS.

5. Лapidус Б. М. О влиянии цифровизации и Индустрии 4.0 на перспективы развития железнодорожного транспорта // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. 2018. № 1. С. 1–8. EDN: YSLAKR.
6. Кузнецов, А. Л., Кириченко А. В., Щербакова-Слюсаренко В. Н. Направления цифровизации транспортной отрасли // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2018. Т. 10. № 6. С. 1179–1190. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1179-1190. EDN: YYEIUX.
7. Волкова Е. М., Лякина М. А., Стривовская А. В. Проблемы оценки экономических эффектов от использования цифровых технологий в городских транспортных системах // Бюллетень результатов научных исследований. 2019. № 1. С. 59–68. DOI: 10.20295/2223-9987-2019-1-59-68. EDN: ZAPBZ.
8. Романчиков А. М., Гросс В. А., Ефанов Д. В., Васильев А. Ю. Цифровизация железнодорожного транспорта в России // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 6(79). С. 10–13. EDN: YSWXLN.
9. Иванова Н. Цифровизация транспортного комплекса как важнейшее условие формирования современной транспортной инфраструктуры // Транспортное дело России. 2020. № 1. С. 71–75. EDN: AQAJCS.
10. Цветков В. Я., Розенберг И. Н. Интеллектуальные транспортные системы. Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2012. 297 с. EDN: RRECPJ.
11. Левин Б. А., Цветков В. Я. Киберфизические системы в управлении транспортом // Мир транспорта. 2018. Т. 16. № 2(75). С. 138–145. EDN: XSMVVB.
12. Левин Б. А., Розенберг И. Н., Цветков В. Я. Транспортные кибер-физические системы // Наука и технологии железных дорог. 2017. Т. 1. № 3(3). С. 3–15. EDN: ZIBWKD.
13. Левин Б. А., Розенберг И. Н., Цветков В. Я. Транспортные кибер-физические системы // Наука и технологии железных дорог. 2017. Т. 1. № 3(3). С. 3–15. EDN: ZIBWKD.
14. Ададунов С. Е., Гапанович В. А., Лябах Н. Н., Шабельников А. Н. Железнодорожный транспорт: на пути к интеллектуальному управлению. Ростов н/Д: Ростиздат, 2010. 322 с. EDN: NTOJOF.
15. Савицкий А. Г. Построение системы управления технологическим процессом станции // Железнодорожный транспорт. 2020. № 7. С. 14–19. EDN: SKYTHH.
16. Белых А. А., Широкова В. В. Интеллектуализация оперативного управления железнодорожной станцией с использованием нейронных сетей // Научные исследования XXI века. 2020. № 1(3). С. 32–36. EDN: YAEHAV.
17. Рахмангулов А. Н., Корнилов С. Н., Мишуров П. Н., Александрин Д. В. Имитационное моделирование и оперативное управление работой железнодорожной станции // Современные достижения университетских научных школ: Сборник докладов национальной научной школы-конференции, Магнитогорск, 19–20 ноября 2020 г. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, 2020. С. 177–181. EDN: QRWAYZ.
18. Патент № 2738779 С1 Российская Федерация. Способ управления технологическим процессом железнодорожной станции / Б. Л. Бодров, Г. А. Зуев, А. В. Калинин, А. Г. Савицкий. Оpubл. 05.06.2020. EDN: NDJPUB.
19. Белых А. А., Широкова В. В. Оценка влияния искусственного интеллекта на оперативное управление участковой железнодорожной станции // Национальная Ассоциация Ученых. 2020. № 56–1(56). С. 36–41. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.56.229. EDN: JBHBQZ.
20. Патент № 2760966 С1 Российская Федерация. Система управления движением железнодорожного транспорта на станции / П. В. Бармин, Ю. И. Кузнецов. Оpubл. 01.12.2021. EDN: ETNBBI.
21. Патент № 2761670 С1 Российская Федерация. Система управления движением железнодорожного транспорта на станции / П. В. Бармин, Ю. И. Кузнецов. Оpubл. 13.12.2021. EDN: OXGLDP.
22. Сапожников В. В., Сапожников В. В., Ефанов Д. В. Синтез систем управления движением поездов на железнодорожных станциях с исключением опасных отказов. М.: Наука, 2021. 229 с. EDN: KCHOWR.
23. Широкова В. В., Кузьмина Н. А. Использование нейронных сетей в оперативном управлении железнодорожной станцией // Открытые эволюционирующие системы: цифровая трансформация: Материалы шестой международной научно-практической конференции. Посвящается 85-летию образования ДВГУПС, 20-летию Международной научной конференции «Открытые эволюционирующие системы», Хабаровск, 8–9 июня 2022 г. Хабаровск: Изд-во Дальневосточного государственного университета путей сообщения, 2022. С. 36–42. EDN: XCDDEI.
24. Числов О. Н., Луганченко Н. М. Моделирование транспортных конфликтов в интеллектуальных системах управления технологическими процессами припортовых железнодорожных станций // XVI Всероссийская мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2023): материалы мультиконференции, 11–15 сентября 2023 г. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2023. Т. 4. С. 108–111. EDN: KERMHY.
25. Каликина Т. Н., Саутнер Е. И. Интеллектуальное управление работой сортировочной станции // Открытые эволюционирующие системы: цифровая трансформация: Материалы шестой международной научно-практической конференции. Посвящается 85-летию образования ДВГУПС, 20-летию Международной научной конференции «Открытые эволюционирующие системы», 8–9 июня 2022 г. Хабаровск: Изд-во Дальневосточного государственного университета путей сообщения, 2022. С. 87–92. EDN: JBNLLW.
26. Кушпиль И. В. Методы и алгоритмы централизации оперативного управления движением поездов на малодеятельных линиях: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 2020. 168 с. EDN: CMMRGX.
27. Рогов С. А. Интеллектуализация методов и алгоритмов управления технологическими процессами на сортировочных горках: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 2019. 156 с. EDN: EJPCKP.
28. Хижняк М. А. Интеллектуализация управленческих функций дежурного по станции (ДСП): автореф. дис. ... канд. техн. наук. 2021. 170 с. EDN: UJWZUM.
29. Нечай Т. А. Модели и алгоритмы специализированной информационно-вычислительной системы для планирования маневровой работы на промышленном транспорте: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 2020. 150 с. EDN: YLTCCF.
30. Соляник В. В. Экспресс-анализ показателей сменно-суточной работы сортировочной станции на основе имитационного моделирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 2021. 210 с. EDN: MFKNHS.
31. Ермакова А. В. Выбор технологически эффективных периодов маневрового обслуживания путей необщего пользования: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 2022. 229 с. EDN: YWREGF.

Оценка устойчивости высокоскоростного подвижного состава при движении по эстакаде с учетом повышенной пиковой ветровой нагрузки



А. А. Воробьев,
д-р техн. наук,
заведующий кафедрой
наземных транспортно-
технологических
комплексов Петербург-
ского государственного
университета путей
сообщения Императора
Александра I (ПГУПС),



Я. С. Ватулин,
канд. техн. наук,
доцент кафедры
наземных транспортно-
технологических
комплексов ПГУПС,



Э. Ю. Чистяков,
старший преподаватель
кафедры строительных
материалов
и технологий ПГУПС

В рамках создания ВСМ в России необходимо выполнить численное моделирование аэродинамической нагрузки на поезд при его движении на эстакадах, оценить устойчивость подвижного состава при воздействии явления «сноса» и установить предельные значения скоростного режима в зависимости от нагрузки, образующейся при штормовых условиях на прибрежных участках пути.

Современное представление обеспечения надежного железнодорожного движения [1] предполагает передвижение по эстакадам определенной высоты с минимальным воздействием на окружающую среду. Но при этом подвижной состав подвергается воздействию сложного сочетания воздушных потоков, образующихся в результате вымещения и инерционного увлечения воздушных масс движущимся корпусом, а также потоков воздуха бокового направления со стороны открытого пространства водной поверхности. Формирующееся таким образом аэродинамическое нагружение значительно отличается от варианта движения поезда по высокой насыпи.

Аналогичная проблема высокоскоростного движения известна, например, по линии Méditerranée (Франция) на участках в направлении Марселя и Монпелье. При пересечении долины р. Рона (южнее г. Авиньон) поезд TGV Duplex должен двигаться по виадуку высотой 55 м с заявленной скоростью 300 км/ч [2]. Однако в данной местности нередко образуются мощные порывы ветра, способные создавать значительный опрокидывающий момент.

Результаты исследований [3] показывают, что структура возмущенной воздушной среды, образующаяся в непосредственной близости от движущегося поезда, в значительной степени зависит от конфигурации и расположения элементов приближенных сооружений.

Таким образом, данную задачу необходимо рассматривать в обобщенной трехмерной постановке с учетом конфигурации окружающих поверхностей.

Устойчивость подвижного состава к воздействию бокового ветра на специфических участках пути при определенных климатических условиях регламентируется в технических требованиях ЕС по технико-эксплуатационной совместимости (TSI) [4]. Опрокидывающий момент [5], образованный результирующей воздействия ветровой нагрузки, создает обезгрузку колесной пары, что снижает эффективность процесса торможения и создает риск вкатывания колеса на головку рельса [6]. Критерием предельного снижения давления является распределение веса подвижного состава на колесные пары менее 10 % [7].

Сложность решения данной задачи заключается в том, что объект представляет собой многомассовую систему взаимодействующих между собой элементов с системой упруго-диссипативных связей в виде межвагонных связей [8].

Математическая модель

Численное моделирование¹ аэродинамического взаимодействия движущегося подвижного состава с искусственными сооружениями выполнено с использованием метода конечных объемов с помощью

¹ Исследования, выполняемые по данной тематике, проводились в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет-2030».

уравнений Навье — Стокса в векторной форме. Для случая несжимаемой вязкой ньютоновской жидкости они имеют вид:

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \nabla) \vec{V} \right) = \mu \Delta \vec{V} - \nabla P + \vec{f},$$

где ρ — плотность жидкости;

V — скорость жидкости;

μ — кинематическая вязкость;

g — ускорение свободного падения;

P — давление;

f — вектор массовых сил, которые, помимо силы тяжести, могут иметь различную природу (электрические, магнитные и пр.).

С целью построения полей скоростей и давлений в зависимости от положения объекта применен метод frozen rotor (замороженного ротора). Специфика применения метода предполагает задание движения исследуемого объекта по окружности относительно неподвижной приближенной периферии. С целью снижения погрешности расчета необходимо задавать радиус движения достаточно большим. Таким образом, становится возможным рассчитывать распределение скоростей и давлений в зависимости от положения объекта, движущегося по окружности радиуса относительно неподвижного объекта.

Математическое моделирование процесса потери устойчивости подвижного состава выполнено на основе составления и решения дифференциальных уравнений [9], описывающих вынужденные колебания двухмассовой системы, находящейся под воздействием внешних силовых факторов возмущения гармонического характера с ограничением по критерию смещения проекции центра масс вагона под воздействием системы возмущающих подъемных и боковых аэродинамических сил [10].

Для оценки силового воздействия движущихся воздушных масс на подвижной состав необходимо установить механизмы передачи внешних аэродинамических нагрузок с поверхности корпуса подвижного состава на тележку и далее на верхнее строение пути. С этой целью необходимо:

- составить расчетную схему для определения аэродинамического давления на корпус движущегося поезда методом конечных объемов, используя подходы теории упругости;
- определить механизм формирования воздушного сопротивления высокоскоростного состава типа «Сапсан» при его движении по эстакаде определенной высоты в условиях воздействия бокового ветра;

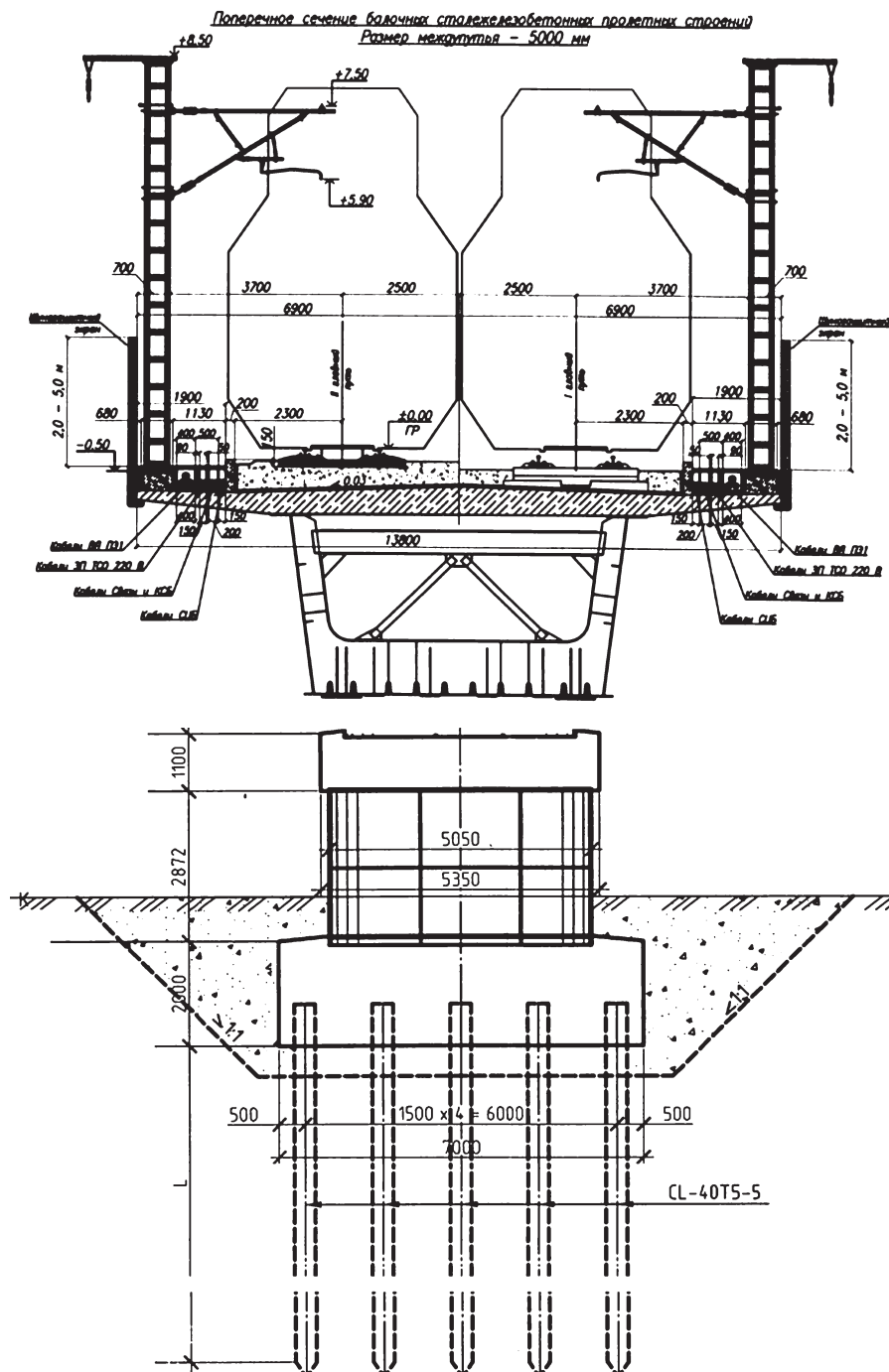


Рис. 1. Габаритные характеристики пролетного строения, опоры эстакады

- определить динамический отклик упруго-податливой подвески подвижного состава на возмущение от аэродинамического воздействия;
- определить усилия в контактных группах «ходовые колеса — головка рельса» при различных скоростях движения состава и скорости бокового ветра.

Исходные данные

Для моделирования боковых потоков воздушных масс приняты условия формирования аэродинамической нагрузки при сильном шторме и урагане (по шкале Бофорта): 12 м/с — 6 баллов,

27 м/с — 10 баллов, 36 м/с — 12 баллов. Расчетным подвижным составом принят высокоскоростной электропоезд на платформе Siemens Velaro, в частности, Velaro RUS (ЭБС2 «Сапсан»). Его основные характеристики: число вагонов — 10 шт., число осей вагона — 4 шт., длина вагона — 24,73 м, длина поезда — 246,27 м, вес поезда — 6412 кН, средняя осевая нагрузка — 26,04 кН/м, высота вагона от уровня головки рельса — 5 м. Принятый уровень головки рельса над земной поверхностью соответствует отметке 4,0 м. Характеристики поглощающего аппарата автосцепного устройства: жесткость

Таблица 1. Значения давления воздушных масс на боковую поверхность корпуса головного вагона с наветренной и подветренной сторон

Скорость поезда, км/ч	Сторона нагружения, Ра	Скорость бокового ветра, м/с		
		12	27	36
200	Наветренная	-6,2	35,1	62,7
200	Подветренная	-128	-387	-653,6
300	Наветренная	-26,9	110,9	123,5
300	Подветренная	-191,2	-403,1	-650,5
400	Наветренная	-103,1	138,5	248,1
400	Подветренная	-319,7	-424	-669,1

пружины — 26,21 МН/м, коэффициент демпфирования — 35 Н·с/мм.

Система подвешивания поезда «Сапсан» двухуровневая. Первичное рессорное подвешивание (колесо — тележка) реализуется одноповодковыми буксами, гидравлическими гасителями вертикальных колебаний и цилиндрическими винтовыми пружинами — 1400 кН/м. Вторичное рессорное подвешивание (тележка — кузов) реализуется при помощи пневмобаллонов, гидравлических гасителей вертикальных и поперечных колебаний и виляния — 670 кН/м. Кроме того, конструкция ходовых устройств поезда оборудована устройством поперечной устойчивости (от раскачивания): первичное — 1100 кН/м, вторичное — 410 кН/м.

Габаритные характеристики пролетного строения и опоры эстакады представлены на рис. 1.

Моделирование аэродинамического нагружения

Аэродинамическое воздействие на корпусные элементы поезда формирует пространственно направленный суммарный вектор движения воздушных масс относительно подвижного состава (рис. 2): в горизонтальной (угол виляния) и вертикальной плоскостях (угол галопирования).

Для движения поезда с постоянной

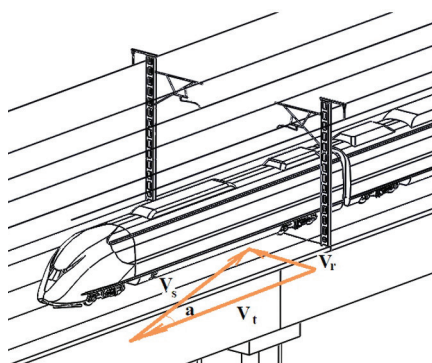


Рис. 2. Схема движения воздушных масс относительно подвижного состава

скоростью и принятой модели устойчивого бокового ветра [11] суммарный вектор аэродинамического воздействия на корпус подвижного состава определяется по формуле

$$V_s = \sqrt{V_t^2 + V_v^2},$$

где V_t — скорость транспортного средства, м/с; V_v — скорость бокового воздушного потока, м/с. Угол виляния: $\tan a = \frac{V_v}{V_t}$.

Установившиеся аэродинамические силы F и моменты M определяются следующим образом:

$$F = 0,5\rho S C_F(a) V_s^2,$$

$$M = 0,5\rho S h C_M(a) V_s^2,$$

где C_F — коэффициент аэродинамической силы; C_M — коэффициент аэродинамического момента; ρ — плотность воздуха, кг/м³; S — контрольная площадь, м²; h — контрольная высота, м.

Для моделирования порывистого бокового ветра применяется методика, изложенная в СП 20.13330.2011 п. 11 «Воздействия ветра». Трасса проходит в двух зонах 4 и 5 по скорости ветра. По давлению ветра — I, II зоны, что соответствует 30,59 кг/м² (п. 11.1.4, табл. 1.1, прил. Ж). Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки на 1 м² наветренной поверхности состава:

$$W_m = W_o K_1 C_x = 48,09 \text{ кг/м}^2,$$

где $W_o = 30,59$ — нормативное давление ветра для зоны II (п. 11.1.4); $K_1 = 1,31$ — коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте местности A (п. 11.15); $C_x = 0,2$ — аэродинамический коэффициент [12].

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки на высоте z следует определять (п. 11.1.8):

$$W_p = W_m K_s N_u = 19,33 \text{ кг/м}^2,$$

где $K_s = 0,67$ — коэффициент пульсаций давления ветра на уровне Z (п. 11.1.8);

$N_u = 0,6$ — коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (п. 11.1.11).

Пиковая положительная ветровая нагрузка (п. 11.2):

$$W_z = S(W_m + W_p) = 67,42 \text{ кг/м}^2 (0,66 \text{ кПа});$$

$S = 1$ — площадь, м².

В принятой k - ϵ модели турбулентности базовый размер ячеек составляет 0,4 м со сгущением до размера 0,01 м ближе к стенкам поезда и поверхностям периферийных сооружений. При этом пограничный пристеночный слой полностью находится в пределах первого сеточного слоя от стенки.

В модели приняты следующие допущения:

- с целью снижения размерности задачи в моделях редуцирован ряд конструктивных элементов, не оказывающих существенного влияния на аэродинамические свойства объекта;
- нестационарный характер движения циркуляционных потоков учитывается через коэффициент трения воздушной среды и определяется как касательная сила трения, отнесенная к единице поверхности раздела слоев жидкости;
- вся расчетная область имеет постоянную температуру;
- конвекционные процессы и гравитация при этом оказывают пренебрежимо малое влияние;
- кузов, тележки вагона, элементы пути считаются абсолютно твердыми телами по сравнению с жесткостью рессор;
- колесные пары находятся в постоянном контакте с рельсами;
- рессорное подвешивание считается безынерционным ввиду малости масс.

Результаты численного моделирования аэродинамических процессов

Результаты численного моделирования объемного вымещения направленно движущейся воздушной среды твердотельным объектом качественно подтверждены экспериментом, проведенным на масштабных моделях в научно-техническом центре строительства CSTB [13] (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment).

Имеют место определенные отличия. Эксперимент выполнен с неподвижным

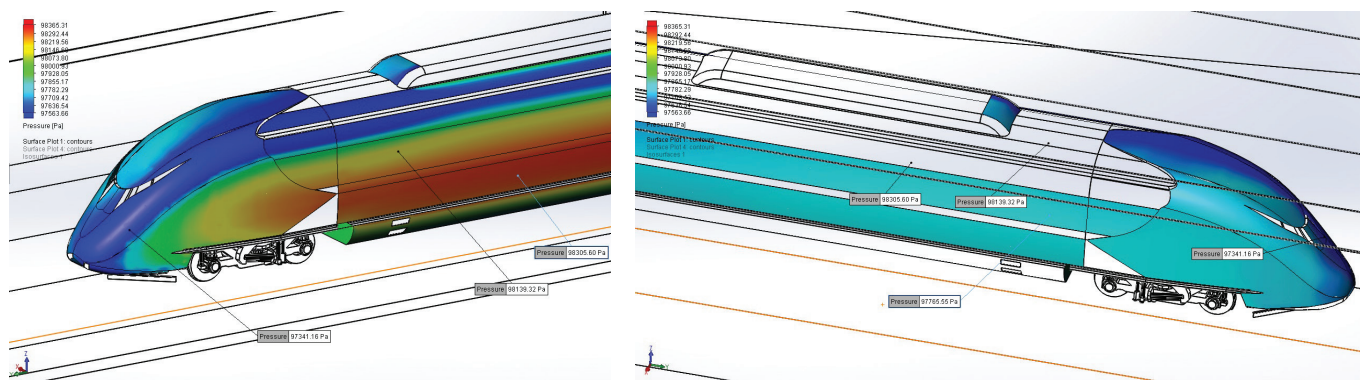


Рис. 3. Эпюра распределения давления на поверхности корпуса головного вагона (скорость движения состава 300 км/ч, боковой ветер – 32 м/с): слева – наветренная поверхность, справа – подветренная поверхность

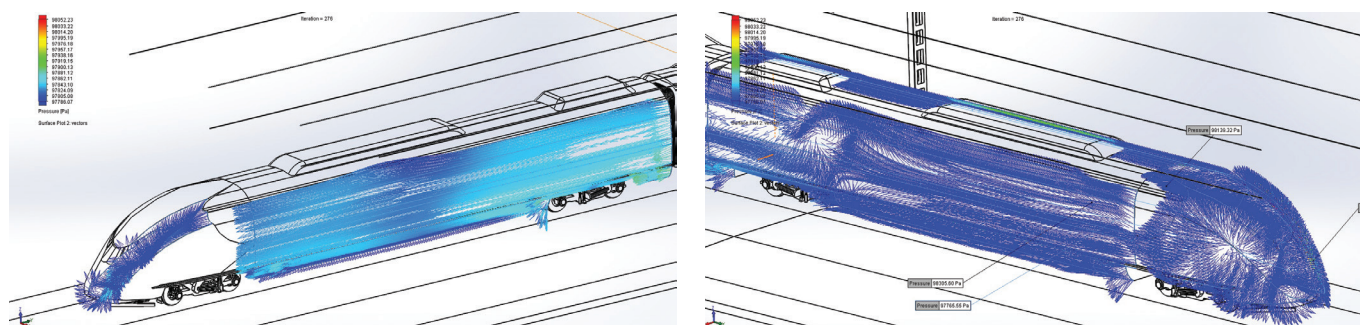


Рис. 4. Явление инерционного сноса суммарного потока воздушных масс вдоль поверхности корпуса вагона: слева – превалирование действия бокового ветра при скорости движения в пределах 200–300 км/ч; справа – снос эпицентра формирования срывных потоков в направлении хвостового вагона при скорости движения более 300 км/ч при боковом ветре 32 м/с

объектом, находящимся на уровне поверхности земли. Наличие свободного пространства под пролетным строением эстакады формирует особую конфигурацию аэродинамической тени, создаваемой корпусом подвижного состава и эстакады. В частности, с наветренной стороны воздушный поток разделяется на две части. Верхняя омывает крышевую и боковую поверхности корпуса, здесь преобладают зоны высоких скоростей, что способствует образованию области отрицательного давления. Вторая часть направлена в зону свободного пространства под пролетным строением эстакады (рис. 3). Нижняя часть боковой поверхности корпуса вагона и подвагонное пространство находятся в зоне резкой смены направления разделяющихся потоков воздушных масс, что вызывает снижение скорости и рост давления среды. При движении транспортного средства, например, по высокой насыпи, подвагонная область подвижного состава подвержена интенсивному воздействию ускоренно перемещающихся воздушных масс.

Усредненные значения давления воздушной среды на поверхность корпуса головного вагона с наветренной и подветренной сторон сведены в табл. 1.

Процесс омыwania суммарным потоком воздушных масс кузова вагона

создает на его поверхности характерную структуру срывных вихрей сложной конфигурации, представленную на рис. 4 векторами направлений движения воздушных масс.

Следует отметить устойчивую тенденцию смещения (сноса) по ходу движения поезда участков вихреобразования действия потока бокового ветра на радиусной части крышевой поверхности с повышением скоростного режима движения состава и роста интенсивности процесса с увеличением скорости бокового ветра.

Исследование распределения давления воздушной среды вдоль состава высокоскоростного поезда показывает, что при различной скорости движения и воздействии бокового ветра картина остается схожей в диапазоне до 300 км/ч. Однако при увеличении скорости возникают значительные колебания давления на наветренной стороне кузова, особенно в области первых нескольких вагонов состава.

Из табл. 1 следует, что максимально-му воздействию со стороны возмущенной воздушной среды подвержены крайние вагоны состава (причем воздействие усиливается в направлении хвостового вагона), а также усиление происходит с повышением скоростного режима

движения состава. С увеличением скорости бокового ветра более 27 м/с кратно растет число кластеров поверхности корпуса кузова, где давление воздушной среды превышает предельно допустимые значения давления ветровой нагрузки 0,5 кПа, установленные [14].

Образующаяся разница давлений возмущенной воздушной среды на наветренной и подветренной поверхностях кузова вагона вызывает опасный бортовой крен, что способствует потере устойчивости и повышает риск схода поезда с рельс.

Моделирование двухмассовой динамической системы, находящейся под воздействием внешних силовых факторов возмущения гармонического характера

Конструкцию подвешивания ходового устройства поезда можно представить, как двухуровневую систему верхних и нижних вертикально установленных осцилляторов, соответственно определяющих жесткость первичного и вторичного подвешивания (1), а также горизонтально расположенных осцилляторов (2), определяющих поперечную жесткость подвески (рис. 5).

В качестве ограничения по критерию устойчивости вагона служит величина

отношения удерживающего момента к опрокидывающему [14] в пределах значения $n = 1,25$:

$$n = \frac{Q L_Q}{F_{H2} L_{H2} + F_{H1} L_{H1} + F_{V1} L_{FV1} + F_{V2} L_{FV2}} > 1,25.$$

В модели приняты следующие допущения:

- с целью снижения размерности задачи в моделях редуцирован ряд конструктивных элементов, не оказывающих существенного влияния на динамические свойства объекта;
- кузов, тележки вагона, элементы пути считаются абсолютно твердыми телами по сравнению с жесткостью ресурсор;
- рессорное подвешивание считается безынерционным ввиду малости масс;
- колебательная система считается двухмассовой (кузов — тележка), при этом колесные пары находятся в постоянном контакте с рельсами, а гребни обода одной из сторон колесных пар при движении прижаты к головке рельса;
- рассматривается режим свободных колебаний, образующихся под воздействием внешних силовых факторов возмущения пиковой нагрузки порыва ветра.

Кузов вагона подвержен воздействию однократной пиковой положительной ветровой нагрузки.

Результаты численного моделирования динамики движения состава с учетом однократной пиковой положительной ветровой нагрузки на боковую поверхность

В результате проведенного исследования установлено, что конструкция при скорости движения состава 200 км/ч и скорости бокового ветра 12 м/с имеет максимальный размах углового отклонения $0,076^\circ$ и возвращается в устойчивое состояние в течение 1,8 с. При скорости бокового ветра 36 м/с размах углового отклонения увеличивается до $0,235^\circ$. Возвращение в устойчивое состояние происходит в течение 2 с. Нагрузки на ходовые колеса при скорости воздушного потока 12 и 36 м/с соответственно представлены в табл. 2.

Из полученных данных следует, что минимальный уровень нагрузки на ходовое колесо при скорости воздушного потока 12 м/с не превышает предельного допустимого значения 10% от весовой номинальной нагрузки, тогда как при скорости воздушного потока 36 м/с минимальный

Таблица 2. Нагрузки на ходовые колеса при скорости воздушного потока 12 и 36 м/с (процент распределения нагрузки на колесо)

Рельс	Нагрузка на колеса передней тележки, кН		Нагрузка на колеса задней тележки, кН	
При скорости воздушного потока 12 м/с				
Правый	7,26 (11,6)	8,03 (12,8)	7,65 (12,24)	8,33 (13,32)
Левый	7,41 (11,8)	7,68 (12,28)	7,9 (12,64)	8,28 (13,24)
При скорости воздушного потока 36 м/с				
Правый	10,57 (14,4)	10,58 (14,4)	8,08 (11)	12,3 (16,75)
Левый	7,27 (9,9)	7,97 (10,85)	8,13 (11)	8,5 (11,5)

уровень нагрузки на ходовое колесо превышает предельно допустимое значение 10% от весовой номинальной нагрузки на передней тележке на левом колесе.

Результаты исследований показывают:

1. Наличие определенной корреляции уровня турбулентности возмущенной воздушной среды в коридоре движения железнодорожного транспортного средства и реакций в контактных группах «ходовые колеса — головка рельса» передней и задней тележек.

2. В пределах скоростного режима движения поезда 300 км/ч и боковом ветре не более 27 м/с колебательный процесс в контактных группах «ходовые колеса — головка рельса» имеет гармонический характер.

3. При увеличении скорости бокового ветра более 27 м/с и скоростном режиме движения поезда свыше 300 км/ч наблюдается постепенная смена режима колебательного процесса в контактных группах «колесо — рельс», в частности, появляются признаки низ-

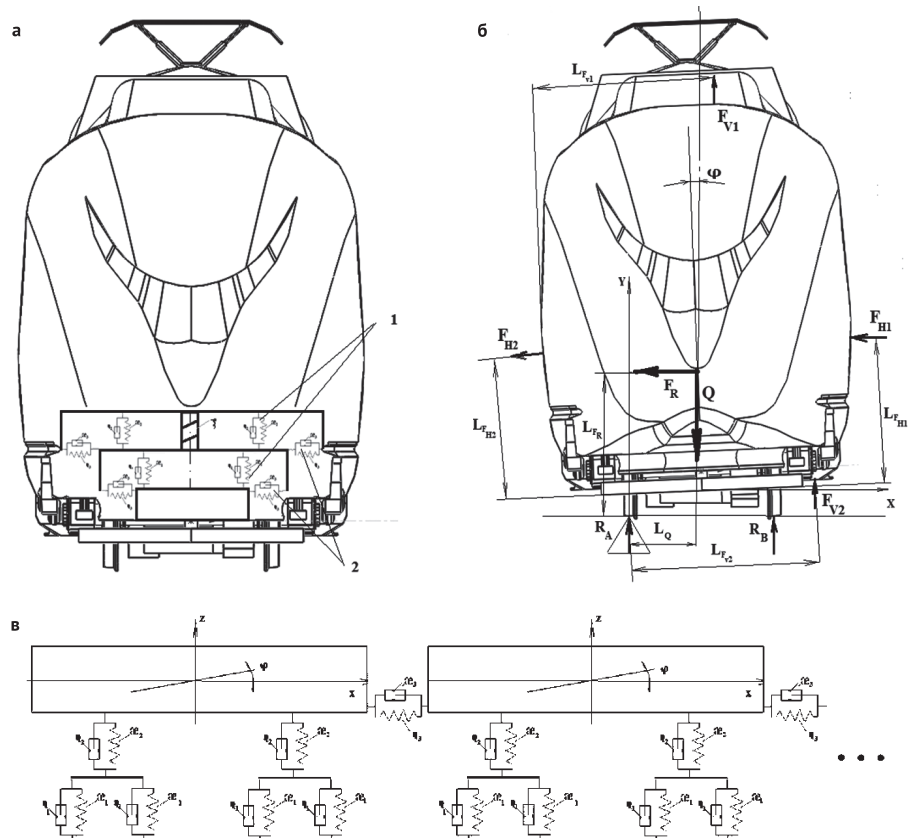



Рис. 5. Схема определения боковой устойчивости подвижного состава: а — моделирование конструкции подвешивания ходового устройства вагона; б — схема нагружения кузова вагона; в — схема упруго-демпфирующих связей многомассовой системы

Q — сила тяжести; L_{FR} — расстояние до центра тяжести; F_R — сила ветра; F_{V1} — подъемная сила на крыше (1, 2 кластер (по табл. 2)); F_{V2} — подъемная сила на днище (3 кластер (по табл. 2)); F_{H1} , F_{H2} — боковые силы (F_{V2} — 4, 5 кластер); L_{FV1} , L_{FV2} — расстояние до точки приложения подъемной силы на крыше и днище; L_{FH1} , L_{FH2} — расстояния до точки приложения боковых сил; L_Q — расстояние до точки приложения силы тяжести

кочастотной неустойчивости, что связано с резко возросшей турбулентностью формирующихся срывных потоков воздушной среды на кузове вагона.

4. Поскольку элементы многомассового объекта имеют упругоподатливые связи между собой, и значения поперечных нагрузок различны по длине состава (табл. 1), значение углового крена вагонов в районе хвоста поезда будет отличаться от остальных, что приведет к взаимовлиянию сопряженных элементов друг на друга, и усложнит колебательный процесс в контактных группах «колесо — рельс». 

Источники

1. Александрова Н. Б., Писарева И. Н., Потапов П. Р. Обеспечение безопасности движения поездов: учеб. пособие. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. 148 с.
2. Аэродинамика скоростных поездов: почему ветер не мешает TGV. URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/10632-protiv-vetra-aerodinamika/> (дата обращения: 04.08.2024).
3. Управление аэроупругим взаимодействием подвижного состава с элементами искусственных сооружений тоннельного типа: автореф. дис. ... канд. техн. наук.

СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2023. 17 с.

4. Технические спецификации интероперабельности (TSI). URL: https://www.era.europa.eu/domains/technical-specifications-interoperability_en (дата обращения: 04.08.2024).
5. О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта: технический регламент Таможенного союза от 15.07.11 с изм. на 09.12.11 (ТР ТС 002/2011). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902293437> (дата обращения: 01.10.2015).
6. Сидорова Е. А., Певзнер В. О., Чечельницкий А. И. Показатели силового взаимодействия пути и подвижного состава при движении грузового вагона по длинным неровностям с учетом действия продольных сил // Вестник ВНИИЖТ. 2021. Т. 80. № 6. С. 359–365.
7. Воробьев А. А., Каримов Д. Д., Сотников К. А., Богданов Н. В. Управление аэродинамическим взаимодействием высокоскоростного поезда с элементами искусственных сооружений тоннельного типа // Транспорт Российской Федерации. 2024. № 1 (110). С. 62–68.
8. Котуранов В. А. Обоснование показателей, характеризующих новаторность конструкций поглощающих

аппаратов автосцепки в условиях маневровых соударений: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: МГУПС (МИИТ), 2014. 181 с.

9. Сладкова Л. А., Неклюдов А. Н. Динамика подвижного состава и выбор параметров гасителей колебаний // Мир транспорта. 2021. Т. 19. № 4 (95). С. 13–20. DOI: 10.30932/1992-3252-2021-19-4-2.
10. Ватаев А. С., Ватулин Я. С., Воробьев А. А., Сотников К. А. Цифровое моделирование аэроупругого взаимодействия подвижного состава с порталными сооружениями перевальных тоннелей // Бюллетень результатов научных исследований. 2022. № 2. С. 104–123. DOI: 10.20295/2223-9987-2022-2-104-123.
11. Yu M., Jiang R., Zhang Q., Zhang J. Cross-wind Stability Evaluation of High-Speed Train Using Diferent Wind Models // Chinese Journal of Mechanical Engineering. 2019. Pp. 32–40. DOI: 10.1186/s10033-019-0353-7.
12. NUCARS. URL: <http://www.aar.com/nucars/> (дата обращения: 04.08.2024).
13. Centre Scientifique et Technique du Batiment TGV. URL: <https://cstb.ha.lscience/> (дата обращения: 04.08.2024).
14. Научно-исследовательский центр «Аэротехника». URL: <https://www.aero-tehnika.ru/index.php> (дата обращения: 04.08.2024).



Общероссийская общественная организация
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА

Основные сферы:



Оптимизация работы логистической системы в условиях пространственной поляризации экономики регионов России



А. А. Трещева,
старший преподаватель
кафедры экономики
и менеджмента
Приволжского
государственного
университета путей
связи (ПривГУПС),



Ю. С. Никонов,
старший преподаватель
кафедры управления
эксплуатационной
работой ПривГУПС

В условиях новых геополитических реалий отсутствие эффективного взаимодействия между транспортными компаниями привело к перегрузке некоторых узких участков логистической инфраструктуры и неэффективному использованию ресурсов. В связи с этим изменилась социально-экономическая ситуация в стране, спровоцировав пространственную поляризацию регионов.

Объем валового регионального продукта на душу населения, отражающий уровень жизни в субъектах РФ, составлял в 2023 г. в среднем по стране 650 419,0 руб. Согласно принятым статистическим методам, типология регионов по данному показателю имеет следующее деление: более 160 % — высокий уровень развития; более 100 % — повышенный; более 75 % — среднероссийский; более 50 % — пониженный; менее 50 % — депрессивные регионы [1].

Статистические данные (рис. 1) констатируют тот факт, что примерно 50 % субъектов можно считать пониженно-го уровня развития и депрессивными, 25 % — со средним уровнем, а 25 % — повышенного и высокого уровня.

Для преодоления сложившейся ситуации необходимо разработать эффективные меры поддержки экономики

и укрепления внутреннего рынка, а также развивать экономические отношения с другими странами и искать альтернативные источники инвестиций. В части оптимизации работы логистической системы необходимо провести реструктуризацию в сфере улучшения инфраструктуры и совершенствования технологии управления цепями поставок. Активное внедрение цифровых решений и автоматизированных систем управления поможет повысить эффективность логистических процессов, снизить издержки для бизнеса и улучшить социально-экономическую ситуацию в стране.

Ввиду того, что пространственная поляризация экономики влечет за собой экономическое неравенство и социальные проблемы, необходимы комплексные меры для решения этой проблемы. При этом важно уделять внимание не только крупным городам, но и регио-

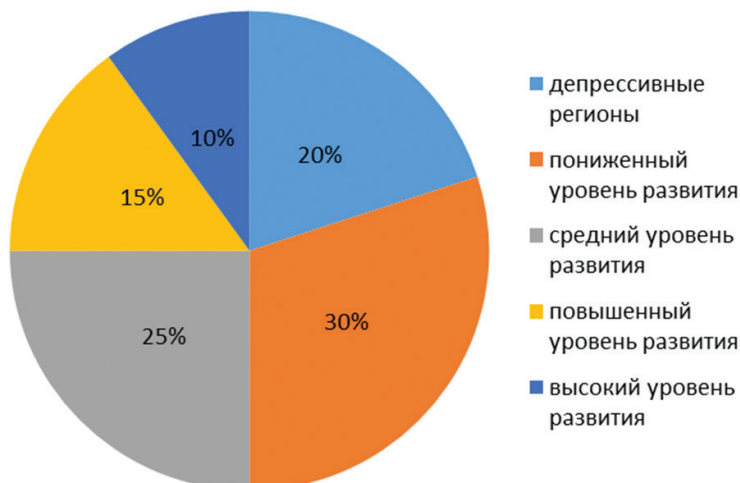


Рис. 1. Распределение регионов РФ по уровню развития в 2023 г. [1]



Рис. 2. Виды и влияние пространственной поляризации на различные аспекты регионального развития экономики [9, 10]

нальному развитию, поддержке малого и среднего бизнеса, созданию благоприятной инвестиционной среды и повышению качества жизни граждан, а также оптимизации логистической системы, требующей разработки системного подхода и согласованной работы федеральных и региональных органов власти.

Целью проведенного исследования стала разработка теоретических и практических рекомендаций в части оптимизации работы логистической системы в условиях пространственной поляризации экономики регионов России, в соответствии с которой поставлены следующие задачи:

- рассмотреть понятие экономической поляризации, ее виды и влияние на различные аспекты регионального развития экономики;
- изучить взаимодействие данного процесса с функционированием логистической системы в субъектах РФ;
- обосновать меры, необходимые для оптимизации работы логистической системы в сложившихся экономических условиях.

Теоретико-методологическая основа работы базировалась на системном анализе данных, предполагающем комплексное изучение особенностей корректировки логистической системы в условиях пространственной поляризации экономики регионов. В рамках исследо-

вания задействованы фундаментальные труды ученых-экономистов по вопросам управления качеством логистических систем на железнодорожном транспорте, в частности М. А. Гаранина, А. П. Абрамова, К. И. Ахполова, Н. А. Журавлевой, П. В. Куренкова, Б. М. Липидуса и др.

В процессе работы использованы экономико-статистические методы, общенаучные методы эмпирического наблюдения, индукции, дедукции, синтеза и т. д. Несмотря на большое количество достижений в данной области, существующая пространственная поляризация экономики требует проведения дальнейших исследований и разработок в части работы логистической системы, процесса совершенствования логистической инфраструктуры, а также технологий управления цепями поставок.

Теоретические основы проблемы пространственной экономической поляризации

Следует отметить, что дефиниция «экономическая поляризация» была введена в экономическую литературу следующими работами: Esteban and Ray (Esteban & Ray, 1994), Esteban (Esteban & Gardín & Ray, 1999), Esteban et al. (Esteban & Ray & Duclos, 2004), в которых данное многоаспектное явление рассматривалось как основной фактор возникновения социального конфликта [2–4].

Авторы других исследований Gini C. (Gini, 1921), Atkinson W. (Atkinson, 1975) и Sen A. (Sen, 1973) [5–7] предложили альтернативные подходы в противовес широкому спектру существующих мер, предполагающие разделение общества на группы, локализованные вокруг полюсов, обращая особое внимание на их размеры и географическое расстояние.

Ученые, изучающие проблематику экономической поляризации, отмечали, что возможна ситуация, когда мера неравенства показывает уменьшающееся значение, что свидетельствует о повышении социального распределения доходов, но в то же время происходит создание полюсов доходной группы.

Позднее Esteban [2–4] обнаружил, что экономическая поляризация между странами в 1980-е гг. снизилась, но на региональном уровне, наоборот, возросла. В других исследованиях динамика экономической поляризации в России (Fedorov, 2002), Китае (Zhang & Kanbur, 2001), Великобритании (Jenkins, 1995) анализировалась с помощью многомерного анализа [3]. Например, Ezcurra R. (Ezcurra, 2009) использовал несколько индексов поляризации для изучения влияния неравенства доходов в регионах ЕС на экономический рост и установил, что экономическая поляризация, измеренная в 1993 г., негативно повлия-

яла на региональный экономический рост в период 1993–2003 гг. [5].

Brzezinski Z. проводил эмпирические исследования по вопросам влияния поляризации доходов на экономический рост на несбалансированной панели более чем 70 стран в период 1960–2005 гг. и установил, что оно негативно.

Несмотря на ряд различных оценок, ученые-экономисты схожи во мнениях в части того, что наибольшие возможности для развития имеют регионы сырьевого типа, и именно они демонстрируют наилучшие социально-экономические показатели, в то время как состояние отстающих и депрессивных территорий зависит в первую очередь от объема федеральных дотаций. Также следует отметить мнение И. В. Арженовского, что инновации и цифровизация дают регионам, в том числе отстающим, возможность создания новых специализаций на основе конкурентных преимуществ [8].

На рис. 2 отражено влияние пространственной поляризации на разные аспекты регионального развития экономики.

Ситуация в России

Пространственная поляризация и логистическая система в России имеют тесную связь, которая значительно влияет на экономику и социальную сферу страны. Поляризация экономики отражает различия в развитии регионов, что приводит к неравномерному распределению экономических ресурсов и возможностей для населения. Логистическая система играет основную роль в обеспечении эффективной транспортной и торговой инфраструктуры, что влияет на развитие отдельных регионов и страны в целом.

Таким образом, оптимизация работы логистической системы может способствовать уменьшению пространственной поляризации и содействовать более равномерному социально-экономическому развитию российских территорий. В этой связи возникает острая необходимость проведения определенных мер, оптимизирующих процесс работы логистической системы.

По данным Armstrong & Associates, Inc Россия входит в число стран с высоким уровнем логистических издержек (рис. 3), что негативно отражается на конкурентоспособности производителей и экономики страны в целом. Средний мировой показатель логистических издержек в валовом внутреннем продукте в 2018 г. составлял 10,9%, в то время как в России — 16,1%.

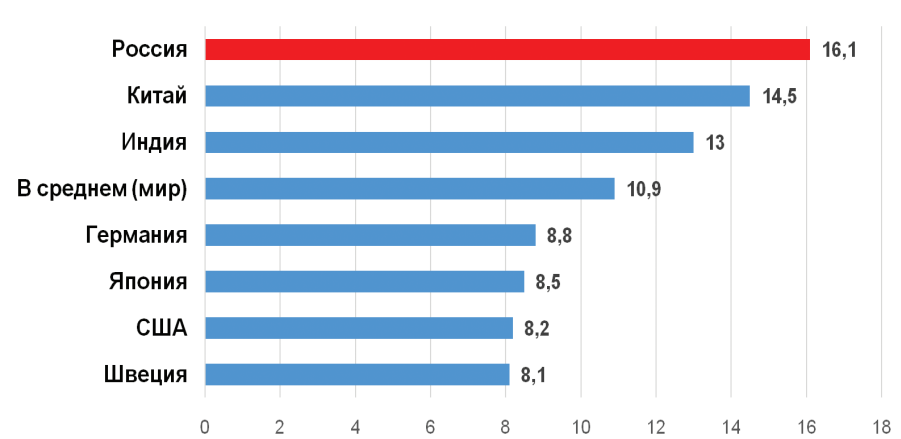


Рис. 3. Уровень логистических издержек в экономике стран, % в валовом внутреннем продукте [11, 12]



Рис. 4. Топология сети ТЛЦ [11, 12]

Одной из особенностей логистической системы России также следует признать отсутствие должного взаимодействия между транспортными компаниями, происходящее по ряду причин:

- несовместимость систем, различные программные обеспечения и системы управления, затрудняющие обмен данными и согласованность операций;
- отсутствие единой технологической платформы, нехватка стандартов и протоколов для интеграции;
- отсутствие прозрачности в процессе обмена информацией;
- недостаток финансовых и человеческих ресурсов для разработки и внедрения более эффективных решений;
- законодательные и нормативные ограничения, препятствующие взаимодействию между транспортно-логистическими центрами (ТЛЦ).

Для решения этих проблем необходимо развитие совместных стандартов, внедрение современных технологий и улучшение коммуникации между всеми участниками логистической цепи.

Развитие транспортно-логистических центров и другие меры

Одним из приоритетных выходов в сложившейся ситуации является формирование узловых грузовых мультимодальных ТЛЦ, функционирование которых позволит: оптимизировать логистическую систему в части усиления конкурентоспособности национальных производителей в несырьевых отраслях экономики, повысить связанность территорий Российской Федерации, сгладить пространственную поляризацию регионов, увеличить объем экспорта транспортных услуг за счет расширения масштабов использования российских коммуникаций в глобальных цепях поставок и т. д.

При этом выбор региона для формирования инфраструктуры ТЛЦ, по нашему мнению, должен соответствовать следующим критериям:

- расположение в крупных мультимодальных транспортных узлах, а также на пересечении маршрутов международных транспортных коридоров;

Структурно-планировочные требования к объектам инфраструктуры ТЛЦ [11–13]

Технологические объекты	Рекомендуемые параметры			
	Длина фронта погрузки/выгрузки, м	Число фронтов	Размеры участка, м	Размеры участка, Га
Зона таможенного оформления	–		180×120	2,2
Контейнерный терминал	1050	3–6	1150×130	15,0
Контрейлерный терминал	1050	1–2	1250×120	15,0
Терминал скоростного сообщения*	620	1–2	1000×100	10,0
Терминал крупногабаритных и тяжеловесных грузов*	250	1–2	250×60	1,5
Бизнес-центр, административные и хозяйственные помещения	–	–		25,0
Универсальный складской комплекс	*	*		Не менее 30,0
Всего	~ 100			

* опционально.

• нахождение в границах промышленных зон крупных городских агломераций;

- учет величины валовой добавленной стоимости региона (по обрабатывающей промышленности и сфере услуг);
- учет оборота розничной торговли;
- наличие действующих объектов транспортно-логистической инфраструктуры, соответствующих предъявляемым к сетевым ТЛЦ технологическим требованиям либо имеющих перспективы модернизации до них.

Системный и статистический анализ данных позволил выявить благоприятные регионы по критериям выбора для размещения ТЛЦ (рис. 4).

В числе первоочередных локаций находится Московская и Санкт-Петербургская агломерации, Республика Татарстан, Краснодарский и Приморский края, Ростовская, Нижегородская, Свердловская, Самарская и Новосибирская области. Рассмотрим близость данных регионов к транспортным коридорам.

Московская и Санкт-Петербургская агломерации выступают как главные экономические двигатели, привлекая инвестиции и способствуя формированию высокоэффективной инфраструктуры. Их стратегическое расположение в центре европейской части России делает данные города ключевыми узлами транспортных коридоров, связывающих не только различные регионы страны, но и международные маршруты. Близость к основным автострадам, железнодорожным и водным путям обеспечивает приток товаров и услуг, что в свою очередь стимулирует развитие деловой активности и инвестиций. Высокая степень урбанизации способствует формирова-

нию интегрированной инфраструктуры, отвечающей современным требованиям удобства и мобильности.

Менее развитые регионы, такие как Краснодарский край и Ростовская обл., имеют стратегически важные транспортные коридоры, которые способствуют развитию экономики. Данные субъекты пересекаются с международными и межрегиональными путями, включая автомобильные и железнодорожные, которые облегчают доступ к рынкам и способствуют развитию торговли. Краснодарский край имеет выход к Черному морю, что важно для внешнеэкономической деятельности. В Ростовской области расположены крупные логистические центры, что делает ее важным узлом для грузоперевозок как внутри страны, так и в международном масштабе.

Субъекты Приволжского федерального округа, а именно Республика Татарстан, Нижегородская и Самарская обл. представляют собой важные узлы в транспортной инфраструктуре России. Данные регионы-соседи обладают уникальными пространственными характеристиками, способствующими экономическому взаимодополнению. При этом Татарстан с его центром в Казани активно развивает транспортные коридоры, связывающие Поволжье с Центральной Россией. Ключевые автотрассы и железнодорожные линии формируют сеть, способствующую не только грузоперевозкам, но и пассажирским сообщениям. Нижегородская обл., находящаяся на пересечении основных маршрутов, служит важным логистическим хабом, обеспечивая транзит товаров между востоком и западом страны.

Самарская обл., обладая развитой

промышленной базой, активно интегрируется в транспортные потоки, обслуживая как внутренний рынок, так и экспорт. Эффективная работа транспортных коридоров в этих регионах способствует экономическому росту и укреплению межрегиональных связей, создавая условия для дальнейшего развития бизнес-среды и улучшения качества жизни местного населения. Сотрудничество между регионами открывает новые горизонты для экономики и модернизации транспортной инфраструктуры, обеспечивая синергетический эффект.

Свердловская и Новосибирская обл. представляют собой ключевые элементы в пространственной поляризации России, формируя важные транспортные коридоры, способствующие интеграции регионов и экономическому развитию. Свердловская обл. с ее административным центром в Екатеринбурге является связующим звеном между Уралом и Сибирью, что делает ее стратегически важной для перемещения грузов.

Новосибирская обл., обладая развитой инфраструктурой и крупным научным центром, играет роль важного логистического узла. Транспортные коридоры, такие как Транссиб и Северный широтный маршрут, связывают эти два региона и обеспечивают быстрый доступ к другим частям страны и внешнему рынку.

Приморский край, расположенный на восточном побережье России, представляет собой уникальную территорию, пространственная поляризация которой наблюдается в контексте неравномерного развития населенных пунктов, где крупные города, такие

как Владивосток, становятся центрами притяжения, а удаленные поселения остаются в тени. Данный фактор приводит к необходимости создания эффективных маршрутов, способствующих интеграции и развитию менее доступных территорий.

Транспортные коридоры, такие как Транссибирская магистраль и морские пути, играют ключевую роль в обеспечении мобильности населения и грузов и создают экономические связи не только внутри края, но и с соседними странами, включая Китай, Корею и Японию. Важно отметить, что развитие транспортной инфраструктуры стимулирует инвестиции, что в свою очередь может привести к улучшению качества жизни в удаленных районах [13].

Таким образом, вклад каждого региона в экономику страны определяется их природными ресурсами, историческими факторами и стратегическим положением. Тем не менее ключевым аспектом остается то, что успешное развитие транспортной инфраструктуры требует согласованности между регионами в части снижения экономической поляризации и достижения сбалансированного пространственного развития страны. Считаем, что важно создать сеть транспортной инфраструктуры, обеспечивающую связь между удаленными регионами и центральными узлами, которая повысит доступность логистических сетей и позволит улучшить эффективность транспортировки и сократить время доставки товаров. Также необходимо совершенствовать информационные технологии в логистике, внедряя современные системы управления складами, отслеживания грузов и мониторинга транспортных средств. Это позволит улучшить прогнозирование спроса, оптимизировать запасы и ускорить процесс обработки заказов [13]. Кроме того, важно развивать сотрудничество между логистическими компаниями, создавая объединенные центры доставки и складирования. Обмен ресурсами, оптимизация маршрутов и совместная работа позволят снизить издержки и повысить конкурентоспособность на рынке логистики.

Концентрация региональных грузопотоков в ТЛЦ и наличие многофункциональной терминально-складской инфраструктуры создаст уникальные условия для оказания логистических услуг с добавленной стоимостью, ориентированных на конечного потребителя.

Несмотря на значительные исследования в области логистики, в нынешних экономических условиях структурно-планировочные требования к объектам инфраструктуры ТЛЦ не были разработаны в полной мере, поскольку при определении потенциальных для размещения объектов требуют прежде всего учета земельных участков. В этой связи считаем необходимым обосновать состав объектов типового ТЛЦ, который будет отвечать современным требованиям (см. таблицу).

Реализация данного процесса является комплексным решением, на которое воздействуют различные принципы, подходы и факторы, а также социально-экономическая ситуация в стране, и требует государственной поддержки.

Заключение

Оптимизация логистической системы в контексте развития сети ТЛЦ в регионах России положительно повлияет на экономику страны. Увеличение количества ТЛЦ в различных регионах будет способствовать сокращению времени доставки грузов и уменьшению затрат на логистику, созданию рабочих мест и повышению конкурентоспособности национальной экономики.

Создание сети ТЛЦ является важным шагом на пути к совершенствованию логистической инфраструктуры страны и улучшению условий для бизнеса и жизни граждан, которое будет способствовать снижению пространственной поляризации экономики регионов России.

Ликвидация инфраструктурных ограничений и повышение доступности и качества магистральной инфраструктуры несомненно повлечет за собой сокращение уровня межрегиональной дифференциации в социально-экономическом развитии субъектов РФ.

В заключение отметим, что реализация передовых мультимодальных транспортно-технологических систем регулярного грузового сообщения повысит связанность территории РФ и будет способствовать развитию внутренних и международных кооперационных связей за счет создания условий для реализации логистического принципа доставки «точно в срок»¹. ■

¹ Исследование выполнено в рамках государственного задания Федерального агентства железнодорожного транспорта на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения. Проект «Проектирование ресурсосберегающей транспортно-логистической системы в экономике субъектов РФ». Интернет-номер/Регистрационный номер: 124040300020–8.

Источники

1. Официальный сайт Росстата. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 03.05.2024).
2. Esteban J., Ray D., Duclos J. Y. Polarization: Concepts, Measurements, Estimation // *Econometrica*. 2004. № 72 (6). Pp. 1737–1772.
3. Gini C. Measurement of inequality and incomes // *The Economic Journal*. 1921. № 31 (121). Pp. 124–126.
4. Atkinson W. *The Economics of Inequality*. London: Oxford University Press, 1975.
5. Sen A. *On Economic Inequality*. London: Oxford University Press, 1973.
6. Esteban J. Desigualdad y polarización. Una aplicación a la distribución interprovincial de la renta en España // *Revista de Economía Aplicada*. 1996. № 4 (11). Pp. 5–26.
7. Fedorov L. Regional Inequality and Regional Polarization in Russia, 1990–1999 // *World Development*. 2002. Vol. 30. № 3. Pp. 443–456.
8. Арженовский И. В. О новой специализации регионов // РЭУ. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-novoy-spetsializatsii-regionov> (дата обращения: 22.06.2024).
9. Смирнов В. В., Мулендеева А. В. Российские территории устойчивого развития. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskie-territorii-ustoychivogo-razvitiya> (дата обращения: 22.06.2024).
10. Москвина О. С. Пространственная поляризация как фактор инновационного развития регионов Российской Федерации // *Экономические отношения*. 2019. Т. 9. № 4. С. 2937–2952. DOI: 10.18334/eo.9.4.41425.
11. Генеральная схема развития сети транспорта и логистики. URL: https://cloud.mail.ru/attaches/17192101500318600418%3B0%3B3?folder-id=0&x-email=andreeva_alya%40mail.ru&cvq=f (дата обращения 03.05.2024).
12. Паспорт федерального проекта «Транспортно-логистические центры». URL: https://ac.gov.ru/uploads/_Projects/PDF/KPMI/5.FederalProjectPassport_Transport_i_logisticheskie_tsentri.pdf (дата обращения 03.05.2024).
13. Новостной портал «Транспортный комплекс России». URL: <https://transport.gov.ru/node/395> (дата обращения: 12.09.2024).

Методические вопросы оценки эффективности опорной дорожной и улично-дорожной сети туристско-курортных агломераций



Ю. В. Трофименко,
д-р техн. наук, заведующий
кафедрой техносферной
безопасности Московского
автомобильно-дорожного
государственного
технического
университета (МАДИ),
руководитель секции
«Охрана окружающей
среды. Энергосбережение»
научно-технического
совета ГК «Российские
автомобильные дороги»,



В. Н. Шарафутдинов,
канд. экон. наук, почетный
профессор Сочинского
государственного
университета,



Р. С. Рунец,
учредитель ООО «Центр
дорожных инноваций»,
создатель лаборатории
интеллектуальных
транспортных систем
на базе Кубанского
государственного
технологического
университета

В Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. и прогнозе до 2035 г. в качестве одной из ключевых долгосрочных целей развития транспортной системы сформулировано повышение транспортной доступности и развитие внутреннего туризма.

Транспорт и туризм, как виды экономической деятельности, тесно взаимосвязаны. Так, в [1] отмечается значимость транспортной инфраструктуры как важнейшего компонента успешного развития туризма, поскольку она стимулирует создание новых и развитие существующих мест туристического притяжения. При этом транспорт отвечает за связь регионов, генерирующих туристические поездки, с местами назначения, а также за обеспечение перевозок внутри последних [2]. В работах [3–5] отмечается, что создание наземной транспортной инфраструктуры является необходимым условием для развития туризма.

Во многих исследованиях связь между транспортом и туризмом определяется с точки зрения доступности, т. е. транспорт рассматривается как связующее звено между регионами, генерирующими туристический спрос, и пунктами назначения. Но в [6] показано, что помимо туристической инфраструктуры и других классических детерминант транспортная инфраструктура является значимым фактором, определяющим приток туристов в дестинацию¹.

Известно, что архитектурно-планировочные решения, развитие дорожной и улично-дорожной сети являются важными факторами, влияющими на развитие городских курортных агломераций, которые могут привлекать туристов. Например, в работе [7] показано, что предоставление в режиме реального времени информации о загруженности

дорог, регулировании, уровне социальных взаимодействий местных жителей с туристами может оказать положительное влияние на разработку и внедрение интеллектуальных транспортных систем, способствующих появлению «умных» городов [8–10].

Важным фактором учета взаимосвязей транспорта и туризма является использование в туристических целях личного, коллективного, общественного транспорта. В [11] показано, что выбор коллективного, общественного транспорта больше связан с мотивами поездки (профессиональной, досуговой или личной), чем с социально-демографическими или личными характеристиками туристов. Анализ сосредоточен на «толкающих» факторах выбора транспорта (связанных с характеристиками пользователей), а не на «тянущих» (связанных с характеристиками транспортных услуг и инфраструктуры, которые в большей степени зависят от конкретного места) [12].

В [13] отмечается, что личный транспорт предпочтительнее для туристов с более сложными маршрутами, а наличие нескольких целей в пункте назначения подходит для выбора коллективного или общественного транспорта, если достопримечательности и мероприятия находятся относительно близко и хорошо связаны (с учетом «факторов притяжения», таких как комфорт, загруженность дорог или количество пересадок).

Обычно достоинства, присущие моторизованной мобильности в системе туризма, уравновешиваются негативными последствиями воздействия на окружающую среду [14]. Туристская мобильность по-разному интерпретируется местны-

¹ Туристская дестинация — территория с удобствами, средствами обслуживания и услугами для обеспечения всевозможных нужд туристов. URL: <https://nardar.ru/articles/chto-takoe-turistskaya-destinatsiya>.



Рис. 1. Схема туристско-курортных агломераций, входящих в состав Азово-Черноморского туристического кластера

ми жителями и туристами [15]. Спрос на парковочное пространство, коллективный, общественный транспорт, вызванные «наплывом» туристов, создают проблемы для местных жителей в виде транспортных заторов, общей переполненности подвижного состава, перенасыщенности маршрутов общественного транспорта. С другой стороны, спрос туристов на коллективный, общественный транспорт может стимулировать инвестиции в городские инновационные проекты и инфраструктуру, которые часто приносят пользу обеим заинтересованным группам.

В [16] отмечается, что быстрое развитие индустрии туризма привело к различным проблемам, вызвав дисбаланс между нагрузкой на туристско-рекреационные ресурсы и несущей способностью этих ресурсов, таким как снижение удовлетворенности туристов и разрушение туристических достопримечательностей.

В работе [17] рассмотрены показатели и компьютерная модель оценки загрязнения атмосферного воздуха пассажирским транспортом общего пользования по сравнению с поездками на личном автомобиле. Известны и другие модели, разработанные для решения таких задач [18].

Как указано в работе [19], специалисты в области транспорта и туризма в основном остаются разобщенными. Одной из вероятных причин этого является сложность количественной оценки

туристического потока на личных автомобилях как отдельного объекта для проведения детального анализа [20].

Как следует из приведенного обзора, туристический поток и транспортный спрос на территориях, привлекательных для туризма, тесно взаимосвязаны. При этом вопросы научного обоснования методов оценки и достижения баланса туристического потока и транспортного спроса, формирования номенклатуры показателей и оценки эффективности дорожной и улично-дорожной сети туристско-курортных агломераций (ТКА) ранее детально не рассматривались. Также при анализе опорной дорожной и улично-дорожной сети ТКА оставались без внимания вопросы учета туристско-ресурсной базы региона и вытекающей из нее туристической емкости (объем турпотока, обусловленный вместимостью средств размещения для туристов и состоянием экологических и инженерных систем) и экологической емкости региона (туристический поток плюс местные жители).

Методический подход к оценке эффективности опорной дорожной и улично-дорожной сети туристско-курортных агломераций

Исходная гипотеза при определении факторов и показателей состоит в том, что опорная дорожная и улично-дорожная сеть (ДиУДС) в пространственно-временных параметрах туристско-курортных агломераций

имеет вертикально-горизонтальную многомерность, а также содержит в себе имманентную составляющую, проистекающую из туристско-курортной специализации регионов, ресурсной базы и ее транспортной доступности.

Методический подход к оценке эффективности опорной ДиУДС туристско-курортных агломераций в туристическом кластере предусматривает:

Разработку методики формирования и распределения транспортного спроса в туристско-курортных агломерациях и на территории туристического кластера в целом (люди/чел.-дни) по видам транспорта («перелет/поезд-аренда АТС», «перелет/поезд-коллективный транспорт/экскурсионный автобус», «автотуризм» и др.).

Анализ транспортного предложения в туристско-курортных агломерациях: дороги с пропускной способностью и их загрузка с учетом движения в пик туристического сезона и межпиковый период, парковочные мощности, узкие места. Наличие и загрузка пассажирского транспорта общего пользования, других видов коллективного транспорта, качество его услуг.

Сопоставление спроса на дорожно-транспортную инфраструктуру с ее предложением. Оценка существующей и прогнозируемой ситуации.

Разработку мероприятий, снижающих нагрузку на опорную дорожную и УДС в отдельных ТКА, туристическом кластере в целом и повышающие качество дорожного движения.

Представляется, что на эффективность опорной ДиУДС туристско-курортных агломераций будут влиять следующие группы показателей:

- пространственно-ландшафтная характеристика ТКА (площадь и характер ландшафта, природно-климатическая зона, рекреационный потенциал, экологическое состояние, динамика соотношения «турист/местный житель», включая пиковые и межсезонные нагрузки);
- текущая и перспективная пространственная модель размещения производственных мощностей ТКА (ресурсная база, туристско-курортные мощности, включая сеть туристических объектов, маршрутов и достопримечательностей, транспортное обеспечение ТКА);
- транспортно-эксплуатационные показатели опорной дорожной и улично-дорожной сети (уровень связности сети, категория, протяженность,

Таблица 1. Пространственно-ландшафтная характеристика Азово-Черноморского туристического кластера (2023)

Название ТКА	Состав туристических зон ТКА	Население, чел.	Площадь, км²	Плотность населения, чел./км²	Количество туристов на одного местного жителя, чел.	Туристический поток, чел.
Азово-Черноморский туристический кластер, в том числе:		4 935 998	63 571	125	7	31 417 030
Краснодарский край		1 646 749	19 351	96	12	19 769 074
Сочинская	город-курорт Сочи, ФТ «Сириус», ГKK «Красная Поляна»	575 561	3 516	164	14	7 803 686
Туапсинская	Туапсинский район	124 719	2 399	52	15	1 864 365
Геленджикская	город-курорт Геленджик, г. Новороссийск	168 991	2 062	82	23	3 921 689
Анапская	город-курорт Анапа	203 964	982	208	21	4 320 457
«Таманская мозаика»	Темрюкский район	125 838	1 956	64	8	954 834
«Ейское взморье»	Ейский район, Щербиновский район	168 003	3 497	48	5	828 576
«Ахтарские уголья»	Приморско-Ахтарский район, Славянский район, Каневской район	279 673	4 938	57	0	75 467
Ростовская обл.		522 689	5 172	101	3	1 306 723
Азовская	г. Азов, г. Таганрог, Азовский район, Неклиновский район	522 689	5 172	101	3	1 306 723
Республика Крым		1 103 251	16 268	100	6	6 595 404
Ялтинская «Южный берег Крыма»	г. Ялта, г. Алушта	194 059	883	220	11	2 182 472
Керченская	г. Керчь, Ленинский район	214 948	3 026	71	6	1 319 584
Западное побережье Крыма	г. Евпатория, г. Саки, Сакский район, Черноморский район	253 593	3 860	66	5	1 248 547
Юго-Восточное побережье Крыма	г. Судак, г. Феодосия	135 100	890	152	8	1 080 856
Перекопская	г. Армянск, г. Красноперекоск, Красноперекоский район	75 120	1 416	53	3	187 867
Восточное побережье Кры- ма (Арабатская стрелка)	г. Джанкой, Джанкойский район, Кировский район, Нижнегорский район, Советсткий район	230 431	6 193	37	3	576 078
г. Севастополь		561 374	864	650	1	690 992
Севастопольская (Южной морской фасад России)	г. Севастополь	561 374	864	650	1	690 992
Донецкая Народная Респу- блика*		540 878	2 049	264	3	1 352 195
Мариупольская*	г. Мариуполь, Новоазовский район, Первомайский район	540 878	2 049	264	3	1 352 195
Запорожская обл.*		236 583	7 055	34	3	591 458
Приазовская*	г. Бердянск, Бердянский район, г. Приморск, Приазовский район, Акимовский район	236 583	7 055	34	3	591 458
Херсонская обл.*		324 474	12 811	26	3	1 111 185
Геническая*	г. Геническ, Генический район, Ново-троицкий район, Чаплинский район	154 787	7 004	22	3	486 968
Скадовская*	г. Скадовск, Каланчакский район, Скадовский район, Голопристанский район	169 687	5 807	29	3	624 218

* по состоянию на 2013 г.

число полос движения, пропускная способность участков дорог разных категорий, состав, интенсивность, скорость транспортных потоков на них в высокий туристический сезон и в остальное время, наличие интеллектуальных транспортных систем разного уровня зрелости).

Номенклатура показателей эффективности опорной дорожной и улично-дорожной сети туристско-курортных агломераций

Рассмотрим номенклатуру показателей эффективности на примере опорной дорожной и улично-дорожной сети туристско-курортных агломераций, входящих в Азово-Черноморский туристический кластер (АЧТК) на основании пространственно-ландшафтной характеристики территории, ее туристского потенциала, конфигурации и характеристик дорожно-транспортной сети.

Азово-Черноморский туристический кластер (рис. 1) включает восемь субъектов: Краснодарский край, Республику Крым, г. Севастополь, Херсонскую, Запорожскую и Ростовскую обл., Донецкую Народную Республику, имеющие выход к Черному и Азовскому морям, а также примыкающую к ним Республику Адыгею. В табл. 1 приведена пространственно-ландшафтная характеристика АЧТК.

Туристский потенциал территории Азово-Черноморского туристического кластера включает: 30 % санаторно-курортных организаций РФ; более 30 % коллективных средств размещения; 20 % памятников истории и культуры; более 38 % объектов археологического наследия; 15 % запасов минеральных вод, большие запасы лечебных грязей; около 4 % площадей государственных природных заповедников и национальных природных парков [21]. Объем туристского потока на территории АЧТК — более 30 млн туристов в год, т. е. 40 % всего объема турпотока в России.

Существующим и перспективным туристическим потокам должна соответствовать сеть автомобильных дорог федерального, регионального и местного значения, а также УДС туристско-курортных агломераций, обеспечивая динамический баланс транспортного спроса со стороны местных жителей и туристов и транспортного предложения.

Территориально дорожная и улично-дорожная сеть Азово-Черноморского туристического кластера включает (рис. 2):

- кольцевую автомобильную дорогу «Азовское кольцо» протяженностью 1400 км, состоящую из участков автомагистралей федерального значения А-291, А-289 и М-4 «Дон», а также дороги регионального значения Р-280 «Новороссия»;

- участки автомагистрали М-4 «Дон» на территории Ростовской обл. и Краснодарского края, проектируемую автомагистраль «Джубга — Сочи», протяженностью 135,6 км, которая является дублером участка автомагистрали М-4 «Дон» от Джугбы до Адлера;

- более 7000 км федеральных, региональных и местных участков дорог, формирующих дорожную и улично-дорожную сеть, соединяющую курортные города и туристические зоны.

В табл. 2 приведены технико-эксплуатационные показатели отдельных участков перегрузки ДиУДС Азово-Черноморского туристического кластера на территории Краснодарского края.

Анализ результатов мониторинга характеристик транспортных потоков на опорной сети показал, что практически на всех участках перегрузки ДиУДС на территории Краснодарского края наблюдаются кратное снижение средней скорости движения и существенный рост продолжительности транспортных заторов в высокий туристический сезон. При увеличении потока моторизованных туристов существенное увеличение нагрузки на ДиУДС может привести к транспортному коллапсу на территории курортных агломераций, входящих в АЧТК, не только в пик туристического сезона, но и в межпиковый период.

Для оценки транспортного спроса, повышения эффективности опорной ДиУТС в случае прогнозируемого роста потока туристов необходимо решить следующие задачи с использованием подходов, приведенных в [22–26]:

1. Построение модели транспортного спроса — устойчивого объема совершаемых транспортных перемещений, сложившегося или прогнозируемого в результате развития туризма и социально-экономических процессов, проходящих на территории агломерации, как самостоятельной базы данных, так и в составе прогнозной четырехшаговой модели, которая реализована в программных продуктах (PTV Vision VISUM, Aimsun и др.), предназначенных для создания прогнозных транспортных моделей.

2. Графическое представление неравномерности транспортного спроса, ту-

ристской привлекательности объектов на территории из-за расположения объектов туристического притяжения, различной связности и пропускной способности участков дорожной и улично-дорожной сети. Следует учитывать удовлетворение потребностей туристов и получение максимальной выгоды от их пребывания в соответствующем туристическом кластере с одной стороны, а с другой — минимизировать негативные внешние эффекты, получаемые местными жителями от транспортных заторов, роста экологической нагрузки, социального напряжения, особенно в высокий туристический сезон.

3. Определение значений технико-эксплуатационных показателей опорной дорожной и улично-дорожной сети, согласованных с транспортным спросом при прогнозируемом росте потока моторизованных туристов для оценки эффективности функционирования транспортной системы туристско-курортной агломерации. При этом должны учитываться ключевые транспортные метрики развития территории. Например, особенностью Сочинской ТКА является бассейновый принцип пространственного развития территории вдоль русел рек, что предполагает взаимодополняющее развитие УДС города и дорожной сети региона для деурбанизации густонаселенных районов города-курорта, повышение связности территории, пропускной способности дорог.

4. Использование алгоритма поиска рациональных решений по управлению транспортным спросом, развитию опорной дорожной и улично-дорожной сети в поле транспортного спроса туристами и местными жителями путем сдерживания индивидуальной моторизованной мобильности, создания транспортно-пересадочных узлов, развития коллективного транспорта и др. с учетом экономической целесообразности, безопасности движения, экологической и социальной устойчивости.

Для формирования модели транспортного спроса на особых территориях и подготовки данных для последующих прогнозов загрузки инфраструктуры необходимы:

Данные статистики: сведения о внутреннем турпотоке, численности коренного населения, в том числе трудоспособного, уровне автомобилизации, мобильности, социально-экономического развития (валовый региональный продукт, доходы населения), рабочих местах, включая сферу



Рис. 2. Схема дорожной и улично-дорожной сети Азово-Черноморского туристического кластера

услуг, объектах (территориях) притяжения туристов для отдыха, рекреации, количестве мест в гостиницах, санаториях, дорожной аварийности (смертности в ДТП), загрязнения окружающей среды (уровень вредных выбросов), природно-климатических факторах, чрезвычайных ситуациях природного, техногенного, социального характера, санитарно-эпидемиологической обстановке, уровне качества городской среды¹ и др.

Результаты опросов населения (по стране и регионам) об использовании разных видов транспорта с туристическими целями. По результатам опросов формируются данные об объемах транспортного спроса моторизованными туристами и местными жителями, слои спроса, баланс слоев спроса, строятся функции предпочтения совершения транспортной поездки в зависимости от времени и затрат на такую поездку, уровня дорожной и экологической безопасности, санитарно-эпидемиологического благополучия.

Выводы

Методический подход к оценке эффективности опорной ДиУДС туристско-курортных агломераций в туристическом кластере предусматривает:

- разработку методики формирования и распределения транспортного спроса в туристско-курортных агломе-

рациях и на территории туристического кластера в целом;

- анализ транспортного предложения в отдельных туристско-курортных агломерациях;
- разработку сценарных прогнозов загрузки транспортной инфраструктуры;
- разработку мероприятий, снижающих нагрузку на дорожную сеть и УДС в ТКА, туристическом кластере в целом, окружающую природную и социальную среду территории агломераций.

Методика количественной оценки показателей эффективности дорожной и улично-дорожной сети должна учитывать:

- возрастающий поток туристов не только в пик туристического сезона, но и в межпиковый период;
- необходимость обеспечения устойчивого воспроизводства востребованного валового совокупного продукта ТКА (потребление местных жителей и туристов) с позиций совершенствования его транспортной составляющей;
- матрицы корреспонденций / подвижность жителей и туристов (экономические, социальные, национальные, религиозные, научно-образовательные, культурно-просветительские, физкультурно-оздоровительные, медицинские аспекты деятельности населения и туристов на территории агломерации).

Оценка эффективности опорной ДиУДС ТКА необходима при реализации новых инфраструктурных транспорт-

ных проектов, призванных обеспечить не только транзит наземного транспорта, но и учет ключевых транспортных метрик развития территории.

Источники

1. Kaul R. N. Dynamics of tourism a trilogy. Sterling Publishers Private Limited, 1985. 700 p.
2. Khadaroo J., Seetanah B. Transport infrastructure and tourism development // Annals of Tourism Research. 2007. Vol. 34. № 4. Pp. 1021–1032.
3. Chew J. Transport and tourism in the year 2000 // Tourism Management. 1987. № 8 (2). Pp. 83–85.
4. Abeyratne R. I. R. Air transport tax and its consequences on tourism // Annals of Tourism Research. 1993. № 20. Pp. 450–460.
5. Prideaux B. The role of the transport system in destination development // Tourism Management. 2000. № 21. Pp. 53–63.
6. Khadaroo J., Seetanah B. The role of transport infrastructure in international tourism development: A gravity model approach // Tourism Management. 2008. № 29. Pp. 831–840. DOI: 10.1016/j.tourman.2007.09.005
7. Albalade D., Bel G. Tourism and urban public transport: Holding demand pressure under supply constraints // Tourism Management. 2010. № 31(3). Pp. 425–433.
8. Anastasi G., Antonelli M., Bechini A. et al. Urban and social sensing for sustainable mobility in smart cities // Sustainable Internet and ICT for Sustainability. 2013. Pp. 1–4.
9. Höjer M., Wangel J. Smart sustainable cities: definition and challenges // ICT innovations for sustainability. Boston: Springer, 2015. Pp. 333–349.
10. Ahvenniemi H., Huovila A., Pinto-Seppä I., Airaksinen M. What are the differences between sustainable and smart cities // Cities. 2017. № 60. Pp. 234–245.
11. Hongman He, Liyin Shen, Xiaoyun Du, Yan Liu. Analysis of temporal and spatial evolution of tourism resource carrying capacity performance in China // Ecological Indicators. 2023. Vol. 147. № 109951 DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.109951
12. Joao Romao, Yahua Bi. Determinants of collective transport mode choice and its impacts on trip satisfaction in urban tourism // Journal of Transport Geography. 2021. Vol. 94.

¹ Методика формирования индекса качества городской среды утверждена распоряжением правительства от 23 марта 2019 г. № 510-р.

Таблица 2. Техничко-эксплуатационные показатели участков перегрузки дорожной и улично-дорожной сети Азово-Черноморского туристического кластера на территории Краснодарского края (фрагмент, данные ООО «ЦДИ» на 2024 г.)

Привязка участка	Кол-во полос	Теоретическая пропускная способность, авт./ч	Скорость движения в свободных условиях, км/ч	Пиковые суточные значения в высокий туристический сезон (май, июнь, июль, август, сентябрь)					Описание заторового участка «узком горле»
				Интенсивность, авт./ч	Коэффициент загрузки дороги движением	Средняя скорость движения в «узком горле», км/ч	Кол-во дней с перегрузкой в «узком горле»	Средняя дневная продолжительность перегрузки в «узком горле», ч	
М-4 «Дон» 1320–1332 км	2+2	8 800	90	2730	0,91	13	92	4	1330 км а/д М-4 «Дон» (участок на УДС г. Краснодар от пос. Лорис до пос. Знаменский)
М-4 «Дон» 1332–1387 км	2+2	8 800	90	2592	0,81	17	38	1,8	1335 км а/д М-4 «Дон» (участок на УДС г. Краснодар от ул. Уральской до развязки с а/д Краснодар-Кропоткин)
М-4 «Дон» 1387–1390 км	2+1, 1+2, 1+1	3 600	90	945	1,03	5	86	3,7	1389 км а/д М-4 «Дон» (участок на УДС г. Горячий Ключ)
М-4 «Дон» 1390–1435 км	2+1, 1+2, 1+1	3 600	60	1456	0,91	12	33	1,7	1430 км а/д М-4 «Дон» (участок на УДС с. Дефановка)
М-4 «Дон» 1435–1505 км	2+1, 1+2, 1+1	3 600	60	1392	0,87	14	102	5	1438 км а/д М-4 «Дон» (участок на УДС с. Горское)
А-147 Джубга — Сочи 1–55 км	2+1, 1+2, 1+1	3 600	60	1520	0,95	9	108	7,8	24 км а/д А147 Джубга — Сочи (участок на УДС с. Новомихайловское)
А-147 Джубга — Сочи 55–80 км	2+1, 1+2, 1+1	3 600	60	1377	0,99	7	75	1,6	61 км а/д А147 Джубга — Сочи (участок на УДС г. Туапсе)
А-147 Джубга — Сочи 150–170 км	2+2, 2+1, 1+2, 1+1	4 000	60	1554	1,01	5	126	6,6	150 км а/д А147 Джубга — Сочи (участок УДС с. Лоо, УДС с. Дагомыс)
А-147 Джубга — Сочи 190–202 км	2+2	8 800	60	2460	0,82	15	87	1,8	195 км а/д А147 Джубга — Сочи (участок на УДС с. Хоста)

№ 103094. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103094(26).

13. Dann G. Writing out the tourist in space and time // Ann. Tour. Res. 1999. № 26. Pp. 159–187.

14. Международный транспорт, международная транспортная политика и транспортная дипломатия / Под ред. А. В. Торкунова, Р. И. Хасбулатова. М.: Изд-во «Экон-Информ», 2022. 471 с.

15. D: Transport and Environment. 2018. № 59. Pp. 400–416. DOI: 10.1016/j.trd.2018.01.012.

16. Yigitcanlar T., Kamruzzaman M., Foth M. et al. Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature // Sustainable Cities and Society. 2019. № 45. Pp. 348–365.

17. O'Riordan V., Rogan F., O'Gallachoir B. et al. How and why we travel Mobility demand and emissions from passenger transport. URL: <https://zenodo.org/records/6359991> (дата обращения: 25.08.2024).

records/6359991 (дата обращения: 25.08.2024).

18. Трофименко Ю. В., Комков В. И. Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ передвижными источниками дорожного транспорта. М.: МАДИ, 2023. 114 с.

19. Le-Klahn D.-T., Hall C. M. Tourist use of public transport at destinations a review // Curr. Issue Tour. 2015. № 18. Pp. 785–803.

20. Lumdson L., Page S. J. Tourism and transport: issues and agenda for the new millennium. Oxford: Elsevier, 2004.

21. Шарафутдинов В. Н., Онищенко Е. В. Перспективы создания Азово-Черноморской курортной агломерации. URL: <https://ecfor.ru/publication/azovo-chernomorskaya-kurortnaya-aglomeratsiya/> (дата обращения: 22.05.2020).

22. Якимов М. Р., Нестерова А. С., Попов Ю. А. Транспортное планирование:

транспорт общего пользования: монография. М.: Агентство РАДАР, 2024. 458 с.

23. Sihong Chen, Jianchao Xi, Menghao, Tao Li. Analysis of Complex Transportation Network and Its Tourism Utilization Potential: A Case Study of Guizhou Expressways. 2020. Vol. 2020.

24. Albalate D., Bel G. Tourism and urban transport: holding demand pressure under supply constraints // Tourism Management. 2009. № 31(3). DOI:10.2139/ssrn.1828644

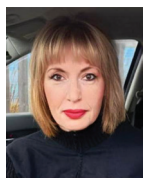
25. Papaix C., Coca-Stefaniak J. A. Transport in tourism cities beyond the functional and towards and experiential approach // The Routledge Handbook of Tourism Cities. London: Routledge, 2020.

26. Трофименко Ю. В., Якимов М. Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография. 2-е изд., перераб. и доп. Пермь: Агентство РАДАР, 2022. 536 с.

Беспилотные электрические летательные аппараты и комплексы для мониторинга на железнодорожном транспорте



К. К. Ким,
д-р техн. наук, заведующий
кафедрой электротехники
и теплоэнергетики
Петербургского
государственного
университета путей
связи Императора
Александра I (ПГУПС),



Е. Б. Королева,
канд. техн. наук,
доцент кафедры
электротехники
и теплоэнергетики
ПГУПС,



А. А. Ткачук,
канд. техн. наук,
доцент кафедры
электротехники
и теплоэнергетики
ПГУПС

Для увеличения времени непрерывного полета электрических беспилотных летательных аппаратов можно предложить ряд оригинальных конструктивных решений по подзаряду их аккумуляторных батарей.

Целесообразность использования беспилотных электрических летательных аппаратов (БПЛА) и комплексов (БПЛК) для мониторинга в различных сферах человеческой деятельности и на железнодорожном транспорте не требует доказательств [1–4] (рис. 1). Несмотря на множество положительных качеств, БПЛА свойственен один существенный недостаток — ограниченность емкости используемых бортовых аккумуляторных батарей (БАБ), что влияет на продолжительность непрерывного полета. Решение этой проблемы посредством увеличения емкости БАБ не всегда приемлемо, так как приводит к ухудшению массогабаритных показателей летательного аппарата, а его пе-

риодический возврат на базу для подзаряда негативно сказывается на качестве мониторинга и безопасности движения.

На кафедре электротехники и теплоэнергетики ПГУПС с 2020 г. ведутся работы по созданию БПЛА и БПЛК, позволяющих в значительной мере решить указанную проблему. Можно выделить следующие основные направления разработок: модификация конструкции БПЛА с использованием нетрадиционных решений подзаряда БАБ во время мониторинга; модификация наземной части БПЛК; создание специальных летательных аппаратов.

Оригинальные решения подзаряда аккумуляторной батареи беспилотных электрических летательных аппаратов во время мониторинга

Для мониторинга состояния контактной сети и путевого полотна разработан базовый прототип БПЛК (состоит из БПЛА и наземного мобильного пульта контроля и управления), у которого подзаряд БАБ во время полета аппарата осуществляется за счет энергии электромагнитного поля, созданного тяговым током, протекающим по контактному проводу, и преобразования энергии солнечной инсоляции в электрическую энергию с помощью бортовой солнечной панели [5–7].

В центре БПЛА (в данном случае — квадрокоптера) расположен несущий каркас 1 (рис. 2), к боковой поверхности которого жестко прикреплены своими концами штанги 2. На других концах штанг расположены электродвигатели 3 с воздушными винтами. На нижней поверхности несущего каркаса 1 (рис. 3) находится шасси 2, на которой



Рис. 1. Использование беспилотного электрического летательного аппарата на железнодорожном транспорте

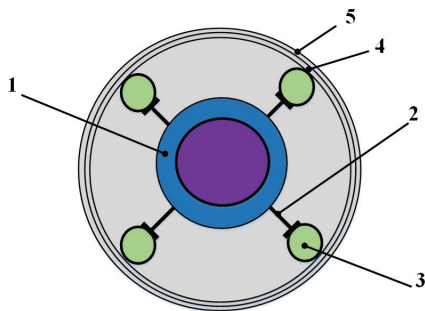


Рис. 2. Квадрокоптер (вид сверху)

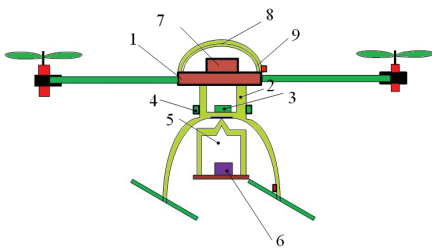


Рис. 3. Квадрокоптер (вид сбоку)

установлена силовая бортовая аккумуляторная батарея 3. Электродвигатели через регулятор оборотов 4 запитываются от силовой БАБ.

В центре нижней поверхности несущего каркаса 1 шарнирно прикреплен поворотно-наклонный гиростабилизированный подвес 5, на котором установлено устройство видеонаблюдения 6, чей выход соединен со входом маршрутного вычислительного устройства (МВУ) бортовой системы обеспечения полета 7, находящейся на верхней поверхности несущего каркаса 1 и прикрытой защитной пластиной 8.

Маршрутное вычислительное устройство 1 (рис. 4) изготовлено на базе микропроцессора, буферных регистров, запоминающих устройств и интерфейсных схем. К девяти измерительным входам МВУ подключены: блок приема и обработки сигналов спутниковой навигации 2; инерциальное измерительное устройство 3, включающее акселерометр типа XL335B; магнитометр и барометр; трекер 4 типа RF-V16; устройство аварийной посадки 5; блок управления поворотно-наклонным гиростабилизированным подвесом 6; сонар 7; устройство видеонаблюдения 8, которое может работать в видимом и инфракрасном спектре; приемно-передающая радиосистема 9 и передатчик видеоданных 10.

Через измерительный вход 11 поступает информация о внешнем электромагнитном поле. К силовому входу 12 бортовой системы обеспечения полета 13 подсоединена батарея питания 14. Мобильный пульт контроля и управле-

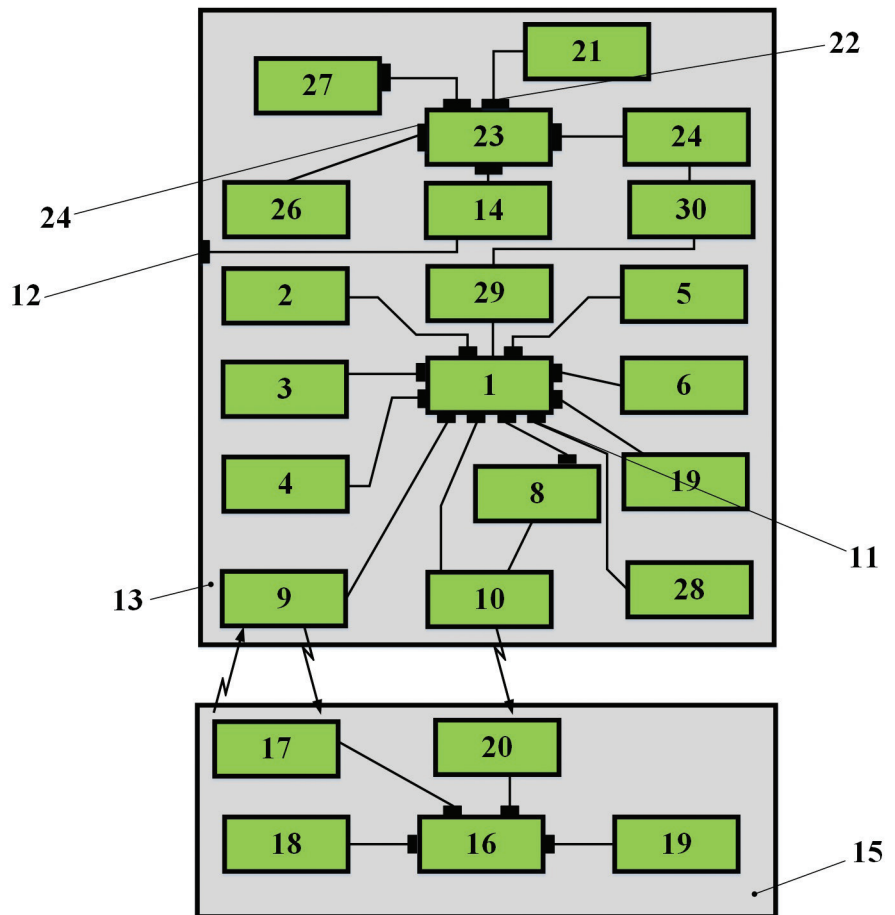


Рис. 4. Блок-схема комплекса

ния 15 включает персональный компьютер 16, к его трем выходам подключены: приемно-передающая радиосистема 17, специализированный пульт управления 18 БПЛА и мобильное индивидуальное устройство отображения видеоданных 19. Вход персонального компьютера соединен с приемником видеоданных 20.

К корпусам (рис. 2) электродвигателей 3 прикреплено габаритное кольцо 4, на внешней поверхности которого размещена кольцевая электрическая обмотка 5. На рис. 4 эта деталь обозначена позицией 21. Она подключена к первому силовому входу 22 устройства управления зарядом батарей 23, а его выходы соединены с батареей питания 14 бортовой системы обеспечения полета 13 и бортовыми аккумуляторными батареями 24. Индикаторный вход 25 устройства управления зарядом батарей 23 связан с индикатором уровня заряда аккумуляторных батарей 26.

Солнечная панель 27, расположенная на верхней поверхности защитной верхней пластины, соединена с устройством управления зарядом батарей 23. Шасси БПЛА несет датчик напряженности электромагнитного поля 28 типа EPIC или PaЭ 8/00-15, соединенный с изме-

рительным входом 11 маршрутного вычислительного устройства 1.

Предполагаются ручной и автономный рабочие режимы БПЛА. В первом режиме МВУ 1 выполняет следующие функции: подает управляющий сигнал на электродвигатели 29 и на основе сигналов инерциального измерительного устройства 3 обеспечивает горизонтальное положение летательного аппарата. По сигналам с блока приема и обработки сигналов спутниковой навигации 2 определяет текущие координаты БПЛА и передает их на мобильный пульт контроля и управления 15.

При получении ответных сигналов телеметрии с пульта 15 маршрутное вычислительное устройство 1 генерирует управляющие сигналы первого типа, поступающие на электродвигатели 29, которые под действием регуляторов оборотов 30 изменяют частоты вращения воздушных винтов и БПЛА меняет курс и высоту полета. Также изменяет свою ориентацию устройство видеонаблюдения 8 в соответствии с управляющими сигналами второго типа, приходящими с МВУ 1 на блок управления поворотно-наклонным гиростабилизированным подвеса 6.

В автономном режиме маршрутное вычислительное устройство 1 функционирует по заложенной программе и на основании координат спутниковой навигационной системы GPS/ГЛОНАСС обеспечивает выполнение полетного задания с последующим возвращением на базу.

В обоих режимах проводится визуальный контроль за полетом по сигналам видеоданных с устройства видеонаблюдения 8, которые поступают через передатчик 10 и приемник видеоданных 20 пункта 15 на монитор компьютера.

В процессе полета трекером 4 ведется периодическая запись координат движения БПЛА, которая подается на МВУ. При необходимости продолжить полет при значительном разряде БАБ 24 и батареи питания 14 БПЛА сближается с проводами контактной сети, местоположение которой определяется оператором визуально, если полет выполняется в ручном режиме либо его координаты заложены в программе МВУ.

Беспилотный электрический летательный аппарат зависает (в случае контактной сети переменного тока) или продолжает полет по определенной траектории относительно контактного провода. В результате этого электромагнитное поле тягового тока индуцирует в обмотке 5 (рис. 2) электродвижущую силу (ЭДС). Под ее действием в цепях, в которых подключены батарея питания 14 (рис. 4) и БАБ 24, начинают протекать зарядные токи. При достижении 100 % заряда батарей, что регистрируется индикатором 26, устройство управления зарядом 23 отключает обмотку 21, и заряд прекращается. Обмотка 5 (рис. 2) может располагаться ниже воздушных винтов, тогда заряд батарей осуществляется в основном от электромагнитного поля тока несущего троса. Когда же она расположена выше винтов, используется поле тока, протекающего по контактному проводу (при этом БПЛА находится снизу провода).

Как показало математическое моделирование с использованием программы COMSOL Multiphysics, выполненное для случая использования для мониторинга контактной сети 27,5 кВ квадрокоптера типа Phantom 4 Pro+V2.0 с бортовой аккумуляторной батареей Intelligent Flight Battery, величина ЭДС, наведенная в обмотке 5, составила 49,1 В. Это вполне приемлемо для подзаряда батареи. При моделировании принимались следующие условия: продольная ось контактного провода и траектория полета БПЛА — прямолинейные; действующее значе-

ние тока в контактном проводе — 300 А; расстояние от продольной оси контактного провода до траектории полета — 1 м; диаметр обмотки — 0,8 м; скорость полета — 2 м/с.

В светлое время суток лучи света падают на солнечную панель 9 (рис. 3), которая начинает в результате фотовольтаического эффекта вырабатывать ток, используемый для подзаряда батарей.

Для увеличения эффективности зарядки бортовых аккумуляторных батарей в конструкцию описанного базового прототипа было внесено изменение (рис. 5). Оно заключается в том, что к нижним торцам электродвигателей 1 жестко прикреплялись электрогенераторы 2 с постоянными магнитами возбуждения, имеющие на нижних концах своих валов дополнительные нижние воздушные винты 3. Это решение приводит к тому, что во время полета БПЛА воздушные потоки от вращающихся основных винтов 4 приводят во вращение винты 3 электрических генераторов 2, которые начинают генерировать электрический ток, используемый для заряда батарей [8]. При этом взлетная масса аппарата увеличилась не более чем на 7 %.

Возникновение некоторого тормозного момента, обусловленного работой электрических генераторов, можно рассматривать как определенную плату за возможность получения зарядного тока при отсутствии внешнего электромагнитного поля.

Анализ графиков суточной работы контактной сети различных электрифицированных железных дорог показал, что существует вероятность ситуации, когда конкретный участок сети не запитан в темное время суток. В связи с этим разработана модификация базового прототипа БПЛА, предназначенная для работы в таких условиях (рис. 6). Вал электродвигателей 1 выполнен в виде двух коаксиальных цилиндров [9]. На полой внешнем цилиндре 2 закреплены воздушные лопасти 3, на которых расположены электрические обмотки 4, которые гальванически связаны с зарядным устройством, соединенным с БАБ. Гальваническая связь реализуется следующим образом: выводы обмотки 4 соединены с контактными кольцами 5, жестко закрепленными на полой внешнем цилиндре 2, по которым скользят электрические щетки 6, соединенные с подзаряжающим устройством.

Внутри полого внешнего цилиндра 2 расположен соосно с ним внутренний

цилиндр 7. Они присоединены к электродвигателю 1 с помощью трансмиссии 8. На внутреннем цилиндре 7 жестко закреплены дополнительные лопасти 9, на которых установлены постоянные магниты 10, например, гибкие и жесткие полимерные магниты на основе бариевого или стронциевого ферритов, сплавов на основе редкоземельных элементов (неодим-железо-бор, самарий-кобальт, самарий-железо с использованием термoplastов и эластомеров).

Как и в базовом прототипе, при вращении БПЛА или полете вдоль контактного провода во вращающихся лопастных обмотках 4 индуцируется ЭДС, под действием которой происходит заряд БАБ. Одновременно с этим в результате вращения цилиндров в противоположных направлениях (из-за действия трансмиссии 8) магнитное поле постоянных магнитов 10 индуцирует в обмотках 4 дополнительную ЭДС, которая позволяет получить (увеличить) зарядный ток БАБ.

Как и в предыдущей конструкции, наблюдается появление некоторого тормозного момента, связанного с процессом генерации электроэнергии в обмотках 4, что можно оправдать потребностью подзаряда БАБ в описанных условиях эксплуатации БПЛА.

Опыт использования БПЛА в условиях повышенной солнечной инсоляции (Сирия, Крым, Кавказ) показал, что температура корпуса, а в нашем случае бортовой солнечной панели, может превышать в светлое время суток 70 °С. Известно, что для солнечных кремниевых панелей оптимальным значением температуры является 25 °С. При превышении этого порога их эффективность снижается. В связи с этим разработан новый вариант БПЛА, в котором эффективность работы солнечной панели поддерживалась на требуемом уровне за счет более интенсивного охлаждения воздушными потоками, созданными воздушными винтами электродвигателей (рис. 7). Для этого по центру солнечной панели 1 выполнен проем, через который и центральное отверстие в защитной верхней пластине 2 проходит вал 3 несущего винта 4 основного электродвигателя 5. Данный винт обеспечивает основную часть подъемной силы, воздушные винты 6 служат в основном для выполнения маневров.

Охлаждение солнечной панели 1 в данном случае осуществляется не только воздушными потоками, возбужденными вращающимися воздушными

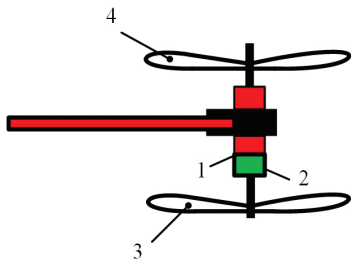


Рис. 5. Электродвигатель с электрогенератором

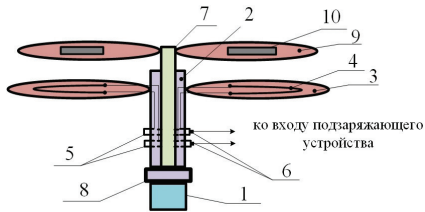


Рис. 6. Схема расположения лопастей на валах

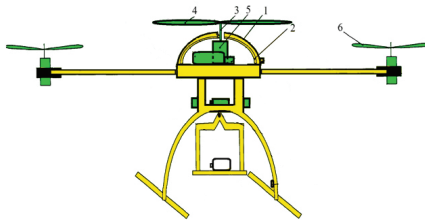


Рис. 7. Беспилотный электрический летательный аппарат с центральным несущим винтом

винтами 6, но и потоком несущего винта 4, расположенного непосредственно над солнечной панелью 1, что приводит к увеличению интенсивности ее охлаждения. В результате температура приближается к оптимальному значению.

Для мониторинга железнодорожных магистралей, проходящих по побережью крупных водоемов (Байкал, побережье Кавказа), по протяженным мостам (Крымский мост), предназначен БПЛА, центральная часть которого показана на рис. 8 [10].

Аппарат сконструирован на центральной платформе 1, к боковой поверхности которой своими концами жестко прикреплены радиальные стержни (на рисунке не показаны), на других концах которых закреплены, как и в базовом прототипе, электродвигатели с воздушными винтами. Диаметрально расположенные электродвигатели имеют встречное направление вращения. Электродвигатели вместе с воздушными винтами располагаются внутри одинаковых жестко закрепленных на радиальных стержнях и между собой колец, внутренняя поверхность которых имеет аэродинамический профиль.

Электродвигатели запитываются от БАБ 2 (LiPo 4S1300 mAh или 1500 mAh).

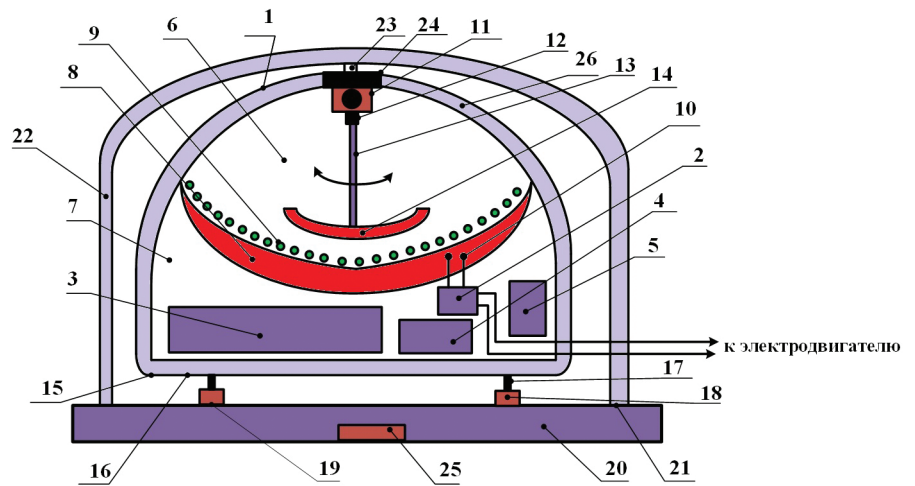


Рис. 8. Центральная платформа беспилотного электрического летательного аппарата с использованием энергии волн

Полетом управляет маршрутная вычислительная система 3, состоящая из полетного контроллера и контроллеров электродвигателей, системы видеонаблюдения 4 и приемника GPS навигации 5.

Центральная платформа выполнена из двух герметичных отсеков 6 и 7, ферромагнитная переборка 8 между которыми имеет форму кривой поверхности шарового сегмента. На внутренней поверхности переборки жестко закреплена распределенная электрическая обмотка 9, выводы 10 которой соединены с БАБ 2 (рис. 9).

На вершине полусферического верхнего отсека 6 (рис. 8) закреплен сферический шарнир 11, к пальцу 12 которого жестко прикреплен штырь 13 с постоянным магнитом 14 тарельчатой формы на другом конце. Длина штыря выбирается такой, чтобы в состоянии полета БПЛА постоянный магнит 14 касался поверхности переборки 8. Поскольку она выполнена из ферромагнитного материала, между ней и постоянным магнитом возникает сила притяжения, которая фик-

сирует положение магнита. Тем самым во время маневров БПЛА не нарушается его центровка.

К внешней поверхности 15 основания 16 нижнего отсека 7 жестко прикреплены штоки 17 амортизаторов 18, нижние торцы 19 которых расположены на поплавке 20. К периферийной части верхней поверхности 21 поплавок прикреплен дуга 22. В ее средней точке закреплен конец штока 23, проходящего через отверстие в верхней части корпуса верхнего отсека 6. В отверстии установлено манжетное уплотнение 24. Противоположный конец штока 23 зафиксирован на внешней поверхности сферического шарнира 11. На нижней поверхности поплавок 20 находится датчик касания поверхности воды 25 емкостного типа, соединенный с маршрутной вычислительной системой 3. Режимы взлета и полета осуществляются так же, как и для базового прототипа.

Когда БАБ 2 разряжается ниже определенного уровня, БПЛА совершает посадку на водную поверхность, где удерживается с помощью поплавок 20. Под действием силы тяжести центральной платформы 1 штоки 17 входят во внутренние полости амортизаторов 18. Одновременно с этим корпус 26 центральной платформы 1 смещается вниз относительно верхней части дуги 22. Из-за жесткого соединения дуги 22, штока 23, сферического шарнира 11, штыря 13 и постоянного магнита 14 последний приподнимается над распределенной электрической обмоткой 9 и под действием волнения водной поверхности начинает совершать колебательные движения относительно обмотки 9. Движущееся магнитное поле

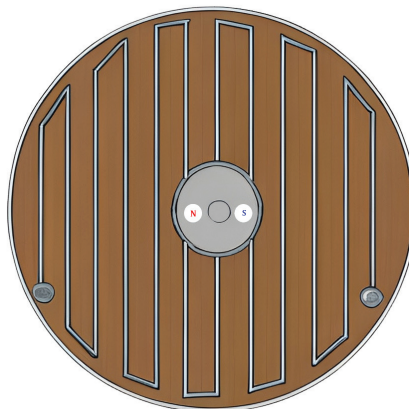


Рис. 9. Схема обмотки

постоянного магнита 14 индуцирует ЭДС в обмотке 9. В результате в цепи, состоящей из обмотки 9 и БАБ 2, начинает протекать зарядный ток.

Модификация наземной части беспилотного электрического летательного комплекса

Эффективность бесконтактной подзарядки БАБ в базовом прототипе зависит от величины индуцированной ЭДС в бортовой обмотке, на которую значительно влияет удаленность последней от источника внешнего электромагнитного поля (контактного провода с током). Однако максимальное сближение БПЛА с контактным проводом не всегда безопасно и возможно. Учитывая этот факт, выдвинута идея осуществлять заряд БАБ в определенном месте — в области стойки опоры контактной сети. При этом передача электрической энергии на борт БПЛА от контактной сети может осуществляться как индукционным, так и кондукционным способом.

В первом случае сильное электромагнитное поле создается во внутреннем проходе 1 (рис. 10) каркасной катушки 2 с обмоткой 3 [11]. Его величина определяется числом витков обмотки, которая запитывается от контактной сети. Процесс заряда БАБ предполагает зависание БПЛА во внутреннем проходе катушки (расположена вертикально) либо его неоднократный пролет через внутренний проход в случае контактной сети постоянного тока.

Наиболее рационально размещать такие катушки с помощью проходных изоляторов 4 (типа ОСК 3–10–2 УХЛ1 или ИОСК 3/35 УХЛ1 или ИОСК 3/35–В УХЛ1) на верхушках стоек опор контактной сети. Выводы обмотки катушки через токоведущие стержни 5 проходных изоляторов присоединяются к контактному проводу и рельсу.

Индукционный способ передачи электрической энергии с контактной сети на БПЛА применяется и в БПЛК, показанном на рис. 11 и 12¹.

На рис. 11 представлена прямоугольная изометрическая проекция летательного аппарата. Силовая часть БПЛА и ее компоновка (в том числе и устройство индукционного отбора энергии электромагнитного поля тягового тока — бортовая кольцевая

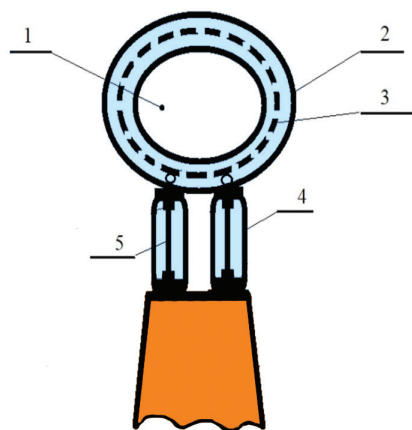


Рис. 10. Зарядная катушка на вершине стойки опоры

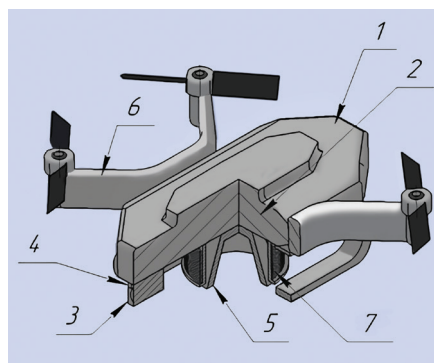


Рис. 11. Летательный аппарат

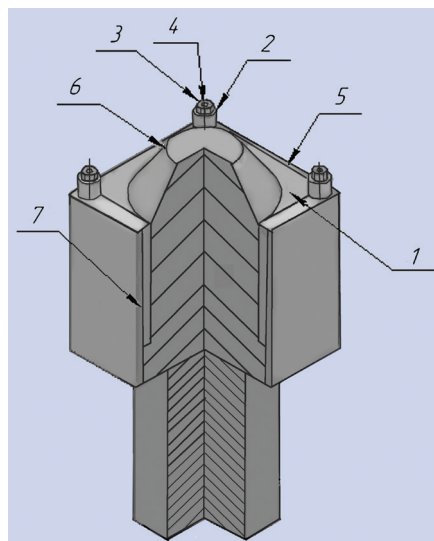


Рис. 12. Посадочно-зарядное устройство

электрическая обмотка) такие же, как и у базового прототипа.

Внутри корпуса 1 размещен блок электронного управления полета 2, который состоит из инерциальной системы управления (включающей гироскопы и акселерометры) и системы наведения (включающей приемник глобальных навигационных спутниковых систем, один ультразвуковой датчик навигации и микрокомпьютер). Снаружи корпуса 1 закреплены видекамера 3 (например,

Run Cam Swift 2, FPV Run Cam Phoenix 2 или BETA FPV Cetus Pro), лазерный дальномер 4 и ферромагнитный якорь 5, выполненный в форме полого усеченного конуса.

На рис. 12 показано посадочно-зарядное устройство БПЛК, которое размещается на стойке опоры контактной сети. По углам горизонтальной площадки 1 установлены центрирующие штифты 2, в двух из них расположено по одному ультразвуковому датчику 3. Еще один ультразвуковой датчик несет на себе БПЛА. Ультразвуковые датчики служат для формирования локальной системы координат, в которую также входят световые метки 4 (светоотражающие фликеры из катафотной ткани), расположенные на центрирующих штифтах. Для подсветки световых меток в темное время суток по периметру посадочной площадки расположены светодиодные ленты 5.

На посадочной площадке 1 жестко закреплена улавливающая конусообразная ферромагнитная направляющая 6. В пазах ее боковой поверхности расположена распределенная зарядная обмотка 7. Ее выводы через контактор (управляется блоком контроля заряда) подключены к преобразователю частоты, который запитывается от внешней сети.

При разряде БАБ на блок электронного управления 2 (рис. 11) с наземной станции поступает информация о ближайшем свободном посадочно-зарядном устройстве, и на БПЛА подается команда на посадку. По управляющим сигналам блока электронного управления полета 2 аппарат выполняет подлет к посадочно-зарядному устройству. В непосредственной близости от места посадки по сигналу приемника глобальных навигационных спутниковых систем (GPS/ГЛОНАСС) включаются ультразвуковые датчики навигации 3 (рис. 12). Далее используется видекамера 3 (рис. 11), которая отслеживает положения меток 4 (рис. 12), подсвеченных светодиодными лентами 5. При этом с помощью лазерного дальномера 4 (рис. 11) постоянно измеряются расстояния до центрирующих штифтов 2 (рис. 12).

Маневрирование продолжается до тех пор, пока БПЛА не зависнет над улавливающей ферромагнитной направляющей 6. Тогда по команде оператора он начинает спускаться на посадочно-зарядное устройство и ферромагнитный полый усеченный конус якоря 5 (рис. 11) насаживается на улавливающую ферромагнитную направ-

¹ Разработка данной конструкции проводилась при участии аспиранта кафедры электротехники и теплоэнергетики Д. Я. Монастырского и студентов А. С. Соловьева и М. В. Михайлова.

ляющую 3 (рис. 12). Окончательное позиционирование и фиксация БПЛА на посадочно-зарядном устройстве завершается с помощью центрирующих штифтов 2.

Сигнал о завершении посадки поступает на блок управления полетом 2 (рис. 11), электрические двигатели 6 выключаются. Модуль контроля заряда подает команду, под действием которой зарядная обмотка 7 (рис. 12) подключается через преобразователь частоты к внешней цепи. Одновременно с этим на БПЛА устройство управления зарядом генерирует сигнал на подключение электрической обмотки 7 (рис. 11) к БАБ. Ток, протекающий по обмотке 7 (рис. 12), создает переменное электромагнитное поле, которое при взаимодействии с электрической обмоткой 7 (рис. 11) БПЛА индуцирует в последней ЭДС. В цепи заряда БАБ начинает протекать ток.

Следует отметить, что ферромагнитные направляющая и якорь после завершения операции посадки образуют единый ферромагнитный сердечник, поэтому выполняют не только центрирующую функцию, но и уменьшают потери на рассеивание электромагнитного поля, созданного током в обмотке 7 (рис. 12). Завершение заряда БАБ регистрируется индикатором уровня заряда, который входит в состав блока управления полета 2 (рис. 11). Блок управления полета генерирует поступающий на устройство управления зарядом сигнал на отключение электрической обмотки 7 и заряд БАБ завершается.

Как отмечалось, передача электрической энергии на борт БПЛА от контактной сети может осуществляться также и вторым способом — кондукционным.

Зачастую отсутствует потребность в непрерывных пролетах БПЛА вдоль контактной сети. Особенно это касается мониторинга малодеятельных участков железных дорог. Для таких случаев разработан БПЛК, состоящий из летательного аппарата и определенного количества посадочно-зарядных боксов 1, установленных с помощью проходных изоляторов 2 на стойках опор контактной сети 3 (рис. 13). Корпус бокса 1 со сферическим куполом опирается на плоское днище коробчатого типа 4, нижняя крышка которого с помощью проходных изоляторов установлена на стойке опоры контактной сети.

Корпус бокса (рис. 14) состоит из двух полых полуцилиндров: внешнего 1 и вну-

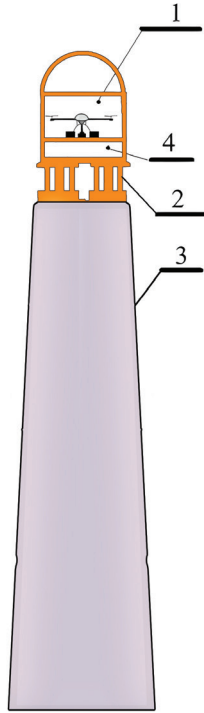


Рис. 13. Стойка опоры с боксом

тренного 2. Нижняя кромка внешнего полуцилиндра 1 прикреплена к краю верхней крышки днища 3, на которой также жестко закреплена круговая направляющая 4 подвижного соединения внутреннего полуцилиндра 2. Подвижные каретки 5 направляющей 4 расположены на нижней кромке внутреннего полуцилиндра 2. Во внутренней полости днища 3 установлен реверсивный поворотный электродвигатель, вал 6 которого проходит через отверстие в верхней крышке днища 3. Конец вала заканчивается обрезиненным колесом 7, находящимся в механическом контакте с боковой поверхностью внутреннего цилиндра 2.

Электродвигатель запитывается от преобразователя, например, тип Emas MK1MIM2, IEK KB-8168 или Emas 440B, 10A. MN2MIM2, который располагается внутри днища 3. На силовой вход пре-

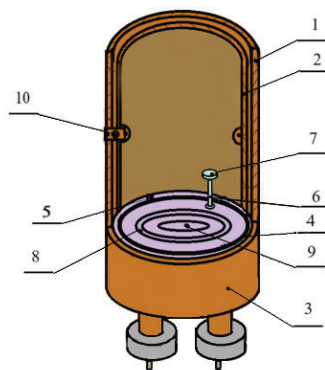


Рис. 14. Посадочно-зарядный бокс со снятым сферическим куполом

образователя через токопроводящие стержни проходных изоляторов подается напряжение с контактной сети или от резервной аккумуляторной батареи. Выбор источника напряжения делается с помощью переключающего устройства, которое через блок контроля уровня заряда соединено с кольцеобразным 8 и круговым 9 электродами, закрепленными на верхней крышке днища 3.

Управление преобразователем осуществляется микроконтроллером, к информационным входам которого подключены индуктивный датчик открытого и закрытого состояния бокса, датчик присутствия БПЛА в боксе и приемник радиосигналов. По радиосигналу с пульта управления аппарата, на нижней части которого расположены контактные электроды, подлетает к боксу. Радиосигнал также приходит на приемник радиосигналов бокса, а затем на микроконтроллер, который генерирует сигнал, поступающий на преобразователь, и последний подает напряжение питания прямой полярности на реверсивный поворотный электродвигатель. Вал 6 вместе с колесом 7 начинает вращаться, в результате чего внутренний полуцилиндр 2 осуществляет движение по круговой направляющей 4 до момента срабатывания индуктивного датчика 10, который подает на микроконтроллер сигнал о прекращении питания реверсивного поворотного электродвигателя. Бокс открыт.

Беспилотный электрический летательный аппарат влетает внутрь бокса и производит посадку на верхнюю крышку днища 3. В конце посадки срабатывает датчик присутствия 11, сигнал с которого поступает на микроконтроллер. Генерируемый микроконтроллером сигнал поступает в преобразователь, начинается подача напряжения питания обратной полярности на реверсивный поворотный электрический двигатель, и внутренний полуцилиндр 2 начинает обратное движение. Срабатывает индуктивный датчик 10, сигнал с которого приходит на микроконтроллер. Он подает сигнал на прекращение электропитания реверсивного поворотного электродвигателя. Бокс закрыт.

Одновременно с этим осуществляется электрический контакт электродов БПЛА с кольцеобразным и круговым электродами днища. Начинается заряд БАБ кондукционным способом. Его завершение реализуется с помощью блока контроля уровня заряда.

Чтобы возобновить мониторинг, с пульта управления подается радиосиг-

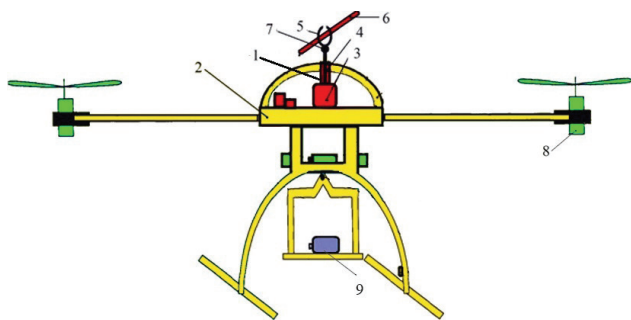


Рис. 15. Беспилотный электрический летательный аппарат с клещевидным манипулятором

нал, под действием которого инициируется открытие бокса с последующим вылетом БПЛА. Затем срабатывает датчик присутствия 11, сигнал с которого приводит в обратное движение внутренний полуцилиндр, — начинается операция закрытия бокса.

Следует отметить, что использование посадочно-зарядных боксов позволяет также предохранять летательный аппарат от воздействия неблагоприятных природных условий: дождя, снега и сильных порывов ветра, а также повысить оперативность работы БПЛА из-за отсутствия необходимости его возвращения на базу после завершения выполнения полетного задания.

Специальные беспилотные электрические летательные аппараты

При прогнозировании неблагоприятных погодных условий, таких как порывы ветра, снегопад и дождь, воздушный мониторинг прекращается, и БПЛА заблаговременно возвращается на базу или в посадочно-зарядный бокс. В это время мониторинг не ведется, что сказывается на безопасности движения. Для работы в таких условиях разработана конструкция БПЛА, приведенная на рис. 15.

Основное отличие от базового прототипа — это наличие телескопического клещевидного манипулятора 1, установленного на несущем каркасе 2 БПЛА. Манипулятор состоит из электропривода 3 телескопической штанги 4, на одном конце которой установлены захваты 5, с помощью которых осуществляется механический захват объекта посадки 6.

Электропривод 3 через контактор запитывается от БАБ. Работой контактора управляет маршрутное вычислительное устройство. В месте прикрепления захватов 5 к телескопической штанге 4 расположен датчик 7, соеди-

ненный с МВУ. Чтобы прервать полет, с наземной диспетчерской станции приходит сигнал на маршрутное вычислительное устройство аппарата, которое генерирует команды для электродвигателей 8 и устройства видеонаблюдения 9. В результате начинается поиск и сближение с близлежащим объектом для посадки 6 (например, травессы опоры или ветви дерева), к которому БПЛА подлетает снизу. Телескопическая штанга 4 манипулятора 1 удлиняется, и с помощью захватов 5 осуществляется механическая фиксация БПЛА на объекте посадки. При этом срабатывает датчик 7, по сигналу которого останавливается вращение воздушных винтов электродвигателей.

Возобновление выполнения полетного задания осуществляется с помощью сигнала с наземной диспетчерской станции, под действием которого запускаются электродвигатели и размыкаются захваты манипулятора.

Помимо этого, нападения на легкие БПЛА крупных птиц в их брачный и гнездовой периоды побудили к созданию очередной версии БПЛА повышенной живучести (рис. 16).

Электродвигатели 1 с воздушными винтами 2 жестко закреплены внутри одинаковых конусов 3, внутренняя поверхность которых имеет аэродинамический профиль. Они в свою очередь закреплены на радиальных стержнях 4 центральной платформы 5 и между собой.

На центральной платформе 5 находится электрошокерное устройство 6 (Удар-2У или Удар-Профи Парализатор). Первый выходной электрод 7 электрошокерного устройства соединен с нижним концом 8 вертикального стержня 9 с тарельчатым седлом 10. Вертикальный стержень 9 проходит через втулку 11 из электроизоляционного материала, например, фторопласта-4 или текстолита, установлен-

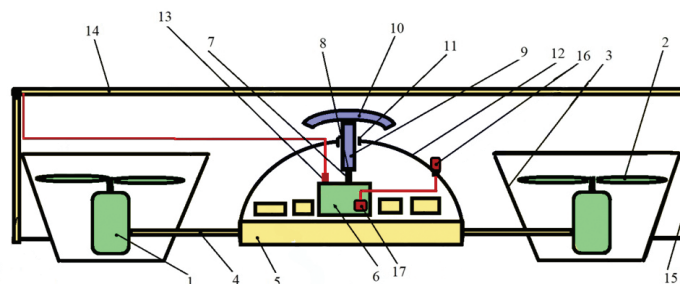


Рис. 16. Беспилотный электрический летательный аппарат с защитой от нападения птиц

ную в отверстии верхней крышки 12, выполненной из электропроводящего материала (меди или алюминиевого сплава), и жестко закрепленной сверху центральной платформы 5.

Второй выходной электрод 13 соединен с охранным кольцом 14, прикрепленным к верхним концам вертикальных стоек 15 из стеклотекстолита. Нижние концы этих стоек закреплены на боковых поверхностях колец 3. На верхней крышке 12 расположен датчик касания 16 (может располагаться на вертикальной штанге), который подключен к узлу пуска 17 электрошокерного устройства.

Во время нападения птицы на аппарат срабатывает датчик касания, сигнал с которого запускает электрошокерное устройство. Импульс тока по вертикальному стержню 9 с тарельчатым седлом 10 и через охранный стержень 13 поступает в тело птицы, вызывая у нее болевые ощущения. В дополнение к этому импульс тока сопровождается громким треском. В результате нападение прекращается.

Заключение

Продолжительность непрерывного полета беспилотного электрического летательного аппарата мультикоптерного типа возможно увеличить без изменения емкости бортовых аккумуляторных батарей, используя индукционный метод отбора энергии электромагнитного поля, созданного током, протекающим по контактному проводу.

Подзаряд бортовых аккумуляторных батарей может быть реализован с помощью солнечных панелей, установленных на БПЛА, причем оптимальный температурный режим для кремниевых солнечных панелей можно создать с помощью воздушных потоков, возбужденных вращающимися винтами.

Для сокращения пауз при проведении мониторинга, обусловленных необходи-

мостью возвращения летательных аппаратов на базу и временем возвращения к месту наблюдения, целесообразно использовать посадочно-зарядные устройства и боксы, установленные на стойках опор контактной сети. В этом случае используется энергия внешней сети, в том числе и контактной. Для увеличения времени полета БПЛА, проводящего мониторинг железных дорог, проходящих по побережью крупных водоемов, возможно использовать аппараты с позарядом бортовых аккумуляторных батарей от энергии волнения водной поверхности.

Использование электрошокового устройства, установленного на легкий беспилотный летательный аппарат, позволит избежать негативных последствий, связанных с нападением на него крупных птиц¹.

¹ Исследования беспилотных электрических летательных аппаратов мультикоптерного типа, предназначенных для мониторинга состояния объектов инфраструктуры электрифицированного железнодорожного транспорта, выполнялись в рамках научного проекта № 24-29-00159 гранта, предоставленного Российским научным фондом на 2024–2025 гг. по результатам конкурса 2023 г. «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами».

Источники

1. Ким К. К., Панычев А. Ю. Инновационные электротехнические разработки для транспортной отрасли Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I // Бюллетень результатов научных исследований. 2021. № 4. С. 966–970.
2. Ефанов Д. В., Погодина Т. С. Применение беспилотных летательных аппаратов для сбора диагностических данных о напольных устройствах СЦБ // Транспорт Российской Федерации. 2024. № 5. С. 16–25.
3. Валинский О. С., Ким К. К. Разработки Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I в области нетрадиционной и возобновляемой энергетики // Транспорт Российской Федерации. 2024. № 2. С. 8–14.
4. Ким К. К. Системы электродвижения с использованием магнитного подвеса и сверхпроводимости: монография. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2007. 360 с.
5. Антонов А. Ю., Ким К. К. Модель взаимодействия токоприемника с контактным проводом // Наука и техника транспорта. 2008. № 4. С. 9–12.
6. Иванов С. Н., Ким К. К., Приходченко О. В., Просолович А. А. Теоретические основы математического моделирования процессов преобразования мощности в совмещенных энергетических устройствах // Ученые записки КНАГТУ. 2020. № 1-1 (41). С. 37–44.
7. Евразийский патент № 042897. Беспилотный летательный комплекс / К. К. Ким. Дата выдачи 31.03.2023.
8. Патент № 2810956 Российская Федерация. Беспилотный летательный комплекс / Ким К. К., Панычев А. Ю., Блажко Л. С., Титова Т. С., Королева Е. Б. Заявл. 28.06.2023. Оpubл. 09.01.2024. 13 с.
9. Патент № 2791914 Российская Федерация. Беспилотный летательный аппарат для диагностики высоковольтных установок / Ким К. К., Панычев А. Ю. Заявл. 08.11.2022. Оpubл. 14.03.2023. 10 с.
10. Патент № 2801404 Российская Федерация. Беспилотный летательный комплекс / Ким К. К., Панычев А. Ю. Заявл. 01.02.2023. Оpubл. 08.08.2023. 10 с.
11. Патент № 2806649 Российская Федерация. Стойка опоры контактной сети / Ким К. К., Панычев А. Ю., Титова Т. С., Сацук Т. П., Королева Е. Б. Заявл. 27.04.2023. Оpubл. 02.11.2023. 7 с.



Общероссийская общественная организация РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА

Академия включает
48 РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

ДАТА ОСНОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ТРАНСПОРТА:

26 июня 1991 года



Президент Академии:
А.Т.Н.
АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ МИШАРИН

СОСТАВ АКАДЕМИИ В 2023 ГОДУ

> 680 УЧЕНЫХ-ТРАНСПОРТНИКОВ:

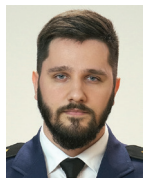
170 ДОКТОРОВ НАУК

510 КАНДИДАТОВ НАУК

260 ПОЧЕТНЫХ ЧЛЕНОВ РАТ



Автоматизация портовой инфраструктуры: береговой швартовный комплекс



С. Н. Стуконог,
младший научный
сотрудник научно-
исследовательской
лаборатории
«Автоматизация
судовождения»
Государственного
морского университета
им. адм. Ф. Ф. Ушакова

Применение береговых швартовных устройств позволит решить проблему «узкого бассейна», максимально использовать имеющиеся причалы, повысить объем перевалки грузов, сократить время на проводку и швартовку судна, уменьшить влияние человеческого фактора на возникновение аварийных ситуаций.

Развитие инфраструктуры порта должно опираться на появление нового класса судов автономного вспомогательного флота — буксиров, бункеровщиков, нефтемусоросборщиков, разъездных катеров и т. д. Их совокупность можно классифицировать как автономный портовый флот [1–3]. Его внедрение гарантированно повысит пропускную способность порта за счет оптимизации времени швартовки/отшвартовки и проводки грузовых судов, а также рационального использования требуемой

площади маневрирования, что особенно актуально для портов с узкими бассейнами [4, 5].

Одной из проблем является узкий канал. Так, например, в марте 2021 г. в самой узкой части Суэцкого канала сел на мель 400-метровый контейнеровоз Ever Given, заблокировав проход. Операция по снятию его с мели шла почти неделю. Всего из-за инцидента на входах в канал застряли более 400 судов.

Роботизация проводки грузовых судов посредством применения автономных буксиров с поворотными магнитными швартовными устройствами позволила бы избежать подобных инцидентов [6]. В панамском канале нечто подобное проводится с помощью береговых тяговых электровозов [7].

Работа магнитной секции

Принцип использования жесткой сцепки азимутального буксира-автомата или берегового швартовного устройства (БШУ) с грузовым судном заключается в применении магнитной секции (МС) (рис. 1). Магнитная секция состоит из корпуса, множества магнитных ячеек и системы управления ими [8]. В каждой ячейке используется два магнитных блока, состоящих из постоянных магнитов. Первый неподвижен, зафиксирован в корпусе ячейки. Второй подвижен и приводится в движение валом, благодаря чему происходит переориентация магнитного поля ячейки.

Изменение ориентации магнитного поля необходимо для сцепления или отцепления азимутального буксира-автомата/берегового швартовного устройства с грузовым судном. Для этого используется электродвигатель, взаимодействующий с подвижным магнитным блоком, зафиксированным на

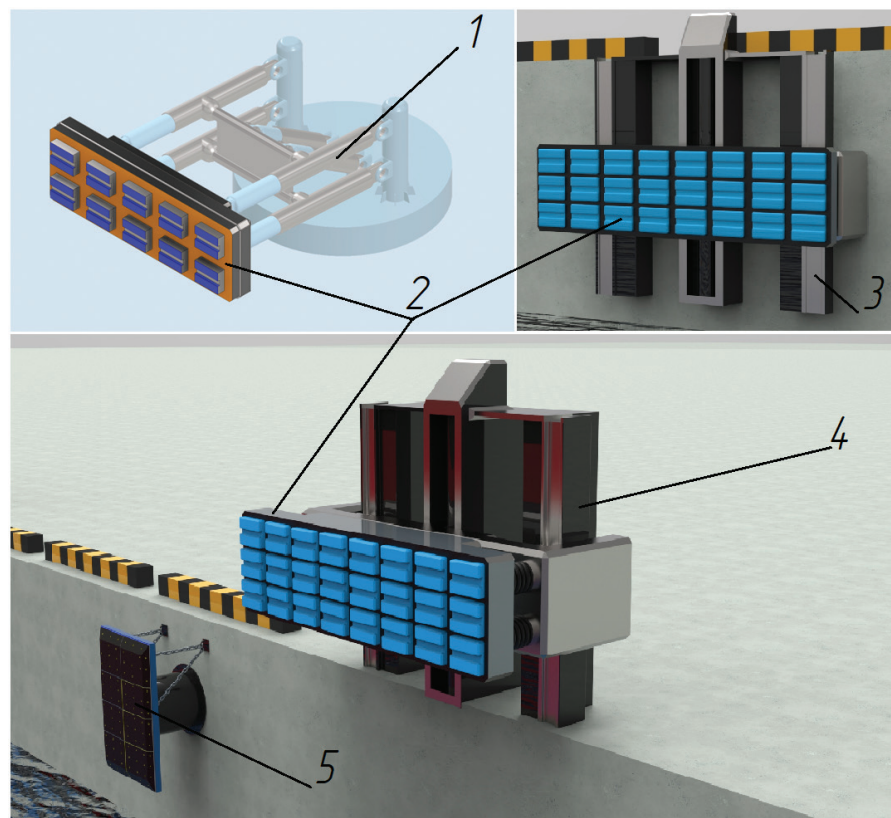


Рис. 1. Проекты магнитных секций в системе автоматизированного проектирования

1 — поворотные магнитные швартовные устройства; 2 — магнитные секции; 3 — береговое швартовное устройство (вариант 1); 4 — береговое швартовное устройство (вариант 2); 5 — отбойные устройства

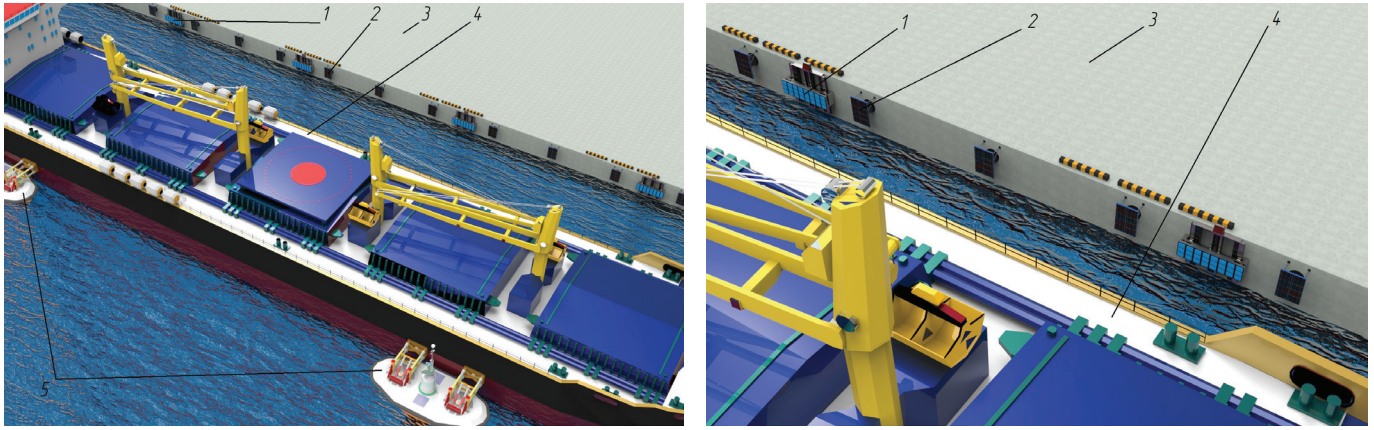


Рис. 2. Проект швартовки судна в системе автоматизированного проектирования

1 – береговое швартовное устройство; 2 – отбойные устройства; 3 – причал; 4 – швартуемое судно; 5 – азимутальный буксир-автомат

валу, находящимся внутри магнитной ячейки, посредством зубчатого зацепления [9,10].

Для рабочих процессов МС требуется энергия. Использование электроэнергии происходит периодически и имеет небольшую величину. Магнитная секция, основанная на ячейках с постоянными магнитами, существенно отличается от устройств на основе электромагнитов, поскольку здесь не требуется постоянная подача электропитания на поддержание магнитного поля. Система управления имеет функцию активации магнитных ячеек в различных конфигурациях, что в свою очередь позволяет регулировать силу удержания всей секции.

где $n_{\text{БШУ}}$ — минимальное количество БШУ, необходимых для удержания наименьшего судна по используемой технологии;

$l_{\text{м}}$ — длина наименьшего судна;

L — длина причала.

Для определения мощности БШУ необходимо определить, сколько устройств придется на максимальное по тоннажу судно при заданном общем количестве берегового швартовного устройства на причале. Исходя из этого, получим необходимую держащую силу каждого БШУ:

$$P_{\text{БШУ}} = \frac{P_{\text{БШУ}} L}{(N_{\text{БШУ}} - 1) l_{\text{б}}},$$

где $P_{\text{БШУ}}$ — сила, необходимая для удержания наибольшего судна;

$l_{\text{б}}$ — длина наибольшего судна.

Количество магнитных ячеек $N_{\text{мя}}$ в МС определяется:

$$N_{\text{мя}} = \frac{P_{\text{БШУ}}}{P_{\text{мя}}},$$

где $P_{\text{мя}}$ — удерживающая сила одной магнитной ячейки.

Управление БШК осуществляется дистанционно с возможностью автоматического управления. При разгрузке или погрузке судно меняет свою осадку, что приводит к необходимости выполнения поочередного перемещения секций БШУ автоматическим способом.

В ходе выполнения погрузочно-разгрузочных работ и в результате действия приливно-отливных явлений в порту осадка судна может изменяться значи-

Береговой швартовный комплекс

Береговые швартовные комплексы (БШК) относятся к оборудованию для швартовки, перестановки, размещения на причальной линии и удерживания морских судов (рис. 2). Береговой швартовный комплекс состоит из необходимого количества БШУ, достаточного для удержания наибольшего судна, предполагаемого для швартовки у конкретного причала.

Береговой швартовный комплекс удерживает судно лагом у причальной линии без использования швартовных канатов и участия человека. Его работоспособность достигается благодаря взаимосвязи в конструкции БШУ вертикальных и горизонтальных демфирующих узлов и использования шарнирных, пружинных соединений.

Количество БШУ на причале можно определить исходя из длины наименьшего судна, предполагаемого к швартовке на заданном причале:

$$N_{\text{БШУ}} = n_{\text{БШУ}} \frac{L}{l_{\text{м}}},$$

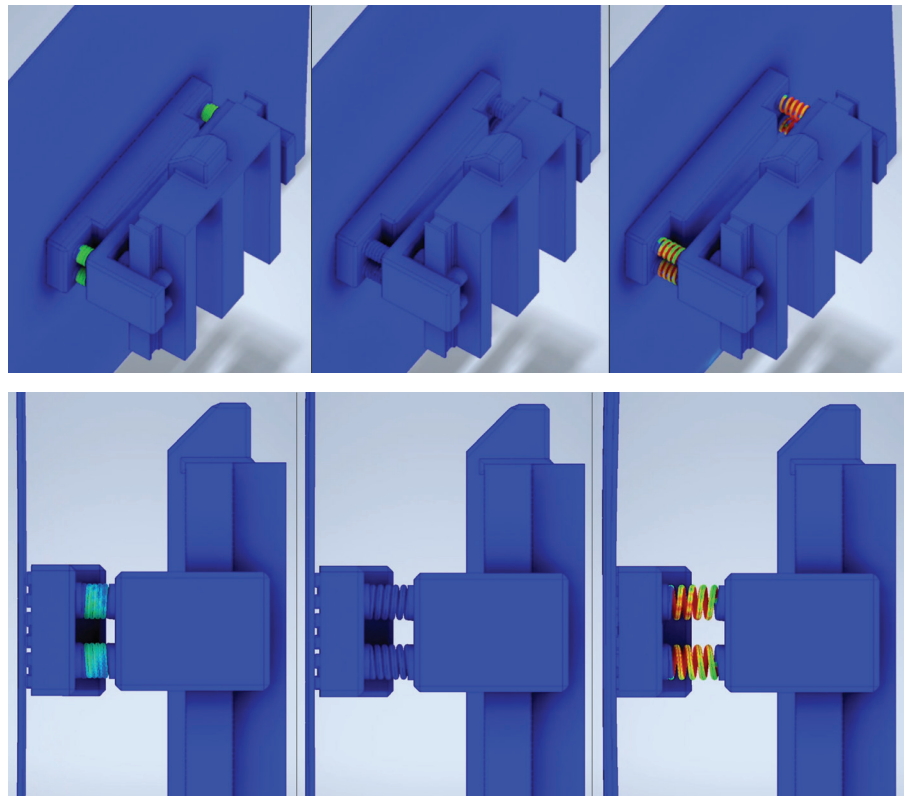


Рис. 3. Имитационное моделирование берегового швартовного устройства

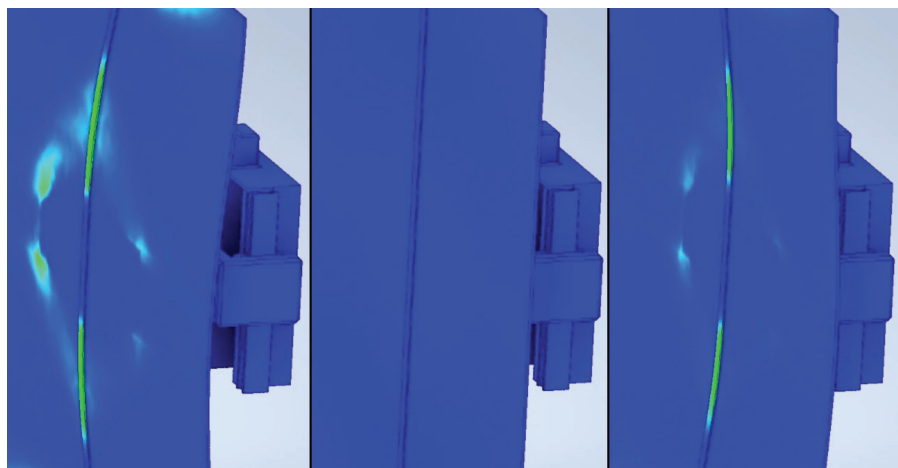


Рис. 4. Изгиб стальной пластины

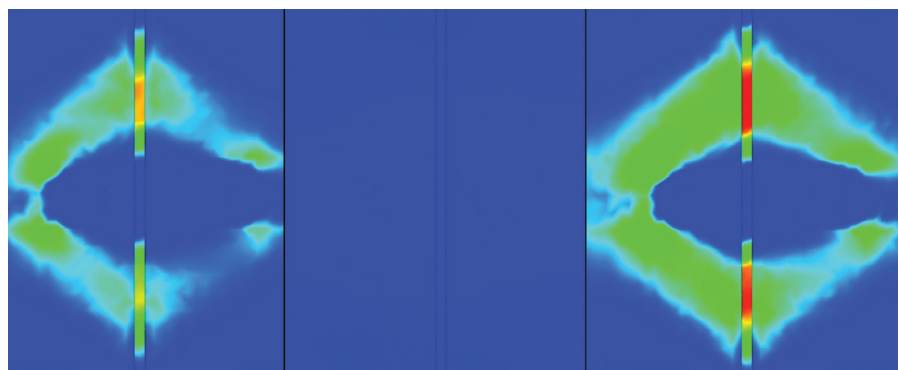


Рис. 5. Давление на сварной шов

тельно, в то время как максимальная высота перемещения захватной секции БШУ ограничивается 2,5 м, что объясняется необходимостью обеспечения требуемой надежности работы устройства. Таким образом, следует предусмотреть режим «перехвата» БШУ.

Режим «перехвата» состоит в следующем: в процессе удержания судна у причала с помощью нескольких БШУ отдельные из них отстыковываются от корпуса судна, их секции перемещаются по высоте, а затем опять стыкуются с корпусом. Одновременно возможна отстыковка только одного БШУ при условии, что удерживающая сила оставшихся устройств достаточна для удержания грузового судна. Данный способ реализован в береговом швартовном устройстве фирмы Cavotex.

В научно-исследовательской лаборатории «Автоматизация судовождения» ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова разработан проект БШУ в системе автоматизированного проектирования. Рассчитаны переменные и коэффициенты магнитных свойств элементов МС, необходимые при создании автоматизированной системы расчета для проектирования БШУ с целью визуализации процессов при использовании объемных моделей (рис. 3).

Исследования показали, что влияние БШУ на корпус судна незначительно. Оно

не приводит к деформациям, только к допустимому уровню изгиба, не влияющему на возврат к исходному состоянию (рис. 4).

Особого внимания требует изучение влияния захватной секции БШУ на сварной шов (рис. 5). Давление на него не превышает 180 кПа, чего недостаточно для деформации как пластин, так и сварных швов. Тем не менее использование БШК в разных метеорологических условиях, применительно к различного вида судам, требует детального изучения.

Закключение

Внедрение рассматриваемой технологии приведет к синергетическому эффекту по следующим направлениям:

- решение проблемы «узкого бассейна», максимальное использование имеющихся причалов, повышение объема перевалки;
- сокращение времени на проводку и швартовку грузового судна;
- уменьшение влияния человеческого фактора на возникновение аварийных ситуаций (столкновения, посадка на мель, навал на причалы) за счет применения оптимальных методов проводки и швартовки. Расчет прокладки для подхода к причалу, а также маневров по эскортированию, раскантовке и швартовке грузового судна выполняется

автоматически, команды голосом и использование слухового радиоканала исключены.



Источники

1. Стуконог С. Н. Способ управления моделью буксира-автомата с азимутальной рулевой колонкой с использованием колес всенаправленного движения // Транспортное дело России. 2021. № 3. С. 107–114.
2. Stukonog S. N. Prototype of a remotely controlled model of a tugboat with an azimuth rudder and a hazard identification function. Journal of physics: conference series // International Conference on Actual Issues of Mechanical Engineering, AIME 2021.
3. Заслонов В. В., Стуконог С. Н. Метод группового движения морских подвижных объектов. 2024. № 2(111). С. 76–84.
4. Епихин А. И., Хекерт Е. В., Модина М. А. Анализ безопасности безэкипажных судов на основе структуры модели риска с использованием сети байеса // Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 4(2). С. 38–46.
5. Сенченко В., Лопатина В., Студеникин Д., Буцанец А. Технические средства автоматизации высокоточного судовождения морских и речных судов: Конспекты лекций по гражданскому строительству. 2021.
6. Патент № RU 215135. Поворотный буксирный швартовный механизм / В. Г. Сенченко, А. Б. Крючков, В. В. Заслонов. Оpubл. 31.11.2022.
7. Panama Canal Expansion Project report – October 2012 (PDF). Panama Canal Authority. Archived from the original (PDF) on March 10, 2013.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024618792 Российская Федерация. Программный комплекс для управления универсальной магнитной захватной секцией / С. Н. Стуконог, В. Г. Сенченко, А. Б. Крючков, П. А. Саенко. Оpubл. 17.04.2024. EDN: ZFXWHN.
9. Заслонов В. В., Стуконог С. Н. Выбор узла автоматизированного швартовного устройства в условиях внедрения МАНС // Морские интеллектуальные технологии. 2023. № 2–1(60). С. 287–294.
10. Стуконог С. Н., Заслонов В. В. Сравнение и принцип работы узлов сцепки внедряемого автоматизированного устройства в условиях развития морских автономных надводных судов (МАНС). 2024. № 3–1(65). С. 299–307.

Целесообразность применения высококачественных материалов при изготовлении метизов для подвижного состава



В. Н. Кротов,
канд. техн. наук, доцент
кафедры «Технология
металлов» Ростовского
государственного
университета путей
сообщения (РГУПС),



Л. А. Кармазина,
канд. техн. наук, доцент
кафедры «Технология
металлов» РГУПС

В вопросах безопасности движения поездов особое значение имеют материалы, из которых изготавливаются элементы ходовых частей подвижного состава. Исследования показывают, что в данной области необходима дополнительная разработка и принятие нормативных документов, регламентирующих качество металлов при изготовлении соответствующих изделий.

Плохих материалов не бывает, но бывают плохие инженеры, применяющие не те материалы, которые следовало бы использовать в конкретных условиях эксплуатации. На транспорте в целом, и у подвижного состава железных дорог в частности, эти условия специфичны [1]. Это и циклические знакопеременные нагрузки, и температурные перепады, и работа узлов в условиях изнашивания различных типов (от усталостного и коррозионно-механического до изнашивания при заедании). Поэтому при выборе материала в первую очередь требуется полная и всесторонняя оценка условий работы детали или конструкции, величины и характера действующих напряжений.

Следствием неправильного выбора материалов является плохое качество конструкций, машин и оборудования. Если речь идет об ответственных спе-

цифических деталях, таких как колеса, колесные центры, детали автосцепных устройств или тележек, то здесь все в порядке [2, 3]. Есть ГОСТы, определяющие, из каких материалов требуется эти детали изготавливать, как их обрабатывать, упрочнять и т. д. Например, в ГОСТ 33200-2014 «Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия» описана не только максимальная расчетная осевая нагрузка, конструкция и размеры, но и технические требования к заготовкам для изготовления черновых осей, методам их изготовления и термической обработки, а также к механическим свойствам материала, его составу и даже микроструктуре.

Если речь идет о различных метизах, то картина другая: стандарты и иные нормативные документы обычно не регламентируют ни марку материала, ни его механические свойства, состав или микроструктуру. В качестве примера можно привести винты крепления строб-диска противоюзной системы ОДМ-3 «БАРС».

На железных дорогах периодически фиксируются случаи отцепки пассажирских вагонов, в том числе и с задержкой поездов. Причиной этому служат разрушения буксового узла вследствие выхода из строя противоюзного устройства (разрушение строб-диска). Основными задачами противоюзного устройства пассажирского вагона являются предотвращение юза и исключение блокировки колесных пар при торможении. Важность надежной работы такого устройства, как и тормозной системы в целом, сложно переоценить [4–6].



Рис. 1. Внешний вид фрагментов разрушенной противоюзной системы (случай 1)



Рис. 2. Внешний вид фрагментов разрушенной противоюзной системы (случай 2)



Рис. 3. Фрагменты двух крепительных винтов М6

Рассмотрим два характерных случая разрушения строб-диска. В первом случае произошло разрушение буксового узла с наличием стружки в полости крепительной крышки, деформации (выработки) и сквозной трещины по центру смотровой крышки, разгибания двух лепестков стопорной шайбы болтов торцевого крепления, частичного стачивания граней трех болтов торцевого крепления (рис. 1).

Анализ картины разрушения выявил, что вкладыш крепительной крышки имеет следы значительного пластического деформирования, а также выбоины и наминаы металла по посадочному месту бобышки, резьба разрушена на 25%. Разрушена и внутренняя резьба под винты М6. Следы коррозионных или коррозионно-механических повреждений отсутствуют.

Винты имеют цилиндрическую головку, резьба нарезана на всю длину стержня, установить длину винтов по имеющимся фрагментам не представляется возможным.

Во втором случае также имеется разрушение буксового узла. Вкладыш крепительной крышки и фрагменты бобышки имеют следы значительного пластического деформирования, выбоины и наминаы металла. Следы коррозионных или коррозионно-механических повреждений отсутствуют. Фрагменты разрушенных элементов представлены на рис. 2.

Винт имеет цилиндрическую головку, резьба нарезана на всю длину стержня. Установить длину винта по имеющимся фрагментам не представляется возможным. Следы коррозионных или коррозионно-механических повреждений отсутствуют. На стержне винта имеются следы пластической деформации витков резьбы, на торцевой поверхности

фрагмента стержня — излом вязкого характера со следами забоя.

В обоих случаях винты креплений строб-дисков подвергнуты дальнейшему анализу. Нашей задачей являлось проведение комплексных исследований, включающих макроструктурный и микроструктурный анализ, определение химического состава, а также механические испытания винтов М6–6gx35–28.48.016 креплений строб-дисков противоюзных устройств для выявления целесообразности применения высококачественных материалов при изготовлении метизов для подвижного состава. Рассматриваемые винты выполнены по ГОСТ 17473-80 «Винты с полукруглой головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры».

Место излома винтов исследовано при 30-кратном увеличении. Наблюдаются признаки незначительной пластической деформации в зоне обрыва, такие как остаточное удлинение и сужение поперечного сечения, место обрыва представляет собой скол половины сечения, распространяющийся под углом, близким к 45°. Поверхность излома отличается некоторой чешуйчатостью. Трещин в примыкающих слоях материала обнаружено не было. Фрагменты разрушенных винтов (головки с частью стержня) представлены на рис. 3.

Микроструктурный анализ при увеличении $\times 450$ выявил на нетравленном микрошлифе незначительное присутствие неметаллических включений. Анализ микрошлифа после травления показал, что структура материала — ферритоперлитная со значительным преобладанием феррита. Такая структура характерна для низкоуглеродистых сталей (рис. 4).

Низкоуглеродистые стали являются наиболее распространенным видом сталей в транспортном машиностроении вообще, и в вагоностроении в частности. Это объясняется в первую очередь относительно низкой стоимостью такой продукции. При этом низкоуглеродистая сталь, содержащая приблизительно 0,05–0,25% углерода, весьма технологична. Она хорошо обрабатывается давлением и резанием, обладает (в зависимости от химического состава) свариваемостью от удовлетворительной до хорошей и высоким комплексом литейных свойств.

При очень малом содержании углерода (0,05–0,15%) из-за большого количества феррита стали очень пластичны, хорошо обрабатываются давлением даже в холодном состоянии, прокатываются, штампуются с глубокой вытяжкой, но непрочны. Из них целесообразно изготавливать только малонагруженные детали высокой пластичности.

С увеличением концентрации углерода до 0,15–0,25% возрастает содержание перлита, поэтому прочность становится выше при довольно высокой пластичности, вязкости и хорошей свариваемости. Эти стали не поддаются закалке, твердость их невелика, поэтому при использовании в качестве материала для деталей, работающих на износ, поверхности деталей подвергают науглероживанию — цементации. Крепежные детали, такие как гайки, болты и шпильки, чаще всего изготавливают из сталей, содержащих 0,2–0,4% углерода.

Таким образом, мягкая низкоуглеродистая сталь обладает относительно невысокими прочностными характеристиками, которые можно повысить за счет термической, химико-термической



Рис. 4. Микрошлиф травленого металла винта (белое поле – феррит, темные зерна – перлит)

и термомеханической обработки [7]. Следует отметить, что следов термического упрочнения или химико-термической обработки в исследуемых фрагментах винтов не выявлено.

Для образцов определена твердость, значения которой приведены в табл. 1.

Твердость по сечению обоих образцов изменяется незначительно, составляя в среднем 215–225 HV.

Определить предел прочности на растяжение σ_b (временное сопротивление) по

стандартным методикам нельзя из-за малых размеров представленных фрагментов, однако зная класс материала, его структуру и твердость, можно косвенно оценить σ_b как 37–42 кгс/мм² (360–410 МПа).

Химический анализ проводился на спектрометре оптико-эмиссионном Foundry Master. Результаты исследований и сопоставление с близкими по составу сталями для обоих образцов приведены в табл. 2.

Таким образом, проведенный анализ показал наиболее полное соответствие материала образца стали Ст3пс по ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества». Значительной ликвации по химическим элементам не выявлено. Приведенные материалы свидетельствуют о необходимости применения высококачественных материалов при изготовлении метизов для подвижного состава.

В рассмотренном примере ГОСТ 17473-80 «Винты с полукруглой головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры» недостаточен для регламен-

тирования качества винтов крепления строб-диска противоюзной системы.

Необходима разработка и внедрение стандартов и других нормативных документов, регламентирующих качество материалов при изготовлении метизов для подвижного состава.

Источники

1. Аверкин С. Н., Кочнев В. А. Обеспечение безопасности и качества пассажирских вагонов в условиях статичности нормативных требований к конструкционным материалам // Наука и техника транспорта. 2024. № 1. С. 82–87. EDN: SOQHJL.
2. Krotov V., Karmazina L. Peculiarities of the Influence of the Rolling Modes of the Axle of Wheel Pairs on the Degree of Their Surface Hardening. 2022. DOI: 10.1007/978-3-031-11058-0_23.
3. Кротов В. Н., Кармазина Л. А. Особенности влияния режимов накатывания осей колесных пар на степень их поверхностного упрочнения // Конспекты лекций по сетям и системам/ Из серии книг LNNS. 2023. Т. 509. С. 239–247. DOI: 10.1007/978-3-031-11058-0_23.
4. Яицков И. А., Поляков П. А., Федотов Е. С. и др. Анализ неустановившихся процессов в тормозном устройстве дисково-колодочного типа при торможении // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2024. № 1(93). С. 248–260. DOI: 10.46973/0201-727X_2024_1_248. EDN: ZTVIKC.
5. Маклаков С. Ф., Мишин В. А., Яицков И. А. Использование свойств материалов для обеспечения безопасной эксплуатации транспортных средств // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 1. С. 501–508. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-1-501-502. EDN: MUXEES.
6. Яицков И. А., Поляков П. А., Тагиев Р. С. Оценка усталостной долговечности тормозного диска // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2022. № 2(86). С. 8–16. DOI: 10.46973/0201-727X_2022_2_8. EDN: FYQSGG
7. Джаксымбетова М. А., Канаев А. Т. Структурообразование и формирование свойств при термомеханической обработке низкоуглеродистой стали // Вестник Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева. Серия: Технические науки и технологии. 2020. № 4 (133). С. 117–128. DOI: 10.32523/2616-68-36-2020-133-4-117-128. EDN: NBKLMF.

Таблица 1. Твердость образцов по Виккерсу

Укол	1	2	3	4	5	Среднее
HV, образец 1	115,3	118,8	117,3	130,3	113,9	119,12
HV, образец 2	111	110,1	116,6	113,7	114,6	113,2

Таблица 2. Химический состав материала образцов и стали Ст3пс по ГОСТ 380-2005

Химические элементы	Среднее содержание в материале образца 1, %	Среднее содержание в материале образца 2, %	Содержание в стали Ст3пс по ГОСТ 380-2005, %
C	0,18	0,19	0,14–0,22
Si	0,10	0,10	0,05–0,15
Mn	0,53	0,52	0,40–0,65
P	0,28	0,21	Не более 0,040
S	0,49	0,44	Не более 0,050
Cr	0,36	0,07	Не более 0,30
Mo	0,19	0,09	Не регламентируется
Ni	0,21	0,11	Не более 0,30
Al	0,01	0,01	Не регламентируется
Co	0,02	0,01	Не регламентируется
Cu	0,24	0,12	Не более 0,30
N	0,07	0,09	Не более 0,010
Ti	0,00	0,00	Не регламентируется
V	0,00	0,00	Не регламентируется
W	<0,01	<0,01	Не регламентируется
Pb	<0,01	<0,01	Не регламентируется
Sn	0,00	0,00	Не регламентируется
B	0,00	0,00	Не регламентируется
As	0,06	0,04	Не более 0,080

Какие трамвайные системы нужны нашим городам



А. Э. Горев,
д-р экон. наук,
профессор Высшей
школы транспорта
Санкт-Петербургского
политехнического
университета Петра
Великого (СПбПУ),



О. В. Попова,
канд. техн. наук,
доцент Высшей школы
транспорта СПбПУ,



В. С. Пащенко,
начальник Центра
пассажирского
транспорта Российского
университета
транспорта (МИИТ)

Вопросы транспорта общего пользования остаются актуальной темой на местном и федеральном уровне. Активное обновление подвижного состава, проходящее в последнее время в рамках национальных проектов, и переход городов на маршруты с возможностью использования населением социальных льгот лишь частично решают проблемы реформирования транспорта общего пользования.

Транспортная система — это образующая связанное целое совокупность работников, транспортных средств и оборудования, элементов транспортной инфраструктуры и инфраструктуры субъектов перевозки, включая систему управления, направленная на эффективное перемещение грузов и пассажиров. Повысить эффективность функционирования транспортной системы можно только комплексным воздействием на все ее элементы.

В указе президента «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» от 7 мая 2024 г. правительству поручено разработать целый ряд национальных проектов, из которых к повышению эффективности транспортной системы будут иметь отношения следующие нацпроекты:

- «Эффективная транспортная система», интегрирующий различные виды транспорта;
- «Инфраструктура для жизни», включающий обновление транспорта общего пользования;
- «Экологическое благополучие», расширяющийся на поддержку закупок электрического транспорта.

Важное значение имеет комплексный подход к реформированию транспорта общего пользования, интегрирующий действия федеральных и местных властей по формированию «идеальной» транспортной системы.

Вместе с тем, если в городе имеется трамвай, он будет являться магистральной подсистемой транспортной системы городского пассажирского транспорта (ГПТ), где при наличии метрополитена или городской железной дороги станет выполнять подвозящие функции, а на направлениях, не связанных линиями тяжелого рельсового транспорта или при его отсутствии, — функции скоростного транспорта [1, 2].

Реконструкция трамвайных систем в городах России

Трамвай является неотъемлемой основой в современной транспортной системе многих городов, и интерес к этому виду транспорта растет с каждым годом. Это произошло благодаря его эффективности при низкой стоимости строительства по сравнению с метро [3], что способствовало привлечению частных инвестиций в создание и управление трамвайными системами во многих городах.

В настоящее время большая часть подвижного состава электротранспорта и его инфраструктура характеризуются значительной степенью износа, в связи с чем потребность в реализации про-



Таблица 1. Характеристики выполненных или находящихся в стадии реализации проектов реконструкции трамвайных систем

Город	Объем инвестиций, млрд руб.	Протяженность реконструируемых путей, км	Протяженность вновь строящихся трамвайных путей, км	Инфраструктура (строительство или реконструкция)	Количество подвижного состава: односекционные/трехсекционные	План/ оценка объема перевозок, млн пас./ год
Санкт-Петербург, система «Чижик»	33,7	12	0	Трамвайное депо	/ 23	20,0
Санкт-Петербург, система «Славянка»	58,0	0	21	Трамвайное депо, 11 тяговых подстанций	/ 22	13,1
Таганрог	11,8	45,5	0	Трамвайное депо, 8 тяговых подстанций, диспетчерский пункт	50 /	18,1
Верхняя Пышма, Екатеринбург	1,9	0	17	Трамвайное депо	11 /	2,2
Курск	12,9	42,6	0	Трамвайное депо, 8 тяговых подстанций	22 /	8
Липецк	14,5	40,8	5,2	Трамвайное депо, остановочные пункты	46 /	Нет данных
Пермь	16,3	35	0	Трамвайное депо, 7 тяговых подстанций	44 /	Нет данных
Краснодар	28,4	0	35,4	Реконструкция трамвайного узла	90 /10	14,5
Ярославль	19,7	45,3	0	Трамвайное депо, 8 тяговых подстанций, диспетчерский центр	47 /	17,5
Ростов-на-Дону	61,0	43,7	75,3	2 трамвайных депо, 6 новых тяговых подстанций, модернизация 15 тяговых подстанций	30 /76	60,0
Волгоград	12,0	29 (15 км скоростного трамвая)	5	Трамвайное депо, 11 тяговых подстанций, 6 станций скоростного трамвая	50 / 12	Нет данных
Нижний Новгород	50,4	149,3	0	3 трамвайных депо, 15 тяговых подстанций	144 /26	Нет данных
Саратов	17,0	67	0	Нет данных	Не предусмотрено	Нет данных
Пермь	15,5	35	0	7 тяговых подстанций, трамвайное депо	44	Нет данных
Челябинск	73,0	Примерно 10 км/год	11,1*	Реконструкция остановочных платформ, 2 депо, 22 тяговые подстанции	201 /	50–60

* из них 7,2 в тоннелях.

ектов по развитию трамвайных систем с привлечением внебюджетных источников остро обозначилась в инфраструктурной повестке большинства российских городов [4]. Надо отметить, что уже в нескольких городах прошла или находится в активной фазе реконструкция трамвайных систем. В табл. 1 приведены характеристики этих проектов. В табл. 2 отмечены значение и основные отличия проектов реконструкции трамвайных систем на рассматриваемых территориях.

Результаты реализации проектов

Из данных, приведенных в табл. 1 и 2, можно выявить основные проблемы рассматриваемых проектов. Во-первых, развитие трамвайных систем через ме-

ханизм концессии вызывает существенное увеличение нагрузки на местный бюджет. Например, при инвестициях в реконструкцию трамвайной системы в Ярославле в размере 19,71 млрд руб. расходы концедента (Ярославской обл.) будут существенно превышать затраты концессионера и распределены на 20 лет [5]. Из регионального бюджета концессионеру выплатят капитальный грант в сумме 5,55 млрд руб. как прямое финансирование части расходов по развитию трамвайной системы. Он будет выплачиваться в течение 2,5 лет на этапе проектирования и строительства объектов.

При этом капитальный грант является «невозвратной субсидией из феде-

рального бюджета с софинансированием из областного». Областной бюджет за срок концессии 20 лет выплатит концессионеру инвестиционный платеж в размере 24,05 млрд руб. С момента начала эксплуатации трамвайной системы после реконструкции Ярославская обл. будет осуществлять выплаты за услуги по перевозке пассажиров (деньги за проезд поступят в бюджет области). Эксплуатационный платеж составит 24,54 млрд руб. на весь срок концессии. Таким образом, всего за 20 лет концессии бюджет Ярославской обл. выплатит ООО «Мовиста регионы Ярославль» 54,15 млрд руб.

Стоит заметить, что по опыту эксплуатации частной трамвайной системы «Чижик» в Санкт-Петербурге эксплуата-

Таблица 2. Анализ новых или реконструируемых трамвайных систем

Город	Функции системы	Значение в трамвайной системе города	Подвижной состав	Инфраструктура	Организация движения	Интеграция с другими видами транспорта	Источник инвестиций
Санкт-Петербург, система «Чижик»	Подвозящий к станции метро Ладожская	Фрагмент сети	Трехзвенный	Выделенный путь	Приоритет на регулируемых пересечениях	ТПУ на станции метро Ладожская	Концессия
Санкт-Петербург, система «Славянка»	Подвозящий к станции метро	Фрагмент сети	Трехзвенный	Выделенный путь	Нет данных	Нет	Концессия
Таганрог	Обслуживает часть территории города, исключая основные жилые кварталы	Вся сеть	Одиночный	В основном совмещенный путь	Нет специальных решений	Нет	Концессия
Верхняя Пышма, Екатеринбург	Доходит только до границы города	Фрагмент сети	Одиночный	Выделенный путь	Нет специальных решений	Нет	Концессия
Курск	Обслуживает часть территории города, исключая значительную часть жилых кварталов	Фрагмент сети	Одиночный	В основном выделенный путь	Нет данных	Нет	Концессия
Липецк	Обслуживает часть территории города, исключая значительную часть жилых кварталов и промышленных предприятий	Фрагмент сети	Одиночный	Нет данных	Нет данных	Нет	Концессия
Пермь	Обслуживает часть территории города, исключая значительную часть жилых кварталов и промышленных предприятий	Фрагмент сети	Одиночный	В основном выделенный путь	Приоритет на регулируемых пересечениях	Нет	Концессия
Краснодар	Обслуживает часть территории города	Фрагмент сети	Одиночный / трехзвенный	Выделенный путь	Нет данных	Нет	Концессия
Ярославль	Обслуживает часть территории города	Вся сеть	Одиночный	В основном выделенный путь	Нет данных	Нет	Концессия
Ростов на-Дону	Скоростной каркас системы городского транспорта	Вся сеть	Одиночный / трехзвенный	Выделенный путь	Приоритет на регулируемых пересечениях	Нет	Концессия
Волгоград	Обслуживает часть территории города	Фрагмент сети	Одиночный / трехзвенный	Частично подземный путь	Нет данных	Нет	Концессия*
Нижний Новгород	Обслуживает часть территории города	Вся сеть	Одиночный / трехзвенный	В основном выделенный путь	Нет данных	Нет	Концессия*
Саратов	Обслуживает часть территории города	Фрагмент сети	Одиночный	В основном выделенный путь	Приоритет на регулируемых пересечениях	Нет	Концессия*
Челябинск	Скоростной каркас системы городского транспорта	Вся сеть	Одиночный / трехзвенный	Частично подземный путь	Приоритет на регулируемых пересечениях	Нет	Инфраструктурный бюджетный кредит

* концессионер субъекта РФ.

Таблица 3. Предложение мест на тысячу жителей трамвайных систем относительно безрельсового транспорта

Город	Мест в пиковый период на 1 тыс. жителей		Доля мест в рельсовом транспорте к общему числу мест в системе ГПТ в час пик, %
	Безрельсовый транспорт	Рельсовый транспорт	
Таганрог	49,5	12	20
Курск	39,4	7,9	17
Липецк	73,6	6,9	9
Пермь	79,6	15	16
Краснодар	38,6	26,3	41
Ярославль	108,7	13,2	11
Ростов-на-Дону	66,6	2,9	4
Волгоград	29,5	20,3	41
Нижний Новгород	61,1	13,9*	19
Саратов	48,7	11,8	20
Челябинск	32	12,5	28

* метрополитен в час пик дополнительно предоставляет 35,4 мест/1000 жителей.

ционные затраты у нее выше, чем у ГУП «Горэлектротранс». Отсюда можно сделать вывод, что реконструкция трамвайных систем местными администрациями, например, как это происходит в Челябинске, позволяет снизить затраты бюджета, но требует наличия компетенций в системах городского транспорта и серьезной интеграции усилий местных органов власти.

Немаловажным аспектом успешности проекта является его экономическая эффективность, напрямую зависящая от эффективности вложений в инфраструктуру, которую можно оценить количеством пассажиров, проходящих на 1 км трамвайной линии за год. В недавно реализованных проектах (2023) этот показатель составил: в Таганроге — 186,3 тыс. пас./км, в Верхней Пышме — 139,5. В 2022 г., когда объем перевозок еще не полностью восстановился после ковидных ограничений, более 500 тыс. пас./км перевозили в Краснодаре и Ижевске,

более 300 — в Екатеринбурге, Улан-Удэ, Иркутске и Коломне. При этом в Стамбуле на 1 км трамвайной линии приходится 5,2 млн пас./год.

Таким образом, трамвайные системы в Таганроге и Верхней Пышме имеют более низкую эффективность использования инфраструктуры даже по сравнению с действующими системами, не прошедшими модернизацию, и не смогут обеспечить окупаемость вложенных средств даже в далекой перспективе.

Во-вторых, реализация рассматриваемых проектов не сопровождается их интеграцией в систему городского транспорта. Концессионные проекты разрабатываются в отрыве от транспортной системы города и чаще всего исходят не от потребностей населения в транспортном обслуживании, а от финансовых возможностей сторон концессии.

В-третьих, развитие трамвайных систем в рамках концессии не создает магистральную сеть основного тран-

спорта, охватывающего всю территорию города, и в концессионные проекты не закладываются перспективы развития транспортных систем городов. В табл. 3 приведены данные по величине предложения трамвайных систем относительно безрельсового ГПТ [6].

Существенным предложением услуг трамвайного транспорта в городах, в которых реализуются проекты развития трамвая, отличаются только Краснодар и Волгоград, но как раз в них концессии не охватывают всю трамвайную систему города. Из данных табл. 3 можно сделать вывод, что вложенные существенные инвестиции в большинстве городов в рамках концессии не приведут к созданию эффективной системы городского транспорта.

В-четвертых, ограниченность концессионных проектов ориентацией на текущий транспортный спрос затруднит или сделает невозможным изменение маршрутной сети и их масштабирование на перспективу. Практически во всех концессиях преобладает поставка одиночных вагонов, и жестко прописывается их количество и поставщик.

В табл. 4 приведены данные об относительной вместимости и стоимости различных вариантов формирования трамвайного подвижного состава. В процессе эксплуатации для реакции на повышение спроса может потребоваться увеличение вместимости трамвая, замена его типа или увеличение составности с адекватным ростом протяженности посадочных площадок, изменение существующих маршрутов или введение укороченных.

В рамках концессии это сделать невозможно, о чем свидетельствует опыт организации транспортного обслуживания при закрытии на ремонт станции метро Ладжская в Санкт-Петербурге. При этом город несет помимо обслуживания концессии еще и дополнительные финансовые затраты.

И, наконец, отсутствие интеграции с системой ГПТ предопределяется передачей территорий, на которых располагается трамвайная инфраструктура, включая путевое хозяйство, в частную собственность. Исключением здесь является трамвайная система «Чижики» за счет того, что транспортно-пересадочный узел (ТПУ) на станции метро Ладжская был сформирован в системе «железнодорожный вокзал — станция метро — остановочный пункт трамвая» до передачи трамвайной линии в концессию.

На станции метро Купчино ТПУ слу-

Таблица 4. Изменение относительных показателей вместимости и стоимости в зависимости от типа трамвайного состава

Тип трамвайного состава	Длина состава, м	Вместимость при 5 пас./м ²	Вместимость относительно одиночного вагона, %	Относительная стоимость, %
Одиночный	17	111	100	100
Двухзвенный	20	138	124	150
Трехзвенный	28	185	167	225
Трехзвенный	35	265	239	313
Два одиночных	36	222	200	200
Три одиночных	55	333	300	300
Два двухзвенных	42	276	249	300
Два трехзвенных	56	370	333	450



жит только для пересадки «метро — железная дорога», поэтому конечную станцию трамвайной системы «Славянка» не смогли интегрировать в этот ТПУ, и она будет располагаться в 500 м от метро. Это явно не обрадует будущих пользователей трамвайной линии.

Заключение

Анализ реализации проектов развития трамвайных систем позволяет сделать следующие выводы.

Требуется изменение нормативной базы концессии трамвайных систем в части необходимости передачи земельных участков в собственность концессионера и режимов эксплуатации и управления трамвайной системой после ввода ее в эксплуатацию.

При обосновании концессии должен выполняться проект развития всей системы городского транспорта и четко обосновываться место подсистемы трамвая, его взаимодействие с другими видами ППТ и необходимость перспективного развития.

Требования к трамвайной системе города могут варьироваться в зависимости от местных условий, однако можно выделить несколько общих аспектов, которые являются важными для эффективной работы трамвайного транспорта:

1. Интеграция трамвайной системы в городскую транспортную инфраструктуру. Для удовлетворения потребностей жителей в быстром и комфортном пере-

мещении в транспортной системе должны быть созданы ТПУ, обеспечивающие минимизацию времени пересадки с одного вида транспорта на другой.

2. Комфортный подвижной состав и качественная инфраструктура, включающая безопасные трамвайные пути, наличие резервных путей и обгонных станций для обеспечения бесперебойного движения трамваев, удобных остановочных пунктов, оснащенных навигацией и информационными табло.

3. Обеспечение приоритетных условий движения трамваев посредством пропуска на пересечениях и физического обособления трамвайных путей от проезжей части с целью исключения попадания на них других участников движения и, как следствие, снижения задержек трамваев.

4. Финансовая устойчивость трамвайной системы, включающая привлечение инвестиций для ее развития и поддержания на должном уровне, а также справедливая тарифная политика, обеспечивающая доступность услуг для всех категорий населения, гарантируя при этом устойчивое финансовое состояние транспортного предприятия.

5. Высокие стандарты транспортного обслуживания населения, включая высокую частоту движения трамваев и строгое соблюдение расписания движения, гарантию безопасности перемещения пассажиров и комфорт в подвижном составе.

Таким образом, эффективная трамвайная система должна представлять собой не просто сеть трамвайных путей, а интегрированную часть городской инфраструктуры, направленную на улучшение качества жизни в городе и удовлетворение потребностей его жителей в общественном транспорте.

Источники

1. Горев А. Э. Развитие городских транспортных систем крупных городов // Транспорт РФ. 2016. № 6 (67). С. 56–59.
2. Горев А. Э. Основные задачи развития пассажирского транспорта общего пользования в Санкт-Петербурге // Транспорт РФ. 2020. № 3 (88). С. 20–23.
3. Чеченова Л. М. Перспективы направления модернизации системы городского электротранспорта (на примере трамвайной сети Санкт-Петербурга) // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 6.
4. Качкин Д., Персиянцева А. Оценка перспектив развития ГЧП в городском наземном рельсовом транспорте. URL: Качкин_Tram_Fin_fonts (kachkin.ru) (дата обращения: 06.08.2024).
5. Голицын А. Дорогая моя «Мовиста». URL: kommersant.ru (дата обращения: 06.08.2024).
6. Зюзин П. В., Пучкова С. А. Производительность общественного транспорта. Серия: Транспортные системы городов России. М.: НИУ «Высшая школа экономики», 2022. 288 с.

Сергей В. Еремин, д-р техн. наук, депутат Государственной Думы, председатель комитета по развитию общественного транспорта ПАТ

Механизмы повышения качества функционирования городского транспорта общего пользования // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 3–5.

Обоснован вывод о том, что ценностные показатели качества жизни в городах с точки зрения транспортных сервисных функций свидетельствуют о необходимости глубокого уровня взаимного проникновения строительных и транспортных интересов. Синтезирование общегородских ценностей развития должно одновременно гармонизироваться с транспортно-градостроительной политикой развития городов.

Ключевые слова: городской общественный транспорт, автобус, троллейбус, трамвай, градостроительная политика

Контакты: eremin@duma.gov.ru

Ольга А. Халтурина, канд. экон. наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и информационно-аналитического обеспечения Новосибирского государственного университета экономики и управления,

Наталья Е. Терешкина, канд. экон. наук, доцент кафедры менеджмента на транспорте Сибирского государственного университета путей сообщения

Развитие национальных проектов в транспортной сфере // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 6–9.

Охарактеризовано современное состояние транспортной инфраструктуры России, рассмотрен ход реализации государственных программ и проектов в транспортной сфере, оценены источники финансирования, их изменение в зависимости от внешних условий. Обоснована необходимость дальнейшей реализации мероприятий, запланированных программными документами, с целью развития транспортной системы России.

Ключевые слова: государственные проекты и программы, национальные проекты в транспортной сфере, опорная транспортная сеть, транспортная инфраструктура

Контакты: phd_76@mail.ru

Дмитрий А. Фирсов, д-р экон. наук, заведующий лабораторией макроэкономического анализа и прогнозирования Института проблем рынка РАН,

Валерий В. Машков, генеральный директор ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта»,

Алексей Е. Давыдкин, советник директора ФГАОУ ДПО «Межрегиональный центр профессиональной подготовки и повышения квалификации кадров имени Героя Советского Союза В. К. Артюха»

Императивы инновационных преобразований в сфере защиты объектов транспортной инфраструктуры // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 10–13.

Рассмотрены экономические проблемы обеспечения транспортной безопасности и возможности их преодоления. Констатируется, что коммерциализация сферы защиты объектов транспортной инфраструктуры от актов незаконного вмешательства не оказала положительного влияния на достижение ожидаемой эффективности. Выходом из сложившейся ситуации по итогам исследования могут стать инновационные преобразования в данной сфере, связанные с роботизацией процессов защиты и привлечением искусственного интеллекта.

Ключевые слова: экономическая безопасность, транспортная безопасность, эффективность, искусственный интеллект, роботизация

Контакты: firsov_d@mail.ru

Дмитрий С. Горбатенко, канд. экон. наук, старший преподаватель кафедры системного анализа и управления Московского авиационного института (национального исследовательского университета)

Дополнительные меры профилактики аварийности по вине водителей грузовых автомобилей // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 14–16.

Выполнен анализ статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях как с участием, так и по вине водителей грузовых автомобилей. Сформулированы основные причины происшествий. Представлен и теоретически обоснован перечень дополнительных мер профилактики безопасности эксплуатации грузового автомобильного транспорта.

Ключевые слова: профилактика безопасности дорожного движения, правила дорожного движения, грузовой автотранспорт, дорожно-транспортные происшествия, организация движения, медицинское освидетельствование, соблюдение режима труда и отдыха

Контакты: mai_kaf604@mail.ru

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

Оценка динамики железнодорожного транспорта: ретроспективный анализ в свете современности // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 17–20.

На основе данных конца XIX — начала XX вв. рассматриваются сравнительные характеристики развития крупнейших железнодорожных систем с точки зрения концепции динамики. Предложен специальный подход к оценке производительности железнодорожных систем. Сделан вывод

о том, что на рубеже веков развитие большинства крупнейших железнодорожных систем, а, значит, и мировой железнодорожной отрасли в целом, характеризовалось высоким динамизмом, обусловленным активным внедрением улучшающих инноваций. При этом российские железные дороги были среди лидеров по уровню динамизма.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, динамизм, производительность, инновации, ретроспективный анализ

Контакты: macheretda@rambler.ru

Вячеслав В. Дмитриев, начальник Куйбышевской железной дороги — филиала ОАО «РЖД»

Центр управления станциями как первый этап железных дорог будущего // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 21–26.

Целью работы является разработка технологических решений для удаленной интеграции управления железнодорожными станциями. Описаны ключевые факторы развития систем управления станциями, предложена модель удаленного управления группой станций, разработана усовершенствованная технология организации перевозочного процесса на основе удаленного управления, реализован пилотный проект «Центр управления станциями».

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, железная дорога, перевозочный процесс, удаленное управление железнодорожными станциями

Контакты: vslavdmitr@mail.ru

Александр А. Воробьев, д-р техн. наук, заведующий кафедрой наземных транспортно-технологических комплексов Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),

Ян С. Ватулин, канд. техн. наук, доцент кафедры наземных транспортно-технологических комплексов ПГУПС,

Эдуард Ю. Чистяков, старший преподаватель кафедры строительных материалов и технологий ПГУПС

Оценка устойчивости высокоскоростного подвижного состава при движении по эстакаде с учетом повышенной пиковой ветровой нагрузки // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 27–32.

Выполнено численное моделирование аэродинамической нагрузки на высокоскоростной состав при его движении на эстакадах с учетом повышенной ветровой нагрузки. Оценена устойчивость подвижного состава по критерию минимального давления весовой нагрузки на колесо при воздействии явления «сноса» — одновременного действия бокового ветра и инерционного наддува воздушных масс. Установлены предельные значения скоростного режима движения поезда в зависимости от аэродинамической

нагрузки, образующейся при штормовых условиях на прибрежных участках пути.

Ключевые слова: аэродинамический снос, инерционный надув воздушных масс, высокоскоростной подвижной состав, контактная группа «колесо — рельс»

Контакты: 79219751198@yandex.ru

Алевтина А. Трещева, старший преподаватель кафедры экономики и менеджмента Приволжского государственного университета путей сообщения (ПривГУПС),

Юрий С. Никонов, старший преподаватель кафедры управления эксплуатационной работой ПривГУПС

Оптимизация работы логистической системы в условиях пространственной поляризации экономики регионов России // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 33–37.

Установлено, что отсутствие эффективного взаимодействия между транспортными компаниями привело к перегрузке логистической инфраструктуры и неэффективному использованию ресурсов, спровоцировав пространственную поляризацию экономики регионов России. Разработаны теоретические и практические рекомендации в части оптимизации работы логистической системы. Обоснована необходимость формирования узловых грузовых мультимодальных транспортно-логистических центров. Предложен состав объектов типового ТЛЦ, который будет отвечать современным требованиям.

Ключевые слова: логистическая система, транспортно-логистические центры, пространственная поляризация экономики, регион

Контакты: Andreeva_Alya@mail.ru

Юрий В. Трофименко, д-р техн. наук, заведующий кафедрой техносферной безопасности Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), руководитель секции «Охрана окружающей среды. Энергосбережение» научно-технического совета ГК «Российские автомобильные дороги»,

Владимир Н. Шарафутдинов, канд. экон. наук, почетный профессор Сочинского государственного университета,

Роман С. Рунец, учредитель ООО «Центр дорожных инноваций», создатель лаборатории интеллектуальных транспортных систем на базе Кубанского государственного технологического университета

Методические вопросы оценки эффективности опорной дорожной и улично-дорожной сети туристско-курортных агломераций // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 38–43.

Разработан методический подход к оценке эффективности опорной дорожной и улично-дорожной сети туристско-курортных агломераций, который, в частно-

сти, предусматривает выработку методики формирования и распределения транспортного спроса и анализ предложения в курортных кластерах, разработку сценарных прогнозов загрузки транспортной инфраструктуры, описание мероприятий, снижающих нагрузку на дорожную сеть и окружающую природную и социальную среду.

Ключевые слова: туристическая дестинация, туристско-курортная агломерация, опорная дорожная и улично-дорожная сеть, эффективность, методический подход

Контакты: ywtrofimenko@mail.ru

Константин К. Ким, д-р техн. наук, заведующий кафедрой электротехники и теплоэнергетики Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),

Елена Б. Королева, канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники и теплоэнергетики ПГУПС,

Антон А. Ткачук, канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники и теплоэнергетики ПГУПС

Беспилотные электрические летательные аппараты и комплексы для мониторинга на железнодорожном транспорте // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 44–51.

Рассматриваются оригинальные конструктивные решения беспилотных электрических летательных аппаратов мультикоптерного типа, характеризующиеся увеличенным временем непрерывного полета. Это достигается за счет индукционного способа отбора энергии электромагнитного поля тока в контактном проводе для подзаряда бортовых аккумуляторных батарей, использования посадочно-зарядных устройств, подзаряда аккумуляторов за счет энергии волнения водной поверхности и др.

Ключевые слова: беспилотный электрический летательный аппарат, беспилотный летательный электрический комплекс, бортовая аккумуляторная батарея, мониторинг, подзаряд, индукционный метод, кондукционный метод, время непрерывного полета

Контакты: kimkk@inbox.ru

Савелий Н. Стуконог, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Автоматизация судовождения» Государственного морского университета им. адм. Ф. Ф. Ушакова

Автоматизация портовой инфраструктуры: береговой швартовный комплекс // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 52–54.

Предлагается использование автономного вспомогательного флота, а также автоматизация береговой портовой инфраструктуры. Поставлена проблема узкого канала. Рассмотрен принцип работы магнитной секции, основанный на использовании магнитных ячеек в поворотных швартов-

ных устройствах азимутальных буксиров-автоматов, а также в береговых швартовных устройствах. Предложена методика расчета количества и мощности береговых швартовных устройств. Проведено имитационное моделирование для получения данных об их влиянии на корпус судна.

Ключевые слова: автономное судовождение, береговой швартовный комплекс, береговое швартовное устройство, азимутальный буксир-автомат, визуализация, поворотное магнитное швартовное устройство

Контакты: 1010–95@list.ru

Владимир Н. Кротов, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС),

Людмила А. Кармазина, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов РГУПС

Целесообразность применения высококачественных материалов при изготовлении метизов для подвижного состава // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 55–57.

Рассмотрена целесообразность применения высококачественных материалов при изготовлении метизов для подвижного состава. В качестве примера исследованы вышедшие из строя винты крепления строб-диска противоюзной системы. Проведены комплексные металлографические исследования винтов. Сделан вывод о необходимости применения высококачественных материалов при изготовлении метизов для подвижного состава и соответствующих изменениях в нормативной базе.

Ключевые слова: метизы, качественная сталь, термоупрочнение, усталостные повреждения

Контакты: von_krotow@rambler.ru

Андрей Э. Горев, д-р экон. наук, профессор Высшей школы транспорта Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ),

Ольга В. Попова, канд. техн. наук, доцент Высшей школы транспорта СПбПУ,

Владимир С. Пашенко, начальник Центра пассажирского транспорта Российского университета транспорта (МИИТ)

Какие трамвайные системы нужны нашим городам // Транспорт РФ. — 2024. — № 6 (115). — С. 58–62.

Анализируется опыт реконструкции трамвайных систем в городах РФ с точки зрения всей системы транспорта общего пользования. Рассматриваются показатели, характеризующие эффективность проектов реконструкции трамвайных систем. Приводятся рекомендации по повышению эффективности трамвайных систем и уровня их интегрированности в систему городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: трамвайная система, городской пассажирский транспорт, эффективность трамвайной системы

Контакты: a-gorev@mail.ru

Sergey V. Eremin, Doctor of Technical Sciences, State Duma Deputy, Chairman of the Committee on Public Transport Development at RAT

Mechanisms for Improving the Functioning of Urban Public Transport // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 3–5.

The conclusion is made that quality-of-life indicators in cities, from the perspective of transportation service functions, highlight the need for a deep integration of construction and transportation interests. The synthesis of citywide development values should harmonize with the urban transport development policy.

Keywords: urban public transport, bus, trolleybus, tram, urban planning policy

Contact: eremin@duma.gov.ru

Olga A. Khalturina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Accounting and Information Analysis, Novosibirsk State University of Economics and Management,

Natalia E. Tereshkina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Transport Management, Siberian State University of Transport

Development of National Projects in the Transport Sector // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 6–9.

The current state of Russia's transportation infrastructure is characterized, analyzing the progress of government programs and projects in the transport sector and assessing funding sources, considering changes in external conditions. The need for further implementation of program activities to develop Russia's transportation system is substantiated.

Keywords: government projects and programs, national projects in the transport sector, core transportation network, transportation infrastructure

Contact: phd_76@mail.ru

Dmitry A. Firsov, Doctor of Economic Sciences, Head of Macroeconomic Analysis and Forecasting Laboratory, Market Problems Institute of the Russian Academy of Sciences,

Valery V. Mashkov, General Director, JSC «Research Institute of Motor Transport»,

Alexey E. Davydkin, Advisor to the Director, FGAOU DPO «Interregional Center for Professional Training and Qualifica-

tion Improvement named after Hero of the Soviet Union V. K. Artyukh»

Imperatives of Innovative Transformations in Transport Infrastructure Security // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 10–13.

Economic issues related to transport security are examined, along with possible solutions. It is noted that the commercialization of transport infrastructure security against unlawful interference did not positively impact the expected efficiency. Innovative transformations in this field, involving the robotization of security processes and the use of artificial intelligence, could be a solution.

Keywords: economic security, transport security, efficiency, artificial intelligence, robotization

Contact: firsov_d@mail.ru

Dmitry S. Gorbatyenko, Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer, Department of System Analysis and Management, Moscow Aviation Institute (National Research University)

Additional Accident Prevention Measures for Truck Drivers // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 14–16.

An analysis of statistical data on road accidents involving truck drivers has been conducted. The main causes of these accidents are identified. A theoretically substantiated list of additional safety measures for truck transport operation is presented.

Keywords: road safety prevention, traffic rules, truck transport, road accidents, traffic organization, medical examination, compliance with work-rest schedule

Contact: mai_kaf604@mail.ru

Dmitry A. Macheret, Doctor of Economic Sciences, First Deputy Chairman, United Scientific Council, JSC «Russian Railways», Professor, Russian University of Transport (MIIT)

Assessment of the Dynamism of Railway Transport: A Retrospective Analysis in the Light of Modernity // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 17–20.

Based on data from the late 19th to early 20th centuries, the development of the largest railway systems is analyzed from the perspective of dynamism. A special approach is proposed to assess railway system productivity. It is concluded that,

at the turn of the century, most major railway systems exhibited high dynamism driven by active innovation. Russian railways were among the leaders in terms of dynamism.

Keywords: railway transport, dynamism, productivity, innovation, retrospective analysis

Contact: macheretda@rambler.ru

Vyacheslav V. Dmitriev, Head of the Kuibyshev Railway — Branch of JSC «Russian Railways»

Station Control Center as the First Step towards Future Railways // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 21–26.

The goal is to develop technological solutions for remote station management integration. Key factors for station management system development are described, a model for remote management of station groups is proposed, and an improved transportation process organization technology based on remote management is developed, as demonstrated by the «Station Control Center» pilot project.

Keywords: railway transport, railway, transportation process, remote station management

Contact: vslavdmitr@mail.ru

Alexander A. Vorobyev, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Land Transport Technology, Emperor Alexander I St. Petersburg State University of Railway Transport (PGUPS),

Yan S. Vatulin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Land Transport Technology, PGUPS,

Eduard Yu. Chistyakov, Senior Lecturer, Department of Construction Materials and Technologies, PGUPS

Evaluation of Stability of High-Speed Rolling Stock on Viaducts Under Increased Peak Wind Load // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 27–32.

Numerical modeling of aerodynamic loads on high-speed rolling stock moving on viaducts under elevated wind load is performed. Stability is assessed based on the criterion of minimum wheel pressure under the combined effects of crosswind and inertial air pressure. Speed limits for train movement based on aerodynamic loads under storm conditions on coastal sections are established.

Keywords: aerodynamic drift, inertial air

Abstracts

pressure, high-speed rolling stock, wheel-rail contact

Contact: 79219751198@yandex.ru

Alevtina A. Trescheva, Senior Lecturer, Department of Economics and Management, Volga State University of Railways (PrivGUPS),

Yuri S. Nikonov, Senior Lecturer, Department of Operational Management, PrivGUPS

Optimization of Logistics System in Conditions of Spatial Polarization of Russian Regions' Economy // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 33–37.

The lack of effective interaction among transport companies has led to logistical infrastructure overload and inefficient resource utilization, exacerbating the spatial polarization of Russia's regional economies. Theoretical and practical recommendations for logistics system optimization are developed. The necessity of establishing multimodal transport-logistics hubs is substantiated, and a typical hub layout that meets modern requirements is proposed.

Keywords: logistics system, transport-logistics hubs, spatial polarization of economy, region

Contact: Andreeva_Alya@mail.ru

Yury V. Trofimienko, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Technosphere Safety, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Head of the «Environmental Protection. Energy Saving» Section, Scientific-Technical Council of the State Company «Russian Highways»,

Vladimir N. Sharafutdinov, Candidate of Economic Sciences, Honorary Professor, Sochi State University,

Roman S. Runets, Founder of the «Center for Road Innovations», creator of the Intelligent Transport Systems Laboratory at Kuban State Technological University

Methodological Issues in Evaluating the Efficiency of Core Road Networks in Tourism and Resort Agglomerations // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 38–43.

A methodological approach for assessing the efficiency of core road networks in tourism and resort agglomerations is developed. This includes formulating methods for creating and distributing transport demand, analyzing supply in resort clusters, developing scenario-based forecasts of

infrastructure loading, and outlining measures to reduce road network pressure and environmental and social impacts.

Keywords: tourist destination, tourism-resort agglomeration, core road network, efficiency, methodological approach

Contact: ywtrofimenko@mail.ru

Konstantin K. Kim, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Electrical Engineering and Thermal Power Engineering, Emperor Alexander I St. Petersburg State University of Railway Transport (PGUPS),

Elena B. Koroleva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Electrical Engineering and Thermal Power Engineering, PGUPS,

Anton A. Tkachuk, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Electrical Engineering and Thermal Power Engineering, PGUPS

Unmanned Electric Aircraft and Systems for Railway Monitoring // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 44–51.

Original structural solutions for unmanned electric aircraft of a multi-copter type with extended continuous flight time are considered. This is achieved through an inductive method of energy extraction from the electromagnetic field of current in the contact wire for recharging onboard batteries, use of landing-charging devices, recharging batteries from water surface wave energy, etc.

Keywords: unmanned electric aircraft, unmanned electric system, onboard battery, monitoring, recharge, inductive method, conductive method, continuous flight time

Contact: kimkk@inbox.ru

Savelyi N. Stukonog, Junior Researcher, «Ship Automation» Research Laboratory, Admiral Ushakov State Maritime University

Automation of Port Infrastructure: Shore Mooring Complex // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 52–54.

The use of autonomous auxiliary fleets and the automation of shore port infrastructure are proposed. The narrow channel problem is addressed. The principle of the magnetic section, based on the use of magnetic cells in turntable mooring devices of azimuthal automatic tugs and in shore mooring devices, is considered. A method for calculating the quantity and power of shore mooring devices is proposed. Simulation modeling was conducted to obtain data on their impact on the hull of a vessel.

Keywords: autonomous navigation, shore mooring complex, shore mooring device, azimuthal automatic tug, visualization, rotary magnetic mooring device

Contact: 1010–95@list.ru

Vladimir N. Krotov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Metal Technology, Rostov State University of Railway Transport (RGUPS),

Lyudmila A. Karmazina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Metal Technology, RGUPS

Feasibility of Using High-Quality Materials in the Manufacture of Fasteners for Rolling Stock // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 55–57.

The feasibility of using high-quality materials in manufacturing fasteners for rolling stock is examined. As an example, failed bolts from the anti-skid system disk mount were studied. Comprehensive metallographic studies of the bolts were conducted. It is concluded that high-quality materials are necessary for manufacturing fasteners for rolling stock, along with relevant regulatory updates.

Keywords: fasteners, quality steel, heat strengthening, fatigue damage

Contact: von_krotow@rambler.ru

Andrey E. Gorev, Doctor of Economic Sciences, Professor, Higher School of Transport, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU),

Olga V. Popova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Higher School of Transport, SPbPU,

Vladimir S. Pashchenko, Head of the Passenger Transport Center, Russian University of Transport (MIIT)

What Tram Systems Do Our Cities Need // Transport RF. — 2024. — № 6 (115). — P. 58–62.

The experience of tram system reconstruction in Russian cities is analyzed within the context of the public transport system. Indicators characterizing the effectiveness of tram system reconstruction projects are considered. Recommendations for improving tram systems' efficiency and integration into the urban public transport system are provided.

Keywords: tram system, urban public transport, tram system efficiency

Contact: a-gorev@mail.ru



Научно–исследовательские институты и центры Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I

**Центр компьютерных
и железнодорожных технологий**
(812) 457-89-01

**Институт прикладной экономики
и бухгалтерского учета
железнодорожного транспорта**
(812) 572-62-55

**Испытательный центр
“Экологическая безопасность
и охрана труда”**
(812) 457-88-19, (812) 457-87-15

Центр транспортной безопасности (ЦТБ)
(812) 233-84-70, (812) 498-40-72

**Научно–образовательный центр
инновационного развития пассажирских
железнодорожных перевозок**
(812) 570-75-55



Общероссийская общественная организация **РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА**

Академия включает
48 РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

ДАТА ОСНОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ТРАНСПОРТА:

26 июня 1991 года



Президент Академии:

**А.Т.Н.
АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ МИШАРИН**

СОСТАВ АКАДЕМИИ В 2023 ГОДУ

> 680 УЧЕНЫХ-ТРАНСПОРТНИКОВ:

170 ДОКТОРОВ НАУК

510 КАНДИДАТОВ НАУК

260 ПОЧЕТНЫХ ЧЛЕНОВ РАТ



Общероссийская общественная организация

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА – В ЦИФРАХ

Членами
Академии
за 2021–2023 гг.:

ПРОВЕДЕНО **БОЛЕЕ 200** МЕРОПРИЯТИЙ
(В ТОМ ЧИСЛЕ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦИЙ).

ОПУБЛИКОВАНО **БОЛЕЕ 1000** ПУБЛИКАЦИЙ
И МОНОГРАФИЙ В РЕЦЕНЗИРУЕМЫХ ИЗДАНИЯХ.

БОЛЕЕ 9000 СПЕЦИАЛИСТАМ В ОБЛАСТИ ТРАНСПОРТА
И ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА
ОПЛАТИЛА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ ПО АКТУАЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ ОБУЧЕНИЯ.

СИЛАМИ АКАДЕМИИ ВЫПОЛНЕНО
БОЛЕЕ 500 НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.

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

ПРИНЯТО 60 ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ЧЛЕНОВ,
СОЗДАНО 4 НОВЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЯ.
ТЕРРИТОРИЯ ПРИСУТСТВИЯ РАТ – **48 РЕГИОНОВ**.

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



www.rosacademtrans.ru

info@rosacademtrans.ru